

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЧЕРНІГІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

Лабораторний практикум для ЗВО всіх галузей знань

Обговорено і рекомендовано
на засіданні кафедри
харчових технологій
Протокол № 5
від 08.12.2020р.

Чернігів НУ “ Чернігівська політехніка ” 2020

Безпека життєдіяльності та основи охорони праці. лабораторний практикум для ЗВО всіх галузей знань / Укл.: Костенко І.А., Денисова Н.М., Челябієва В.М – Чернігів: НУ “Чернігівська політехніка”, 2020. – 68 с.

Бібліогр. 39, табл. 32, рис. 21

В методичних вказівках наведені лабораторні роботи з дисципліни “Безпека життєдіяльності та основи охорони праці”. Вони містять: короткі теоретичні відомості, практичні вказівки до виконання експериментальної частини робіт та необхідний довідковий матеріал для успішного виконання кожної лабораторної роботи.

Укладачі: КОСТЕНКО ІГОР АНДРІЙОВИЧ, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри харчових технологій

ДЕНИСОВА НАТАЛЯ МИКОЛАЇВНА, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри харчових технологій

ЧЕЛЯБІЄВА ВІКТОРІЯ МИКОЛАЇВНА, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри харчових технологій

Відповідальний за випуск: ХРЕБТАНЬ ОЛЕНА БОРИСІВНА, завідувач кафедри харчових технологій кандидат технічних наук

Рецензент: ЦИБУЛЯ СЕРГІЙ ДМИТРОВИЧ, доктор технічних наук, професор кафедри харчових технологій, Національного університету «Чернігівська політехніка»

ЗМІСТ

	Стор.
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ.....	4
ВСТУП.....	5
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 1. ОЦІНКА ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ РОБОЧОЇ ЗОНИ.....	6
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИРОДНОГО ОСВІТЛЕННЯ РОБОЧИХ МІСЦЬ.....	19
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАГАЛЬНОГО ШТУЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ РОБОЧИХ МІСЦЬ.....	28
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 4. ОЦІНКА РІВНІВ ШУМУ В ПРИМІЩЕННІ.	33
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 5. ОЦІНКА РАДІАЦІЙНОЇ ОБСТАНОВКИ У ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕННЯХ.....	39
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 6. ВПЛИВ ЕЛЕКТРИЧНОГО ОПОРУ ТІЛА ЛЮДИНИ НА НЕБЕЗПЕКУ ЕЛЕКТРИЧНОГО УРАЖЕННЯ.....	46
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7. ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА. ГАЗОДИМОЗА- ХИСТ. ВИВЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІЇ ІЗОЛЮЮЧИХ ПРОТИГАЗІВ...	54
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	66

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ

БЖД – безпека життєдіяльності

ГГ – горючий газ

ГР – горюча речовина

ГДК – граничнодопустима концентрація шкідливої речовини

ГДР – граничнодопустимий рівень дії шкідливого та (або) небезпечного виробничого фактору

ЕМП – електромагнітне поле

ЕУ – електроустановка

ЗПМ – звукопоглинальний матеріал

ІВ – іонізуюче випромінювання

КПО – коефіцієнт природного освітлення

ЛЗР – легкозаймиста речовина

НС – надзвичайна ситуація

ОГ – об'єкт господарювання

ОПН – об'єкт підвищеної небезпеки

ООП – основи охорони праці

ПНО – потенційно – небезпечний об'єкт

ПУЕ – правила улаштування електроустановок

РВ – рентгенівське випромінювання

РЗТ – рівень звукового тиску

СУОП – система управління охороною праці

ШР – шкідлива речовина

ВСТУП

Життя і здоров'я людини — є одною з найбільших цінностей нашої держави. Держава, в свою чергу, прикладає всіх зусиль для забезпечення безпечних умов життєдіяльності своїх громадян [1].

Упродовж усієї історії існування людство прагнуло дбати про свою безпеку. Однак зараз, в умовах загострення екологічної ситуації, соціальних і воєнних протиріч, суттєвих змін у техногенній сфері, що посилюють ймовірність виникнення глобальних небезпек (АЕС, космічні технології тощо), збитків від аварій, катастроф, стихійних лих тощо, соціальна безпека — одна з головних проблем держави. Тому потреба у формуванні знань безпеки життєдіяльності та охорони праці як умови забезпечення життя і здоров'я людини найбільш актуальна. Одним із шляхів виконання цього завдання є вивчення студентами курсу "Охорона праці та безпека життєдіяльності".

Майже третина аварій і нещасних випадків — незадовільні знання з охорони праці та безпеки життєдіяльності. Вивчення дисципліни "Охорона праці та безпека життєдіяльності" — важливий крок у розширенні світогляду майбутніх фахівців, їх захисту у процесі виробничої та побутової діяльності в умовах надзвичайних ситуацій мирного і воєнного часу.

Охорона праці і безпека життєдіяльності як наукова дисципліна виникла на перетині соціально-правових, технічних і економічних наук. Головні об'єкти її дослідження: людина в процесі та організації праці, виробниче, побутове, культурне середовища тощо. На підставі даних досліджень постійно розробляються заходи щодо підвищення рівня забезпечення безпечних і здорових умов життєдіяльності.

Необхідність забезпечення здорових і безпечних умов праці зумовлює потребу відповідної підготовки фахівців першого рівня освіти вищих навчальних закладів - бакалаврів.

Лабораторна робота 1

1 Оцінка параметрів мікроклімату робочої зони

4.1 Мета роботи: визначити параметри повітря робочої зони та можливість проведення певних робіт в приміщенні, а також умови перебування людини поза приміщенням.

4.2 Короткі теоретичні відомості

Замкнений простір у будівлях і спорудах, призначений для трудової діяльності людей, називається *виробничим приміщенням*.

У такому приміщенні виділяють *робочу зону* – простір, у якому розташовано робочі місця.

Робоче місце – це місце постійного або тимчасового перебування працівника під час виконання ним трудових обов'язків. Постійне робоче місце – місце, на якому працюючий знаходиться понад 50% робочого часу або більше 2-х годин безперервно. Якщо при цьому робота здійснюється в різних пунктах робочої зони, то вся ця зона вважається постійним робочим місцем. Непостійне робоче місце – місце, на якому працюючий знаходиться менше 50% робочого часу або менше 2-х годин безперервно.

Повітря робочої зони залежно від хімічного складу, фізичних властивостей, наявності забруднюючих чинників може бути сприятливим, несприятливим або небезпечним.

Сприятливим повітряне середовище в робочій зоні буває тоді, коли воно має відповідну чистоту, нормальні хімічні показники та нормальний мікроклімат.

Мікроклімат виробничих приміщень – це метеорологічні умови внутрішнього середовища приміщень, які визначаються спільною дією на організм людини температури, вологості, швидкості руху повітря та теплового випромінювання [13].

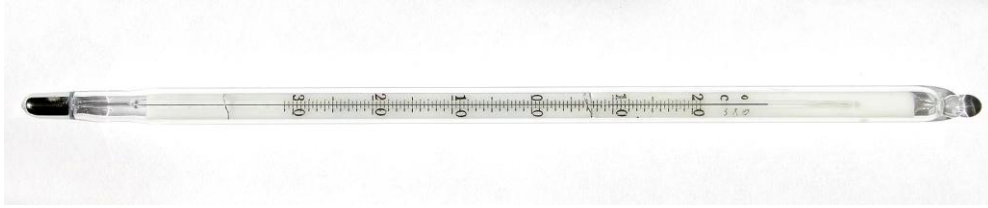
Показники, що характеризують мікроклімат: температура повітря ($^{\circ}\text{C}$), відносна вологість повітря (%), швидкість руху повітря (м/с), інтенсивність теплового випромінювання ($\text{Вт}/\text{м}^2$).

Вимірювання параметрів мікроклімату проводяться на робочих місцях і в робочій зоні на початку, в середині та в кінці робочої зміни. У випадку коливань мікрокліматичних умов, пов'язаних з технологічним процесом та іншими причинами, вимірювання проводяться з урахуванням найбільших і найменших величин термічних навантажень протягом робочої зміни. Вимірювання здійснюються не менше 2-х разів на рік (теплий та холодний періоди року) у порядку поточного санітарного нагляду, а також при введенні в експлуатацію нового технологічного устаткування, внесенні технічних змін в конструкцію діючого устаткування, організації нових робочих місць тощо.

Вимірювання параметрів мікроклімату на робочих місцях проводяться на висоті 0,5-1,0 м від підлоги – при роботі сидячи та 1,5 м від підлоги при роботі стоячи.

Вимірювання температури повітря у виробничому приміщенні здійснюють-

ся звичайними ртутними або цифровими термометрами (рисунок 1.1).



а



б



в

Рисунок 1.1 – Види термометрів: а-лабораторний ртутний, б – цифровий з виносним сенсором, в – безконтактний (пірометр).

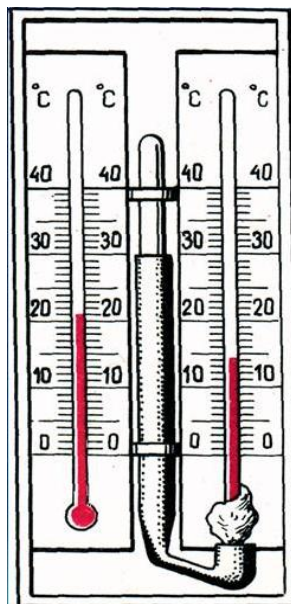
За наявності джерела теплового випромінювання, наприклад, застосовують парний ртутний термометр, у якого резервуар одного затемнений (чорною фарбою), а іншого – посріблений. Дійсну температуру повітря в цьому випадку визначають за формулою:

$$T = T_C - K(T_C - T_3) \quad (1.1)$$

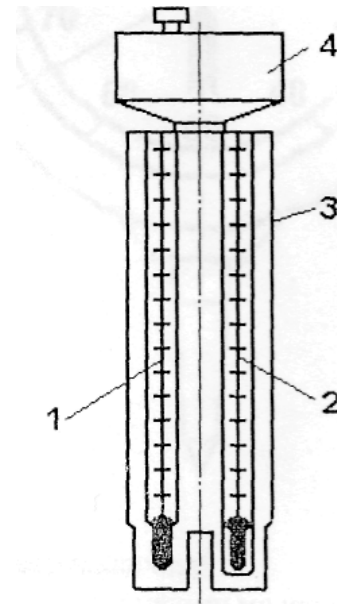
де T_C – показник посрібленого термометра, °С; T_3 – показник затемненого термометра, °С; K – константа приладу (наводиться у паспорті або інструкції до приладу).

Вимірювання відносної вологості повітря проводять за допомогою психрометрів. Найбільш поширеними видами психрометрів є психрометр Августа і аспіраційний психрометр Ассмана.

Психрометр Августа (рисунок 1.2 а) складається з двох звичайних ртутних термометрів. Ртутна кулька одного з них обгорнута марлею, кінець якої у вигляді нещільного джгуту занурюють у резервуар з чистою водою. Цей термометр називається вологим, інший сухим. При випаровуванні води з поверхні марлі ртуть вологого термометру охолоджується, тому вологий термометр завжди показує більш низьку температуру, чим сухий. Випаровування відбувається тим інтенсивніше, чим більш сухе повітря і більше швидкість його руху. За показаннями термометрів і таблиці (таблиця 1.1), яка додається до психрометра Августа, визначають відносну вологість повітря.



а



б



в

Рисунок 1.2 – Психрометри: а - Августа, б – Ассмана, в - цифровий психрометр.

Точність показань психрометра підвищується, якщо резервуари термометрів обдуваються повітрям, яке рухається з певною швидкістю, як у аспіраційному психрометрі (рисунок 1.2 б), в якому є два ртутних термометри (1-сухий та 2- вологий), закріплені в металічному екрані (3), сполученому загальним повітропроводом з вентилятором (4).

Відносну вологість можна розрахувати за формулою:

$$W = \frac{P_B - \alpha (T_C - T_B) \times H}{P_C} \times 100, \% \quad (1.2)$$

де P_B і P_C – пружність насиченої водяної пари відповідно за температури вологого і сухого термометрів (таблиця 1.2); H – барометричний тиск, мм рт. ст.; α – психрометричний коефіцієнт, який залежить від швидкості руху повітря (таблиця 1.3); T_B і T_C – температура відповідно вологого і сухого термометрів, °С.

Професійний цифровий психрометр з додатковим вимірюванням температури наведено на рисунку 1.2 в.

Таблиця 1.1 – Значення відносної вологості повітря за показниками психрометра Августа

T _с , °C	Різниця показників температури за сухим і вологим термометром ΔT, °C												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0	81	64	46	29	13	–	–	–	–	–	–	–	–
3	84	69	54	40	25	12	–	–	–	–	–	–	–
6	87	73	60	47	35	23	11	–	–	–	–	–	–
9	88	76	65	53	42	32	22	12	3	–	–	–	–
12	89	78	68	58	48	38	30	21	12	4	–	–	–
15	90	80	71	62	53	44	36	28	20	13	4	–	–
18	90	82	73	65	57	49	42	35	27	20	13	6	–
21	91	83	75	67	60	53	46	39	32	26	19	13	7
24	92	85	77	70	63	56	49	43	37	31	26	21	16
27	93	86	79	72	65	59	53	47	41	36	31	26	21
30	93	86	79	73	67	61	55	50	44	39	35	30	25
33	93	86	80	74	68	63	57	52	47	42	37	33	28
36	93	87	81	75	70	64	57	54	50	45	41	36	31
39	94	88	82	76	71	66	61	56	52	47	43	39	35

Таблиця 1.2 – Пружність насичених водяних парів при різній температурі повітря

Темпе- ратура, °C	Пружність парів, мм.рт. ст..	Темпе- ратура, °C	Пружність парів, мм.рт. ст..	Темпе- ратура, °C	Пружність парів, мм.рт. ст..
10	9,14	18	14,93	26	24,96
11	9,77	19	16,32	27	26,47
12	10,43	20	17,36	28	28,07
13	11,14	21	18,47	29	29,74
14	11,88	22	19,63	30	31,51
15	12,67	23	20,86	31	32,37
16	13,51	24	22,06	32	35,32
17	14,40	25	23,52	33	37,37

Таблиця 1.3 – Психрометричний коефіцієнт α

V, м/с	0,13	0,16	0,20	0,30	0,40	0,80	2,30	4,00
α	0,0013	0,0012	0,0011	0,010	0,0009	0,0008	0,0007	0,00067

Вимірювання швидкості руху повітря здійснюється анемометрами. За видом рухової частини їх поділяють на чашкові та крильчасті (рисунок 1.3). Чашковий анемометр дозволяє робити заміри швидкості руху повітря від 1 до 20 м/с, крильчастий застосовується при замірах швидкості від 0,5 до 5 м/с.

Вимірювання атмосферного тиску здійснюють барометром-анероїдом. Дія його заснована на здатності мембранної анероїдної коробки деформуватися при зміні атмосферного тиску. Лінійні переміщення мембрани перетворюються передаючим важільним механізмом у кутові переміщення стрілки приладу. Шкала градуйована у міліметрах ртутного стовпчика або у Па (рисунок 1.4). Для автоматичного вимірювання тиску використовуються барографи.

Для моніторингу параметрів мікроклімату робочих приміщень використовують автоматичні стації (рисунок 1.5).

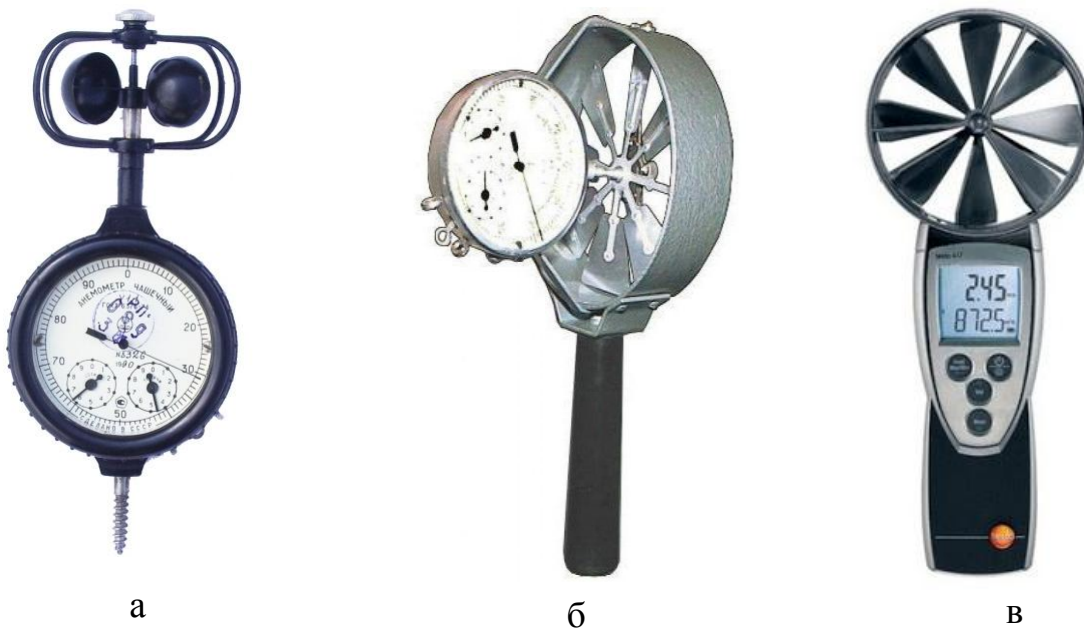


Рисунок 1.3 – Анемометри: а- чашковий, б – крильчастий, в – цифровий.



Рисунок 1.4 – Барометри: а – барометр-анероїд, б – цифровий.



Рисунок 1.5 – Автоматична метеостанція TFA 351095 Sinus.

Згідно [14] встановлюють норми мікроклімату виробничих приміщень, які можуть бути оптимальними і допустимими.

Оптимальні мікрокліматичні умови – це такі параметри мікроклімату, які при тривалому і систематичному впливі на людину забезпечують зберігання нормального теплового стану організму без активації терморегуляції. Вони забезпечують стан теплового комфорту і створюють умови для високого рівня працездатності.

Допустимі мікрокліматичні умови – це такі показники мікроклімату, які при тривалому і систематичному впливі на людину можуть викликати зміни теплового стану організму, що швидко зникають і нормалізуються; вони супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції в межах фізіологічної адаптації. При цьому може виникнути деяке зниження працездатності, але пошкодження або порушення здоров'я у людини це не викликає.

Нормування параметрів мікроклімату у виробничих приміщеннях здійснюють в залежності від періоду року та категорії робіт за енерговитратами працюючого (таблиця 1.4).

Календарний рік поділяється на два періоди:

– холодний період – період року, коли середньодобова температура зовні приміщення нижча за $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$;

– теплий – середньодобова температура зовні приміщення становить $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ і вище.

За важкістю та енерговитратами роботи класифікують на такі категорії:

I категорія – легка, роботи, що виконуються сидячи (I а), стоячи, або пов'язані із ходьбою, але не потребують систематичного напруження або піднімання та перенесення вантажів (I б); енерговитрати за таких робіт відповідно складають 105...140 Дж/с (I а) та 138...174 Дж/с (I б). Це роботи користувачів комп'ютерів, основні процеси точного приладобудування тощо.

II категорія – роботи середньої важкості, що виконуються сидячи, стоячи, або пов'язані із ходьбою, але не потребують перенесення вантажів (II а) та роботи, пов'язані із ходьбою і перенесенням вантажів вагою до 10 кг (II б); енерговитрати відповідно складають 175...232 Дж/с (II а) та

232...290 Дж/с (ІІ б). Це роботи у механічних цехах.

ІІІ категорія – важкі роботи, пов’язані з перенесенням вантажів, вагою понад 10 кг і систематичним напруженням; енерговитрати – більше 290 Дж/с. Це роботи у ковальських цехах з ручною ковкою, немеханізовані роботи у ливарних цехах тощо.

Оптимальні умови мікроклімату, як правило, досягаються за умов використання промислових кондиціонерів. Оптимальні параметри мікроклімату повинні підтримуватись в приміщеннях, пов’язаних з виконанням нервово-емоційних робіт, що потребують підвищеної уваги (диспетчерські, приміщення, де працюють із комп’ютерами, кабінети діагностики, пульти управління технологічними процесами, хімічні лабораторії, бухгалтерії, конструкторські бюро). Для таких робіт оптимальна температура повітря – +22 – +24°C; його відносна вологість – 40 – 60%; швидкість руху – не більше 0,1 м/с. Перелік інших виробничих приміщень, у яких повинні вимагатись оптимальні норми мікроклімату, визначається галузевими документами, погодженими із органами санітарного нагляду у встановленому порядку.

Допустимі значення показників мікроклімату встановлюються у випадках, коли за технологічними вимогами, технічними та економічними причинами не можна забезпечити оптимальні норми.

Виміри показників мікроклімату повинні проводитись на початку, в середині і в кінці холодного і теплого періодів року, не менше трьох разів за робочу зміну. При коливаннях показників мікроклімату, пов’язаних з технологічними процесами та іншими причинами, виміри необхідно проводити також при найменших і найбільших значеннях термічних навантажень на працюючих, що мають місце протягом робочої зміни.

Температуру, відносну вологість і швидкість руху повітря вимірюють на висоті 1,0 м (для сидячих робіт) і 1,5 м (для стоячих робіт) від підлоги, або робочого майданчика.

Таблиця 1.4 – Допустимі значення показників мікроклімату робочої зони

Період року	Категорія робіт	Температура, °С				Відносна вологість W, % постійні і непостійні р.м.	Швидкість руху повітря V, м/с постійні і непостійні р.м
		Верхня межа		Нижня межа			
		постійне р.м.*	непостійне р.м.*	постійне р.м.	непостійне р.м.		
Холодний	Ia	25	26	21	18	75	не більше 0,1
	Iб	24	25	20	17	75	не більше 0,2
	IIa	23	24	17	15	75	не більше 0,3
	IIб	21	23	15	13	75	не більше 0,4
	III	19	20	13	12	75	не більше 0,5
Теплий	Ia	28	30	22	20	55 за 28°C	0,1-0,2
	Iб	28	30	21	19	60 за 27°C	0,1-0,3
	IIa	27	29	18	17	65 за 26°C	0,2-0,4
	IIб	27	29	15	15	70 за 25°C	0,2-0,5
	III	26	28	15	13	75 за 24°C	0,5-0,6

Основні заходи та засоби нормалізації параметрів мікроклімату:

- удосконалення технологічних процесів та устаткування (впровадження нових технологій, які не пов'язані з проведенням робіт в умовах інтенсивного нагріву дозволить зменшити виділення тепла у виробничі приміщення);
- раціональне розміщення технологічного устаткування (найкращим є розміщення обладнання, що виділяє тепло, в ізольованих приміщеннях або на відкритих майданчиках);
- автоматизація та дистанційне керування технологічними процесами;
- раціональна вентиляція, опалення та кондиціонування повітря;
- раціоналізація режимів праці та відпочинку;
- застосування теплоізоляції устаткування та захисних екранів;
- використання засобів індивідуального захисту (спецодяг повинен бути повітро- та вологопроникним, мати зручний крій; для роботи в екстремальних умовах застосовують спеціальні костюми з металізованої тканини; для захисту очей – окуляри; обличчя – маски з прозорим екраном).

Для створення нормальних умов виробничої діяльності необхідно забезпечити не лише комфортні метеорологічні умови, а й необхідну чистоту повітря.

Одиниця об'єму чистого атмосферного повітря містять у собі такі компоненти: азот 78,08 %, кисень 20,94 %, вуглекислий газ 0,04 %, аргон та інші інертні гази 0,94 % і водяну пару. При такому складі повітря організм людини перебуває у нормальному фізіологічному стані.

Внаслідок виробничої діяльності у повітряне середовище приміщень можуть надходити різноманітні шкідливі речовини, що використовуються в технологічних процесах.

Шкідлива речовина (ШР) – це речовина, що контактуючи з організмом людини, може спричинювати захворювання чи відхилення у стані здоров'я як під час впливу речовини, так і в подальший період життя теперішнього і наступних поколінь.

Концентрація шкідливих речовин у повітрі робочої зони не повинна перевищувати певну межу – гранично допустиму концентрацію (ГДК). Вимірюється ГДК у мг/м³ (за кордоном оцінюється в млн⁻¹). При одночасному знаходженні в повітрі декількох шкідливих речовин однонаправленої дії, близьких за хімічним складом і характером біологічної дії на організм людини (наприклад, діоксиди сірки і азоту, діоксид сірки і сірководень), повинна виконуватись умова:

$$\frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n} \leq 1, \quad (1.3)$$

де C_n – концентрації шкідливих речовин у повітрі, мг/м³; $ГДК_n$ – гранично допустимі концентрації відповідних шкідливих речовин, мг/м³.

Для забезпечення оптимальних умов праці на виробництві використовується також вентиляція приміщень.

Вентиляція – це видалення повітря з приміщення і заміна його свіжим, в необхідних випадках, обробленим повітрям. Вентиляція створює умови повіт-

ряного середовища, сприятливі для здоров'я і самопочуття людини, що відповідають вимогам технологічного процесу.

За способом переміщення повітря вентиляція поділяється на два види: природну; механічну.

За способом організації повітрообміну вентиляція може бути: місцевою; загальнообмінною.

За принципом дії вентиляційне устаткування поділяється на:

- витяжне у (загальне і місцеве);
- припливне воно буває місцеве (повітряні душові ванни, оазиси, завіси) і загальне.

Основні заходи та засоби попередження забруднення повітря робочої зони:

- вилучення шкідливих речовин у технологічних процесах, заміна їх менш шкідливими;
- удосконалення технологічних процесів та устаткування;
- автоматизація і дистанційне керування технологічними процесами;
- герметизація виробничого устаткування, робота технологічного устаткування під розрідженням, локалізація шкідливих виділень за рахунок місцевої вентиляції та ін. засобів;
- нормальне функціонування систем опалення, загальнообмінної вентиляції, кондиціонування повітря, очищення викидів;
- попередні та періодичні медичні огляди робітників, які працюють у шкідливих умовах, профілактичне харчування, дотримання правил особистої гігієни;
- контроль за вмістом шкідливих речовин у повітрі робочої зони;
- використання засобів індивідуального захисту.

1.3 Експериментальна частина

1.3.1. Виміряти температуру повітря за допомогою термометру. При наявності місцевих тепловиділень користуватися парним термометром.

1.3.2. Виміряти вологість повітря. Для визначення відносної вологості повітря за аспіраційним анемометром необхідно за допомогою піпетки змочити марлю вологого (правого) термометра. Ввімкнути до розетки аспіраційний психрометр. Через 7–8 хвилин зняти показання обох термометрів, їх значення занести до таблиці 1.5. Визначити відносну вологість за психометричним графіком (рисунок 1.6), розрахунком (формула 1.2), за таблицею 1.6. Для оцінки за розрахунком визначити барометричний тиск. Порівняти отримані результати.

Таблиця 1.5 – Відносна вологість повітря

Температура $t, ^\circ\text{C}$		Відносна вологість $W, \%$		
за сухим термометром	за вологим термометром	за графіком	за таблицею	за розрахунком

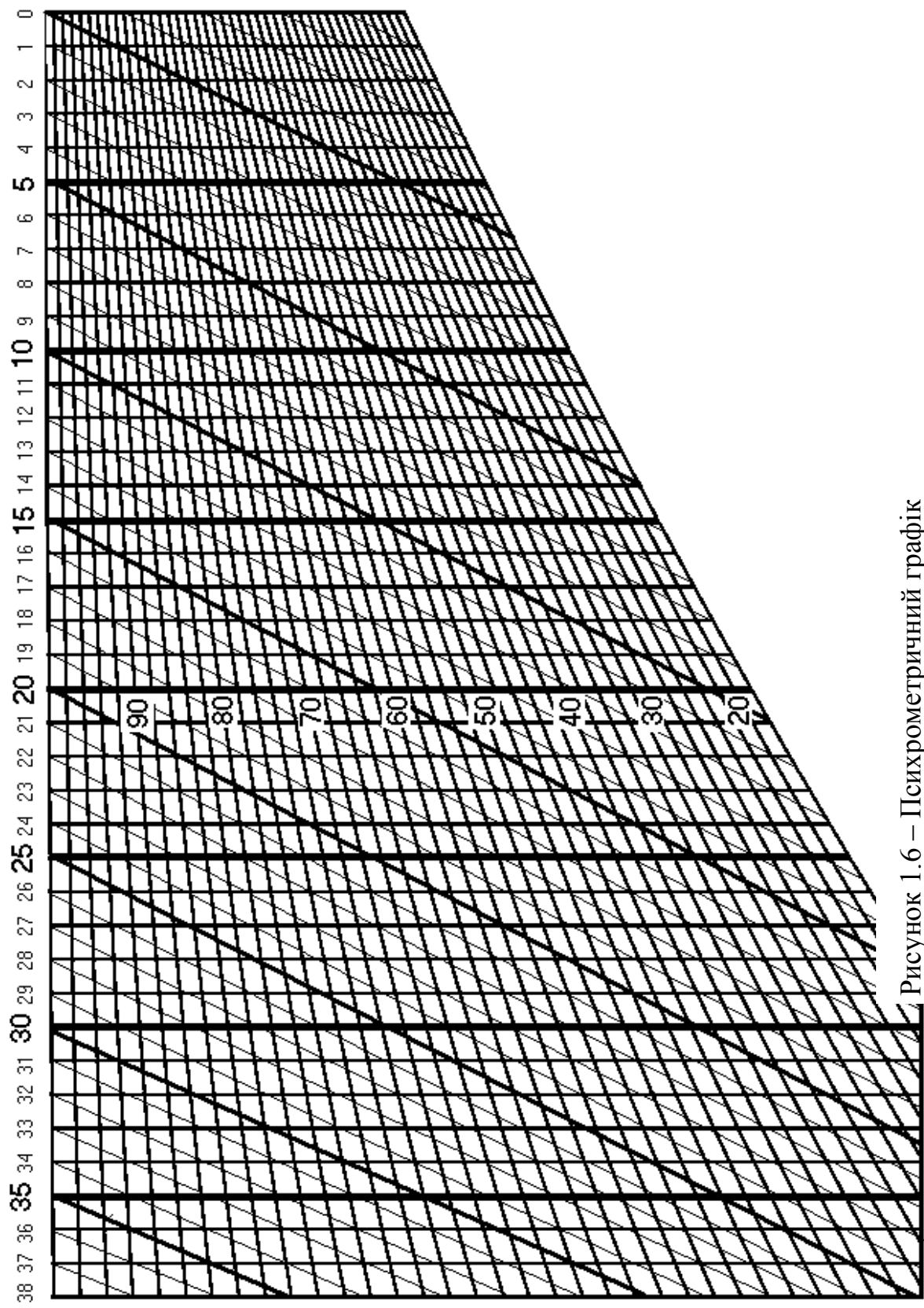


Рисунок 1.6 – Психрометричний графік

Таблиця 1.6 – Психрометрична таблиця для температур від 0 до +25⁰С за вологим термометром аспіраційного психрометра

Показання вологого термометра	Різниця у показаннях сухого та вологого термометрів, ⁰ С												
	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
0	100	90	81	73	64	57	50	43	36	31	26	20	16
1	100	90	82	74	66	59	52	45	39	33	29	23	19
2	100	90	83	75	67	61	54	47	42	35	31	26	23
3	100	90	83	76	69	63	56	49	44	39	34	29	26
4	100	91	84	77	70	64	57	51	46	41	36	32	28
5	100	91	85	78	71	65	59	54	48	43	39	34	30
6	100	92	85	78	72	66	61	56	50	45	41	35	33
7	100	92	86	79	73	67	62	57	52	47	43	39	35
8	100	92	86	80	74	68	63	58	54	49	45	41	37
9	100	93	86	81	75	70	65	60	55	51	47	43	39
10	100	94	87	82	76	71	66	61	57	53	48	45	41
11	100	94	88	82	77	72	67	62	58	55	50	47	43
12	100	94	88	82	78	73	68	63	69	56	52	48	44
13	100	94	88	83	78	73	69	64	61	57	53	50	46
14	100	94	89	83	79	74	70	66	62	58	54	51	47
15	100	94	89	84	80	75	71	67	63	59	55	52	49
16	100	95	90	84	80	75	72	67	64	60	57	53	50
17	100	95	90	84	81	76	73	68	65	61	58	54	53
18	100	95	90	85	81	76	74	69	66	62	59	56	53
19	100	95	91	85	82	77	70	60	63	60	57	54	51
20	100	95	90	85	81	76	75	71	67	64	61	58	55
21	100	95	91	86	83	79	75	71	68	65	62	59	56
22	100	95	91	87	83	79	76	72	69	65	63	60	57
23	100	95	91	87	83	79	76	72	69	65	63	61	58
24	100	96	92	88	84	80	77	73	70	77	64	62	59
25	100	96	92	88	84	81	77	74	70	68	65	63	59

1.3.3. Виміряти швидкість руху повітря. При вимірах механічними анемометрами результати заносяться до таблиці 1.7. Методика проведення вимірів наступна: беруть початковий відлік по всім шкалам лічильника анемометру (тисячі, сотні, одиниці) і записують, встановлюють анемометр на місці заміру і через 10–15 с (коли крильця чи чашечки почнуть рухатись з постійною швидкістю) вмикають одночасно анемометр і секундомір, через 100 с анемометр вмикають і беруть кінцевий відлік по всім шкалам. Для більшої точності провести три заміри. Після кожного із трьох замірів розраховується різниця між кінцевим та початковим відрахунками. Отримані результати складаються і діляться на сумарний час замірів. Визначив кількість поділок шкали, які приходяться на одну секунду визначають швидкість руху повітря за калібрувальним графіком (рисунок 1.7).

Таблиця 1.7 – Визначення швидкості руху повітря

Відліки за анемометром			Час заміру, с	Число поді- лок ,1/с	Швидкість руху по- вітря, м/с
початко- вий	кінцевий	різниця			

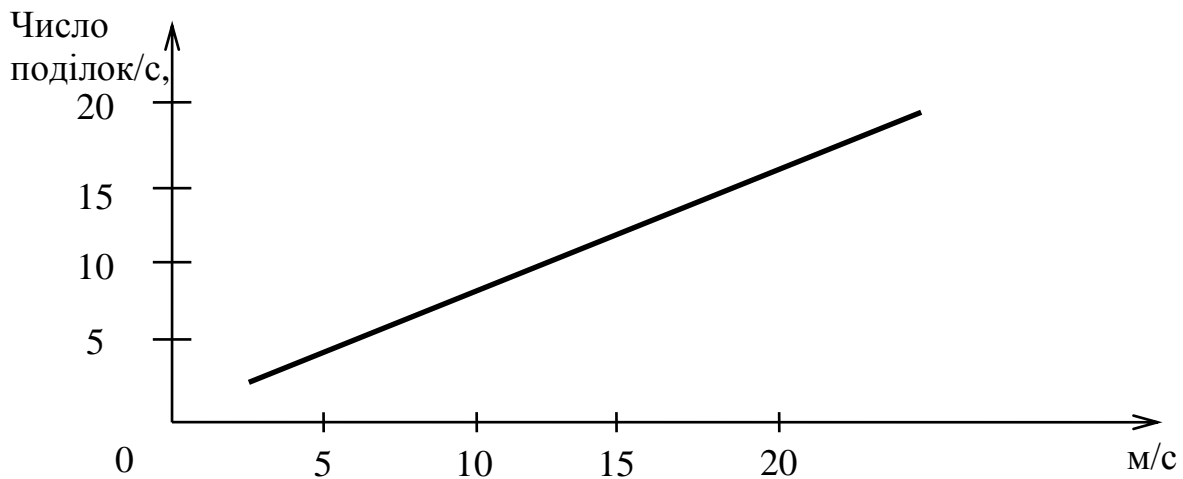


Рисунок 1.7 – Графік переводу показань лічильника анемометра у показання швидкості руху повітря

1.3.4. Оцінити можливість виконання робіт певної категорії (за вказівкою викладача).

1.3.5. Визначити охолоджуючу дію вітру на організм людини поза приміщенням (за даними вказаними викладачем) за номограмою (рисунок 1.8) ефективних та еквівалентних температур. Вказати можливість відмороження людини за таблицею 1.8.

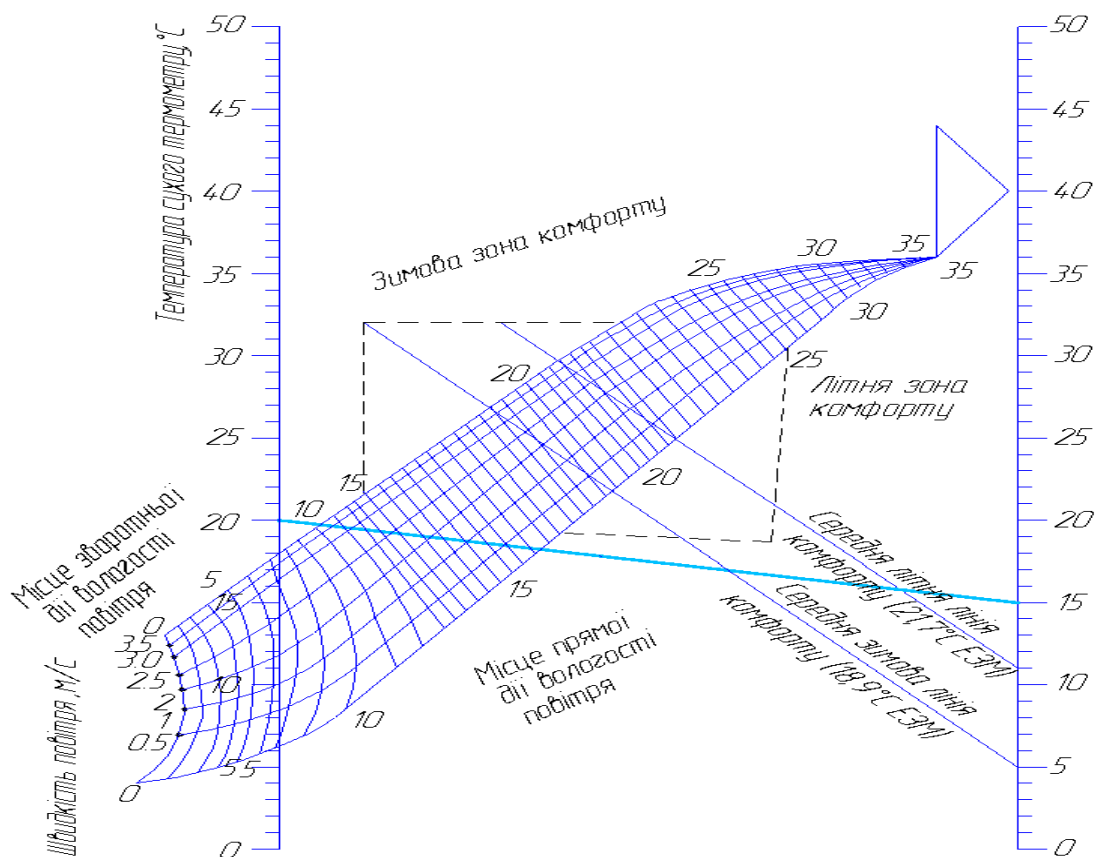


Рисунок 1.8 – Номограма ефективно-еквівалентних температур

Таблиця 1.8 – Охолоджуюча дія вітру виражена через еквівалентну температуру

Показання термометра, °C	Еквівалентні температури повітря у штиль, °C при швидкості вітру, м/с								Небезпека відмороження
	0	2,2	4,4	6,6	8,8	11,0	13,3	15,4	
+10	+10	+8,9	4,4	6,6	0,0	-1,1	-2,2	-2,8	Мала
+4,4	+4,4	+2,8	-2,2	-5,6	-7,8	-8,9	-10,6	-11,7	
-1,1	-1,1	-2,8	-8,9	-12,8	-15,6	-17,8	-18,9	-20,0	
-6,7	-6,7	-8,9	-15,6	-20,6	-23,3	-26,1	-27,8	-28,9	
-12,2	-12,2	-14,4	-22,8	-27,8	-31,7	-33,9	-36,1	-37,2	Підвищена
-17,8	-17,8	-20,7	-29,4	-35,6	-39,4	-42,2	-44,5	-46,1	
-23,3	-23,3	-26,1	-36,1	-42,8	-47,2	-50,6	-52,8	-55,0	
-28,8	-28,8	-32,0	-43,2	-49,5	-55,0	-58,9	-61,7	-63,3	Найбільша
-34,4	-34,4	-37,6	-50,0	-57,8	-63,3	-66,7	-70,0	-72,2	
-40,0	-40,0	-44,0	-56,7	-65,0	-71,0	-75,6	-78,3	-80,6	
-45,5	-45,5	-49,4	-63,9	-72,8	-78,9	-83,3	-87,2	-89,4	
-51,1	-51,1	-55,6	-70,6	-80,0	-86,7	-91,7	-95,6	-98,3	

1.4. Висновки. Експериментально визначені параметри мікроклімату: температура ...⁰С, відносна вологість повітря ...%, швидкість руху повітря ...м/с, які (не)перевищують нормативні та допустимі параметри для категорії робіт ..., а також еквівалентну температуру при вітрі ... м/с і зовнішній температурі повітря –...⁰С, яка складає –...⁰С, що свідчить про (не)можливість відмороження людини при знаходженні ззовні приміщення.

1.5 Тестові запитання для контролю СР

1. Дайте визначення поняттю “робоче місце”.
2. Що відноситься до параметрів мікроклімату робочих місць?
3. Як відбувається нормування параметрів мікроклімату?
4. В чому різниця між оптимальними та допустимими параметрами мікроклімату робочих приміщень?
5. Якими приладами визначається відносна вологість повітря?
6. Які прилади існують для визначення руху повітря?
7. Дайте визначення поняттю “шкідлива речовина”.
8. Яка умова повинна виконуватись для шкідливих речовин однонаправленої дії?
9. Вкажіть які види вентиляції можуть використовуватись в приміщеннях.
10. Для чого використовується номограма ефективних та еквівалентних температур?

Лабораторна робота 2

2 Дослідження природного освітлення робочих місць.

2.1 Мета роботи: набути практичних навичок у вимірюванні та розрахунку необхідного природного освітлення в залежності від характеру зорових робіт, що проводяться у виробничому приміщенні.

2.2 Короткі теоретичні відомості

Зоровий аналізатор людини відіграє значну роль в її життєдіяльності, зокрема в отриманні інформації, що надходить від подразників зовнішнього світу (60-70%).

Практично будь-яка робота потребує відповідного навантаження зорового аналізатора, що викликає несприятливі зміни у центральній нервовій системі і викликає швидке стомлення всього організму.

Недостатня освітленість або її надмірність викликає ускладнення при виконанні технологічних процесів і часто може бути причиною захворювань органів зору та нещасних випадків на виробництві. Тому організація раціонального освітлення на робочих місцях є важливим чинником превентивного попередження травматизму. Раціональне освітлення повинне відповідати наступним умовам: бути достатнім, рівномірним; не утворювати тіней на робочій поверхні; не засліплювати працюючого; напрямок світлового потоку повинен відповідати зручному виконанню роботи.

Природне освітлення – це освітлення приміщень розсіяним світлом

небосхилу. У всіх приміщеннях, де постійно перебуває людина, передбачається природне освітлення, яке забезпечується боковим, верхнім та комбінованим освітленням.

Бокове природне освітлення – освітлення приміщення через світлові прорізи (вікна) у зовнішніх стінах.

Верхнє природне освітлення – освітлення приміщення через світлові ліхтарі, прорізи в дахах та перекриттях.

Комбіноване природне освітлення – поєднання бокового та верхнього освітлення.

Освітлення приміщень природнім світлом залежить від світлового клімату даної місцевості, орієнтації вікон, якості і вмісту віконного скла, кольору стін, глибини приміщення, розмірів світлової поверхні вікон, а також предметів, які закривають світло. При цьому користуються наступними визначеннями.

Робоча поверхня – поверхня, на якій проводиться робота та нормується або вимірюється освітленість.

Умовна робоча поверхня – умовно прийнята горизонтальна поверхня, розташована на висоті 0,8 м від рівня підлоги.

Об'єкт розрізнення – предмет або його частина, які потрібно розрізнити в процесі роботи.

Розмір об'єкта розрізнення – найменший розмір, який має чітко розрізнити око під час виконання конкретної роботи (наприклад, товщина ліній шрифту при читанні або товщина ліній при кресленні).

Природне освітлення всередині приміщень оцінюють коефіцієнтом природного освітлення (КПО) – $e, \%$, він характеризує освітлення ряду точок, розміщених на перетині вертикальної площини характерного перерізу приміщення з горизонтальною площиною, яка знаходиться на висоті одного метру над рівнем підлоги:

$$\text{КПО} = E_{\text{вн}}/E_3 \cdot 100\% \quad (2.1)$$

де: $E_{\text{вн}}$ – освітленість у середині приміщення (внутрішня), лк;

E_3 – освітленість розсіяним світлом зовні, лк.

Природне освітлення виробничих та побутових приміщень нормується згідно [15]. При нормуванні природної освітленості визначаються: найменший розмір об'єкту розрізнення, розряд зорової роботи, нормований коефіцієнт природної освітленості.

Нормовані значення КПО залежать від розряду зорової роботи окремо для бокового освітлення і для верхнього або комбінованого. Розряд зорових робіт (таблиця 2.1) залежить від найменшого розміру об'єкта розрізнення.

Таблиця 2.1 – Розряди зорової роботи

Розряд зорової роботи	Розмір об'єкта розрізнення	Характеристика роботи
I	< 0,15мм	найвищої точності
II	0,15...0,3мм	дуже високої точності
III	0,3...0,5мм	високої точності
IV	0,5...1мм	середньої точності
V	1...5мм	малої точності
VI	> 5мм	дуже малої точності
VII	> 0,5мм	робота з матеріалами, що світяться
VIII		загальне спостереження за ходом технологічного процесу

Нормовані значення КПО залежать від поясу світлового клімату. Світловий клімат – сукупність умов природного освітлення в тій чи іншій місцевості за період понад 10 років. З метою урахування особливостей світлового клімату в різних географічних зонах України використовують п'ять поясів світлового клімату (рисунок 2.1).



Рисунок 2.1 – Карта світлокліматичного районування території України.

Нормовані значення КПО (e_n) для будівель, розташованих у I, II, IV та V поясах світлового клімату, визначаються за формулою:

$$e_n = e \cdot m, \quad (2.2)$$

де e – значення КПО за таблицею 2.2; m – коефіцієнт світлового клімату за таблицею 2.3.

Таблиця 2.2 – Вимоги до освітлення виробничих приміщень (згідно ДБН В.2.5-28:2018)

Характеристика зорових робіт	Найменший розмір об'єкта розпізнавання, мм	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Штучне освітлення	Природне освітлення
				Освітленість, лк	КПО, %
				загальне освітлення	мінімальне бокове освітлення
Високої точності	0,3-0,5	III	а	500	–
			б	300	
			в	300	
			г	200	
Середньої точності	0,5-1	IV	а	300	1,5
			б	200	
			в	200	
			г	200	
Малої точності	1-5	V	а	300	1,0
			б	200	
			в	200	
			г	200	
Груба	Більше 5	VI	–	200	1,0

Таблиця 2.3 – Значення коефіцієнту світлового клімату

Світлокліматичний район	Значення m для світло прорізів								
	Вертикальних орієнтованих на:								орієнтованих на зеніт
	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	
I	1,99	0,96	1,00	1,02	1,03	1,02	1,01	0,96	0,99
II	1,05	1,09	1,14	1,16	1,18	1,17	1,15	1,09	1,12
III	1,07	1,12	1,18	1,22	1,23	1,22	1,20	1,12	1,17
IV	1,15	1,21	1,28	1,32	1,33	1,32	1,29	1,21	1,26

Примітка: Пн – північ, ПнС – північ-схід, ПдС – південь-схід, Пд – південь, ПдЗ – південь-захід, З – захід, ПнЗ – північ-захід.

При *односторонньому* боковому природному освітленні нормується мінімальне значення КПО в точці, розташованій на відстані 1 м від стіни, що знаходиться якнайдалі від світлових прорізів (вікон), але не більше 12-ти метрів від них. Для приміщень із *двостороннім* бічним освітленням нормується мінімальне значення КПО у точці посередині приміщення на перерізі вертикальної

площини характерного розрізу приміщення та умовної робочої поверхні. При *верхньому* освітленні нормується середнє значення КПО. У разі комбінованого освітлення допускається розподіл приміщення на зони з бічним (прилеглі до зовнішніх стін з вікнами) та верхнім освітленням. Нормування та розрахунок природного освітлення у кожній зоні проводиться окремо.

Мінімальний коефіцієнт природного освітлення в залежності від виконаної роботи при вертикальному і комбінованому освітленні повинен складати 2 – 10%, а при боковому освітленні 0,5– 3,5%.

Нерівномірність природного освітлення – це величина відношення середнього значення КПО до його найменшого значення у межах даного приміщення (не повинна перевищувати 3).

Нерівномірність природного освітлення не нормується:

- для приміщень з боковим освітленням;
- у разі виконання робіт VII і VIII розрядів при верхньому або комбінованому освітленні;
- для допоміжних приміщень.

Нормований рівень природної освітленості забезпечується *площею світлових отворів* у зовнішніх огородженнях на основі розрахунків при проектуванні.

При боковому освітленні через вікна:

$$S_b = (e_n^{IV} \cdot K_{буд} \cdot K_3 \cdot \eta_b S_{п}) / (\tau_0 \cdot r_1 \cdot 100); \quad (2.3)$$

де і S_b – площі ліхтарів вікон, m^2 ; $S_{п}$ – площа підлоги, m^2 ; $K_{буд}$ – коефіцієнт, що враховує затінення вікон напроти стоячими будівлями, приймається в межах 1...1,5; K_3 – коефіцієнт запасу, приймається 1,5...2; η_b – коефіцієнт, що характеризує світлову характеристику вікон (таблиця 2.4), τ_0 – загальний коефіцієнт світлопропускання:

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5, \quad (2.4)$$

де τ_1 – коефіцієнт світлопропускання матеріалу (визначається за таблицею 2.5);

τ_2 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у віконній рамі (визначається за таблицею 2.5);

τ_3 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у несучих конструкціях (при боковому освітленні $\tau_3=1$; при верхньому – $\tau_3=0,8-0,9$);

τ_4 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у сонцезахисних пристроях (визначається за таблицею 2.5);

τ_5 – коефіцієнт, що враховує втрати світла у захисній сітці, яка встановлюється під ліхтарями (приймається рівним 0,9).

r_1, r_2 – коефіцієнти, що враховують підвищення КПО за рахунок відбиття відповідно при боковому і верхньому освітленні (значення r_1 в таблиці 2.6);

Таблиця 2.4 – Значення світлової характеристики вікон η_B при боковому освітленні

Відношення довжини приміщення (L) до його глибини (B)	Відношення глибини приміщення (B) до висоти від рівня робочої поверхні до верхнього краю вікна (h)							
	1	1,5	2	3	4	5	7,5	10
4 і більше	6,5	7	7,5	8	9	10	11	12,5
3	7,5	8	8,5	9,6	10	11	12,5	14
2	8,5	9	9,5	10,5	11,5	13	15	17
1,5	9,5	10,5	13	15	17	19	21	23
1	11	15	16	18	21	23	26,5	29
0,5	18	23	31	37	45	54	66	–

Таблиця 2.5 – Значення коефіцієнтів τ_1 τ_2 τ_4

Вид світло пропускнуго матеріалу	Значення τ_1	Вид віконної рами	Значення τ_2	Сонцезахисні пристрої	Значення τ_4
Скло віконне листове:		Віконні рами для промислових будівель:		Регульовані жалюзі та штори (внутрішні, зовнішні)	1
одинарне	0,9				
подвійне	0,8				
потрійне	0,75	а) дерев'яні:		Стаціонарні жалюзі та екрани з захисним кутом не більше 45°:	
Скло листове:		одинарні	0,75		
армоване	0,6	спарені	0,7		
з візерунком	0,65	подвійні окремі	0,6		
сонцезахисне	0,65	б) металеві:		- горизонтальні	0,65
контрастне	0,75	одинарні		- вертикальні	0,75
Органічне скло:		(відкриваються)	0,75	Горизонтальні козирки:	
прозоре	0,9	одинарні (глухі)	0,9		
молочне	0,6	подвійні (відкриваються)	0,6	- з захисним кутом не більше 30°	0,8
Пустотілі скляні блоки:		подвійні (глухі)		- з захисним кутом від 15 до 45° (багатоступеневі)	0.6-0,9
світлорозсіюючі	0,5				
прозорі	0,55				
Склопакети	0,8				

Таблиця 2.6 – Значення коефіцієнта τ_1

В/h	l/B	Значення τ при боковому освітленні								
		Середній коефіцієнт відбиття ρ_{cp} стелі, стін і підлоги								
		0,5			0,4			0,3		
		Відношення довжини приміщення L до його глибини B								
		0,5	1	2 i >	0,5	1	2 i >	0,5	1	2 i >
Від 1 до 1,5	0,1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1,05	1	1
	0,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,2	1,1	1,1
	1,0	2,1	1,9	1,5	1,8	1,6	1,3	1,4	1,3	1,2
> 1,5 до 2,5	0,1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1
	0,3	1,3	1,2	1,1	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,05
	0,5	1,85	1,6	1,3	1,5	1,35	1,2	1,3	1,2	1,1
	0,7	2,25	2	1,7	1,7	1,6	1,3	1,55	1,35	1,2
	1,0	3,8	3,3	2,4	2,8	2,4	1,8	2	1,8	1,5
> 2,5 до 3,5	0,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1	1	1	1	1
	0,3	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1	1,1	1,1	1,05
	0,5	1,6	1,45	1,3	1,35	1,25	1,2	1,25	1,15	1,1
	0,7	2,6	2,2	1,7	1,9	1,7	1,4	1,6	1,5	1,3
	0,9	5,3	4,2	3	2,9	2,45	1,9	2,2	1,85	1,5
	1,0	7,2	5,4	4,3	3,6	3,1	2,4	2,6	2,2	1,7
> 3,5	0,1	1,2	1,15	1,1	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1
	0,2	1,4	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,1	1,05	1,05
	0,3	1,75	1,5	1,3	1,4	1,3	1,2	1,25	1,2	1,1
	0,4	2,4	2,1	1,8	1,6	1,4	1,3	1,4	1,3	1,2
	0,5	3,4	2,9	2,5	2	1,8	1,5	1,7	1,5	1,3
	0,6	4,6	3,8	3,1	2,4	2,1	1,8	2	1,8	1,5
	0,7	6	4,7	3,7	2,9	2,6	2,1	2,3	2	1,7
	0,8	7,4	5,8	4,7	3,4	2,9	2,4	2,6	2,3	1,9
	0,9	9	7,1	5,6	4,3	3,6	3	3	2,6	2,1
	1,0	10	7,3	5,7	5	4,1	3,5	3,5	3	2,5

Примітка: В – глибина приміщення; h – висота від рівня умовної робочої поверхні до верхнього краю вікна; l – відстань розрахункової точки (точка, яка знаходиться на відстані 1м від стіни, що розташована навпроти стіни з вікнами) до зовнішньої стіни.

2.3 Експериментальна частина

Контроль за рівнем освітленості в приміщеннях і його відповідність встановленим нормам здійснюють за допомогою спеціальних приладів люксметрів (рисунок 2.2).

В роботі для дослідження природної освітленості використовується пе-

реносний люксметр Ю116. Основними складовими люксметру є стрілочний прилад магнітоелектричної системи (б), та селеновий фотоелемент Ф550 площею 30 см² (5) з насадками (1-4).

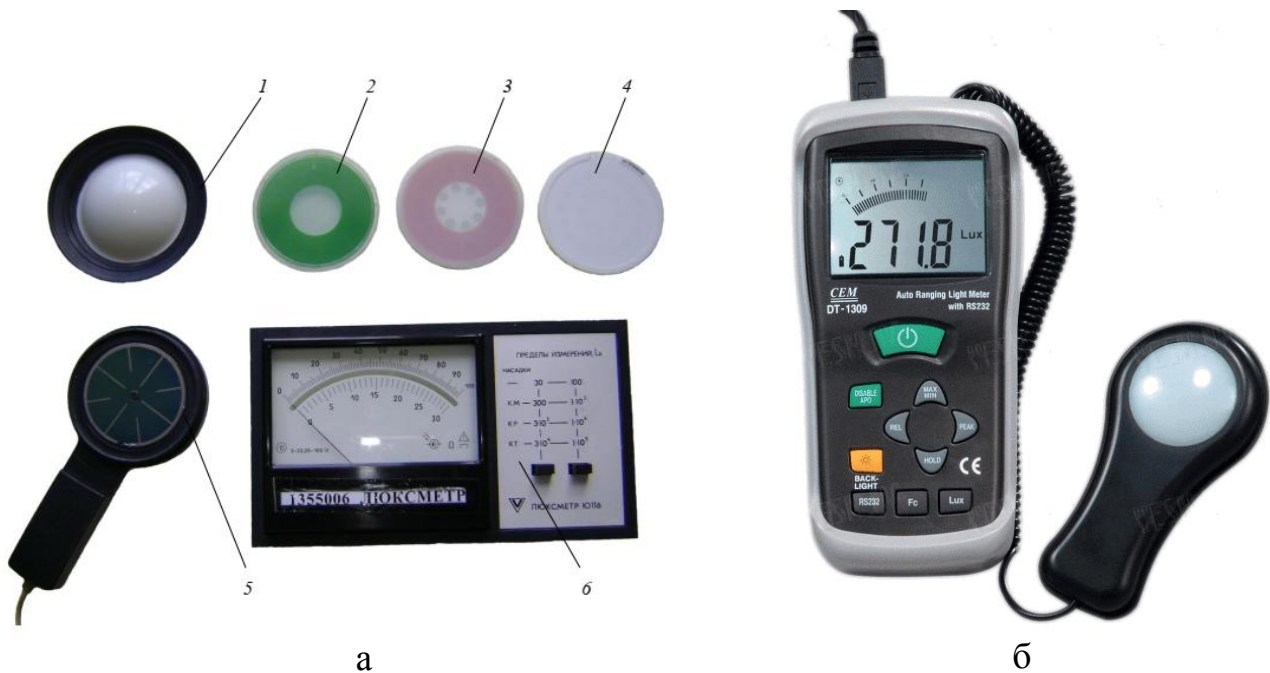


Рисунок 2.2 – Люксметри: а - Ю-116, б - DT-1309

Стрілочний прилад має дві шкали «0 – 30» (діапазон вимірювання 5-30 лк) та «0 – 100» (діапазон вимірювання 20-100 лк).

Насадки-поглиначі світла *K, M, P, T* рисунок 2.2 (а): 1 - *K* – напівсферична насадка для зменшення конусної похибки; 2-3 - *M, P, T* – насадки для розширення діапазону вимірювань. Комбінація насадки *K* з кожною із насадок *M, P, T* утворює три фільтри-поглиначі світла з загальними коефіцієнтами ослаблення відповідно 10, 100, 1000 (таблиця 2.7).

Таблиця 2.7 – Діапазони вимірювання люксметра Ю116

Насадка	Коефіцієнт послаблення	Діапазони вимірювань, лк
К	1	5-30
		20-100
KM	10	50-300
		200-1000
KP	100	500-3000
		2000-10000
KT	1000	5000-30000
		20000-100000

Принцип дії люксметра базується на фотоелектричному ефекті. Світловий потік, що падає на фотоелемент (5), викликає появу електричного струму, який вимірюється стрілочним приладом (б) Величина струму залежить від

рівня освітленості.

При проведенні роботи, для виключення впливу штучного освітлення, необхідно відключити джерела штучного освітлення від мережі живлення.

Для підготовки люксметра до вимірювань встановити стрілочний прилад (б) у горизонтальне положення, перевірити чи знаходиться стрілка приладу на нульовій поділці шкали (при відключеному фотоелементі 5). Для попередження перевантаження приладу необхідно почати вимірювання природного освітлення з 3 діапазону «10», увімкнувши відповідну кнопку на передній панелі люксметра і встановивши на фотоелемент насадки *K* і *T*. Якщо стрілка відхиляється менше ніж на 20 поділок (за верхньою шкалою), замінити насадку *T* на насадку *P*, а при необхідності на насадку *M*.

Для більшості цифрових люксметрів діапазон виміру встановлюється автоматично після його увімкнення. Крім того в сучасних смартфонах передбачається функція вимірювання освітленості, але через відносну точність виміру їх використання не рекомендується.

Визначення природного освітлення проводиться у приміщенні, в якому, починаючи від вікна на підлозі розміщені п'ять точок вимірювання через кожний метр углиб приміщення (не допускати при вимірюванні затінення та потрапляння прямого сонячного променя на світлочутливу поверхню фотоелемента).

2.3.1. Виміряти довжину *L* ширину *B* та висоту *H* приміщення (м). Глибина приміщення - відстань від стіни з світловими прорізами до стіни навпроти. Виміряти фактичну площу вікон в приміщенні. Розрахувати необхідну площу вікон за формулою 2.3. Результати вимірювань та розрахунків занести в таблицю 2.8.

Таблиця 2.8 – Результати проведених експериментів

Фактична площа вікон, м ²	Розрахована площа вікон, м ²	Відстань точок вимірювання від вікна, м	Освітленість усередині приміщення (E_{en}), лк	Освітленість зовні приміщення (E_3), лк	КПО (e), %	КПО (e_n), %	Розряд зорової роботи	Найменший розмір об'єкту розрізнення
		1						
		2						
		3						
		4						
		5						

2.3.2. Виміряти зовнішню освітленість (E_3), створену розсіяним світлом небосхила. Виміряти освітленість у середині приміщення (E_{en}) над кож-

ною з виділених п'яти точок. При цьому фотоелемент необхідно розмішувати паралельно підлозі на висоті робочої поверхні (0,8 м). Результати занести до таблиці 2.8.

2.3.3. За результатами вимірів розрахувати коефіцієнт природної освітленості за формулою 2.1. Розрахувати показники КПО (e_n).

2.3.4. Побудувати криву залежності КПО від відстані відносно віконного розрізу $e=f(L)$.

2.3.5. На основі найменшого розміру об'єкту розрізнення (вибрати за вказівкою викладача), розряду зорових робіт та за допомогою в попередньому пункті побудованого графіка, визначити робочі місця, що відповідають нормованим значенням КПО.

2.4. Висновки. Експериментально визначені КПО (e) ... та значення КПО (e_n) ... На основі найменшого розміру об'єкту розрізнення ... встановлено розряд зорових робіт та визначені робочі місця ..., які відповідають нормованим значенням КПО. Фактична площа вікон, яка складає ...м² (не)відповідає розрахованій площі ...м².

2.5 Тестові запитання для контролю СР

1. За яким нормативним актом відбувається нормування освітленості?
2. Яким чином розраховується КПО?
3. Яким показником характеризується природне освітлення?
4. Види природного освітлення?
5. Від чого залежить природне освітлення?
6. Яким показником нормується бокове природне освітлення?
7. Яким показником нормується верхнє та комбіноване природне освітлення?
8. Що таке нерівномірність природного освітлення?
9. Який принцип роботи люксметра?
10. В чому полягає методика вимірювання природної освітленості в виробничих приміщеннях?

Лабораторна робота 3

3 Дослідження загального штучного освітлення робочих місць.

3.1 Мета роботи: набути практичних навичок у вимірюванні та розрахунку загального штучного освітлення. Оцінити його ефективність в лабораторному приміщенні.

3.2 Короткі теоретичні відомості

За призначенням штучне освітлення буває *робоче*, *аварійне* (при відключенні робочого освітлення), *евакуаційне*, *охоронне* (в нічний час).

Аварійне освітлення повинно складати не менше 5% норми загального освітлення, але не менше 2 лк всередині приміщення і не менше як 1лк на території.

Евакуаційне освітлення повинно забезпечити освітленість не менш як 0,5 лк в приміщенні і 0,2 лк на відкритих площадках.

Охоронне освітлення влаштовується вздовж кордонів території, освітленість на рівні землі повинна бути не нижче ніж 0,5 лк (для порівняння: місячна на одну чверть ніч 0,05 лк, безмісячна – 0,01 лк).

Розрізняють такі системи штучного освітлення:

– *загальна* – світильники розміщені рівномірно у верхній зоні приміщення (не нижче 2,5 м над підлогою рівномірно – загальне рівномірне освітлення, або з врахуванням розташування робочих місць – загальне локалізоване);

– *місцева* – створюється світильниками, що концентрують світловий потік безпосередньо на робочих місцях (застосовування лише місцевого освітлення не допускається з огляду на небезпеку виробничого травматизму та професійних захворювань);

– *комбінована* – складається із загальної та місцевої, застосовується у випадку робіт високої точності, а також, якщо необхідно створити певний або змінний, в процесі роботи, напрямок світла.

Основним нормативним документом, що визначає вимоги до проектування штучного освітлення є ДБН В.2.5-28:2018, згідно з яким для штучного освітлення нормується абсолютне значення освітленості в залежності від розряду, підрозряду зорових робіт, контрасту об'єкту розрізнення з фоном і характеристики фону. Найбільша нормована освітленість для Іа розряду – 5000 лк, найменша для VIIIв розряду – 20 лк. Під час виконання в приміщенні робіт I – IV розрядів необхідно застосовувати системи комбінованого освітлення. Освітленість системи комбінованого освітлення є сумою освітленостей від загального і місцевого освітлення.

Згідно з [15] для загального штучного освітлення приміщень слід використовувати, як правило, розрядні джерела світла, віддаючи перевагу за однакової потужності джерелам світла з найбільшою світловою віддачею і строком служби. Використання ламп розжарювання для загального освітлення допускається тільки у випадках неможливості або техніко-економічної недоцільності використання розрядних ламп. Застосування ксенонових ламп у приміщеннях не дозволяється. Для місцевого освітлення, крім розрядних джерел світла, рекомендується використовувати лампи розжарювання, в тому числі галогенні. Також для загального та комбінованого штучного освітлення приміщень дозволяється використовувати лампи на основі світлодіодів.

Вибір світлодіодних ламп для освітлення в основному пов'язується з забезпеченням зони комфорту, яка в свою чергу залежить від колірної температури згідно [15] додатку Н (рисунок 3.1).

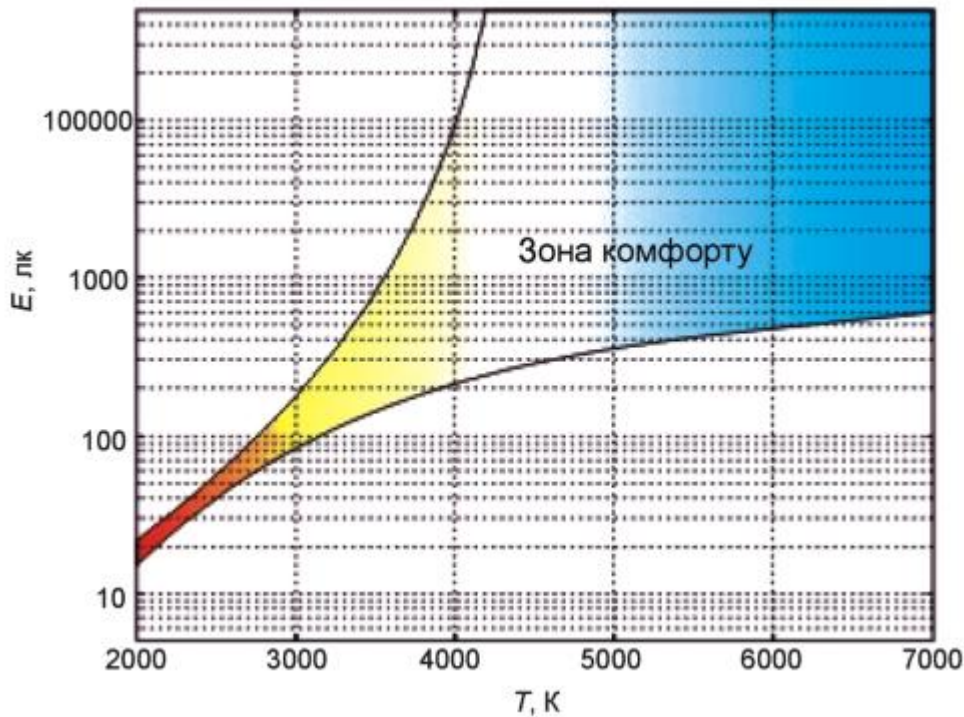


Рисунок 3.1 – Діаграма Крютгофа.

Основними вимогами, що ставляться до сучасного освітлення є наступні: забезпечення найкращих умов зорової роботи, керування освітленням безпосередньо із робочого місця, енергоефективність, енергозбереження протягом усього періоду експлуатації, мінімізація шкоди навколишньому середовищу.

Розрахунок необхідної кількості світильників в приміщенні починають з оцінки необхідного світлового потоку. Світловий потік для однієї лампи світильника визначають за формулою:

$$\Phi = (E_n \cdot S \cdot Z \cdot K_z) / (N \cdot n \cdot \eta), \quad (3.1)$$

де Φ – світловий потік, лм; E_n – нормована освітленість, лк (визначається за таблицею 2.2); S – площа приміщення, m^2 ; Z – коефіцієнт нерівномірності освітлення ($Z = 1,1$ для люмінесцентних ламп); K_z – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в результаті забруднення та старіння ламп, визначається за довідником (при освітленні газорозрядними лампами, $K_z = 1,3$); N – кількість світильників; n – кількість ламп в світильнику; η – коефіцієнт використання світлового потоку (підставляють у частках одиниці), визначається за світлотехнічною таблицею 3.1 в залежності від індексу приміщення, коефіцієнтів відбиття стелі, стін для світильників з люмінесцентними лампами; значення η визначають в залежності від індексу приміщення i :

$$i = (A \cdot B) / (H_p \cdot (A + B)), \quad (3.2)$$

де A і B – довжина і ширина приміщення, м; H_p – висота підвісу світильників, м (формула 3.3).

Таблиця 3.1 – Коефіцієнти використання світлового потоку (η)

Тип світильника	ЛПО-01		
ρ стелі, % ρ стін, %	70	50	50
	50	50	30
i	Коефіцієнти використання, η , %		
0,5	25	23	20
0,6	31	29	24
0,7	36	34	28
0,8	39	37	32
0,9	42	41	35
1,0	46	44	38
1,1	48	46	41
1,25	51	49	44
1,5	55	53	49
1,75	58	57	52
2,0	61	59	55
2,25	63	62	57
2,5	65	64	59
3,0	68	66	62
3,5	70	68	64
4,0	71	69	66
5,0	75	72	70

Визначивши світловий потік лампи Φ , за таблицею 3.2 вибирають найближчу стандартну лампу, враховуючи, що її світловий потік не повинен відрізнятися від розрахункового більше ніж на (-10) – (+20) %.

Таблиця 3.2 – Технічні дані деяких люмінесцентних ламп

Потужність, Вт	Тип лампи*	Світловий потік, лм	Довжина лампи, м
20	ЛДЦ	850	0,6
20	ЛД	1000	0,6
20	ЛБ	1200	0,6
30	ЛДЦ	1500	0,9
30	ЛД	1800	0,9
30	ЛБ	2180	0,9
40	ЛДЦ	2200	1,2
40	ЛД	2500	1,2
40	ЛБ	3200	1,2
80	ЛДЦ	3800	1,5
80	ЛД	4300	1,5
80	ЛБ	5400	1,5

*: В – вакуумна, Б – біспіральна, БК – біспіральна криптонова, Г – газонаповнена, ЛДЦ – денного світла з покращеним відтворенням кольору, ЛД – денного світла, ЛБ – білого світла.

$$H_p = H - h_p, \quad (3.3)$$

де H – висота приміщення, м; h_p – висота робочої поверхні над підлогою (0,8 м).

Розраховують необхідну кількість світильників у приміщенні N_H за формулою:

$$N_H = E_H S \cdot K_3 \cdot Z / (\Phi \cdot n \cdot \eta) \quad (3.4)$$

Розраховують очікувану освітленість у приміщенні E_p за необхідної кількості світильників N_H і відомих всіх інших значеннях за формулою:

$$E_p = (\Phi \cdot N \cdot n \cdot \eta) / (S \cdot Z \cdot K_3) \quad (3.5)$$

3.3 Експериментальна частина

3.3.1. Виміряти довжину A , ширину B приміщення, висоту підвішування світильників над рівнем робочої поверхні H_p .

3.3.2. Розрахувати приблизну кількість світильників загального освітлення у приміщенні $N_{\text{приб}}$:

$$N_{\text{приб}} = (A \times B) / L_p \quad (3.6)$$

де A і B – довжина і ширина приміщення, м; L_p – відстань між рядами світильників; оптимальна відстань між світильником, м, у випадку багаторядного розташування визначається як $L_p = 1,5 \cdot H_p$.

Вибір характеристик світильників здійснюється самим студентом або вказується викладачем.

3.3.3. Для категорії зорових робіт (вказаних викладачем) оцінити необхідну кількість світильників у приміщенні N_H за формулою 3.4.

3.3.4. За допомогою люксметра виміряти фактичну освітленість у приміщенні. Результати вимірювань та обрахунків занести до таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Результати виконаної роботи

Показники	Результати роботи
Розміри приміщення $A \times B \times H$, м	
Висота підвішення світильників H_p , м	
Відстань між рядами світильників L_p , м	
Розряд зорових робіт	
Тип світильника	
Кількість ламп у світильнику	
Фактична кількість світильників	
Необхідна кількість світильників	
Фактична освітленість у приміщенні, лк	
Очікувана освітленість у приміщенні, лк	

3.4. Висновки. В приміщенні ... фактично є ... світильників типу ..., що (не)відповідає оціненій необхідній кількості світильників для забезпечення проведення ... розряду зорових робіт. Фактична штучна освітленість робочих місць складає ... лк при очікуваній освітленості ...лк, що свідчить про (не)ефективність освітлення.

3.5 Тестові запитання для контролю СР

1. За яким нормативним актом відбувається нормування освітленості?
2. Вкажіть види штучного освітлення.
3. За якими показниками характеризується освітлення?
4. Що таке світловий потік? У яких одиницях він вимірюється?
5. Що таке коефіцієнт відбитку?
6. Що таке суміщене освітлення?
7. Що таке комбіноване освітлення?
8. Коли застосовують загальне освітлення?
9. Які лампи використовують для штучного освітлення?
10. Який тип світильника використовується у даній роботі? Чому?

Лабораторна робота 4

4 Оцінка рівнів шуму в приміщенні.

4.1 Мета роботи: Визначити змодельовані рівні шуму в приміщенні та їх відповідність допустимим значенням. Оцінити ефективність захисту від шуму.

4.2 Короткі теоретичні відомості

Шум — це безладне сполучення різних по силі і частоті звуків, здатне впливати на організм. Джерелом шуму є будь-який процес, що викликає місцеву зміну тиску або механічні коливання твердих, рідких або газоподібних середовищ. Розрізняють: повітряний (розповсюджується від джерела у повітрі) та структурний (який спричиняється поверхнями конструкцій стін, перекриттів, перегородок будівель, які коливаються в звуковому діапазоні).

За фізичною природою шум буває різного походження: механічний (виникає при вібрації поверхні машин, обладнання), аеродинамічний (вентилятори, компресори), електромагнітний (електромеханічні пристрої (ЕМП)) – внаслідок коливання окремих елементів (статора, ротора, трансформатора і т.і.) під дією змінного магнітного поля; гідродинамічний (насоси, трубопроводи (гідравлічні удари, навігація, турбулентність руху рідини)).

За характером спектра шуми слід поділяти на:

– широкосмугові, з безперервним спектром шириною більш ніж одна октава;

– вузькосмугові або тональні, в спектрі яких є виражені дискретні тони.

За часовими характеристиками шуми слід поділяти на: постійні і непостійні.

Постійний шум – шум, рівень якого за повний робочий день при роботі технологічного обладнання змінюється не більш ніж на 5 дБА при вимірюваннях

на часовій характеристиці "повільно" шумоміра за шкалою "А".

Непостійний шум – шум, рівень якого за повний робочий день при роботі технологічного обладнання змінюється більш ніж на 5 дБА при вимірюваннях за часовою характеристикою "повільно" шумоміра за шкалою "А". Непостійні шуми поділяються на:

- мінливі, рівень яких безперервно змінюється у часі;
- переривчасті, рівень шуму яких змінюється ступінчасто на 5 дБА і більше при вимірюваннях на часовій характеристиці "повільно" шумоміра за шкалою "А", при цьому довжина інтервалів, під час яких рівень залишається сталим, становить 1 с і більше;
- імпульсні, які складаються з одного або декількох звукових сигналів, кожен з яких довжиною менше 1 с, при цьому, рівні шуму у дБА, виміряні на часових характеристиках "імпульс" та "повільно" шумоміра, відрізняються не менш ніж на 7 дБ.

Шум поділяється також на низькочастотний (<400 Гц), середньо частотний (400...1000 Гц), високочастотний (>1000 Гц).

Дія на людину. Звуковий комфорт – 10-20 дБ (шелестіння трави, дзюрчання струмку). Ритмічний шум з рівнем ≥ 110 дБ може викликати так зване звукове сп'яніння внаслідок резонансу кліткових структур. Це явище дуже негативно впливає на нервову систему. Звуки >150 дБ не переносяться людиною, при 165 дБ гинуть тварини. Шум в 180 дБ викликає тріщини в металі, 190 дБ – вириває заклепки та інші кріпінні деталі з металоконструкцій, що може призвести до техногенної аварії. Найбільш небезпечний ВЧ-шум ($f=1 \cdot 10^3 \dots 4 \cdot 10^3$ Гц). При $L > 85$ дБ повинні бути встановлені попереджувальні знаки «обережно-шум». При $L > 90$ дБ треба застосовувати індивідуальні засоби захисту; при $L > 135$ дБ – больовий синдром, не можна перебувати в таких зонах, навіть короткий час. Для порівняння, при запуску реактивних двигунів літаків рівень шуму коливається від 120 до 140 дБ; при kleпанні й рубанні листової сталі — від 118 до 130 дБ; роботі деревообробних верстатів — від 100 до 120 дБ, ткацьких верстатів — до 105 дБ.

Зміни, що виникають в органі слуху, деякі дослідники пояснюють травмуючою дією шуму на периферичний відділ слухового аналізатора внутрішнього вуха. Основною ознакою впливу шуму є зниження слуху по типу кохлеарного невриту. Професійне зниження слуху буває зазвичай двостороннім.

Постійний шум нормується рівнем звукового тиску (РЗТ) – L , дБ, в октавних смугах із середньо геометричними частотами, Гц: 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 за формулами:

$$L_I = 10 \lg(I/I_0), \quad (4.1)$$

а рівень звукового тиску L_p в дБ:

$$L_p = 10 \lg (P/P_0)^2 = 20 \lg(P/P_0), \quad (4.2)$$

де I і P відповідно інтенсивність і звуковий тиск в даній точці, Вт/м², Па; I_0

і P_0 – порогові рівні інтенсивності та звукового тиску (для 1000 Гц $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Па, $I_0 = 10^{-12}$ Вт/м²).

Для наближення результатів об'єктивних вимірювань до суб'єктивного сприйняття шуму людиною коригують рівень звукового тиску за формулою:

$$L_A = L - \Delta L_A, \quad (4.3)$$

де L – значення загального рівня шуму; ΔL_A – корекція, дБ.

Стандартні значення коригування такі:

Частота, Гц	16	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
ΔL , дБ	80	42	26,3	16,1	8,6	3,2	0	-1,2	-1,0	-1,1

Непостійний шум нормується за інтегральною оцінкою як еквівалентний шум (відповідає дії фактичного шуму із змінними рівнями за той же час, вимірюваного за шкалою "А" шумоміра) – $L_{A, \text{екв}}$, дБА, або за максимальним рівнем звука:

$$L_{A, \text{екв}} = 10 \lg \left(0,01 \sum_{i=1}^n t_i \cdot 10^{0,1 L_i} \right) \quad (4.4)$$

де L_i і t_i – рівень та відносний час дії i -того джерела шуму.

Шум на робочих місцях не повинен перевищувати допустимих рівнів згідно ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку (таблиця 4.1). Допустимі рівні шуму в житлових приміщеннях та на території житлової забудови встановлюються згідно [17].

Необхідне зниження шуму до допустимих рівнів на робочому місці в приміщенні, де знаходиться одно із джерел шуму, визначається за формулою:

$$\Delta L_{\text{необ}} = L - L_{\text{доп}}, \text{ дБ}, \quad (4.5)$$

де L – октавний рівень звукового тиску, дБ або рівень звуку, дБА, створений джерелом на робочому місці; $L_{\text{доп}}$ – допустимий октавний рівень звукового тиску, дБ або допустимий рівень звуку, дБА (таблиця 4.1).

Вимірювання шуму в октавних смугах або рівня шуму проводиться за допомогою шумомірів (рисунок 4.1).

Таблиця 4.1 – Допустимі рівні звукового тиску на робочих місцях

Робочі місця	Рівні звукового тиску, дБ в октавних смугах із середньгеометричними частотами, Гц								Рівень звуку, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1. Творча діяльність, керівна робота з підвищеними вимогами, наукова діяльність, конструювання та проектування, програмування, викладання та навчання, лікарська діяльність і т. і.	71	61	54	49	45	42	40	38	50
2. Висококваліфікована робота, що вимагає зосередження, адміністративно-керівна діяльність, вимірювальні та аналітичні роботи у лабораторії: робочі місця в приміщеннях цехового керівного апарату, контор, лабораторій	79	70	63	58	55	52	50	49	60
3.Робота, що виконується за вказівками та акустичними сигналами, робота, що потребує постійного слухового контролю, операторська робота за точним графіком з інструкцією, диспетчерська робота: робочі місця у приміщеннях диспетчерської служби, кабінетах та приміщеннях спостереження та дистанційного керування з мовним зв'язком по телефону, друкарських бюро, на дільницях точного складання, на телефонних та телеграфних станціях, у приміщеннях майстрів, у залах обробки інформації на обчислювальних машинах без дисплея та у приміщеннях операторів-акустиків	83	74	68	63	60	57	55	54	65
4. Робота, що вимагає зосередження, робота з підвищеними вимогами до процесів спостереження та дистанційного керування виробничими циклами: робочі місця за пультами у кабінах нагляду та дистанційного керування без мовного зв'язку по телефону; у приміщеннях лабораторій з шумним устаткуванням, шумними агрегатами обчислювальних машин	91	83	77	73	70	68	66	64	75
5. Виконання всіх видів робіт (крім перелічених у пп. 1 - 4 та аналогічних їм) на постійних робочих місцях у виробничих приміщеннях та території підприємств	95	87	82	78	75	73	71	69	80



а



б

Рисунок 4.1 – Прилади для вимірювання шуму: а – ВШВ-003-М2, б – Wintact WT1357.

Методи захисту від шуму.

1) *архітектурно-планувальні заходи:*

- раціональні акустичні рішення споруд, технологічного обладнання;
- раціональне акустичне розміщення зон і режиму руху транспортних засобів;
- створення шумозахисних зон (зелені насадження в 200-250 м знижують шум на 10 дБ, особливо ВЧ-шум, краще захищають від шуму клен, липа, тополя, в'яз);

2) *акустичні засоби:*

- засоби звукоізоляції;
- засоби звукопоглинання матеріалом з коефіцієнтом звукопоглинання $\alpha \geq 0,2$;
- глушники шуму (адсорбційні, реактивні, комбіновані);

3) *організаційно-технічні:*

- використання малошумних технологічних процесів;
- оснащення шумних машин засобами дистанційного керування;
- удосконалення технології ремонту та обслуговування;
- використання малошумних машин та механізмів;
- застосування раціональних режимів праці та відпочинку.

4.3 Експериментальна частина

4.3.1. За допомогою приладу ВШВ-003-М2 виміряти октавні рівні звукового тиску на робочому місці при ввімкненому джерелі шуму за відсутності засобів захисту від шуму і за наявності звукоізолюючого кожуха.

Порядок роботи з приладом ВШВ-003-М2:

- встановити перемикач приладу “РОД РАБОТЫ” в положення S;
- встановити перемикач приладу “ДЛТ 1, dB” в положення 80;
- встановити перемикач приладу “ДЛТ 2, dB” в положення 50, при цьому

4.4. Висновки. Зробити висновок про відповідність виміряних в октавних смугах рівнів звуку, ДСН 3.3.6.037-99. (Не)досягається необхідне зниження шуму у випадку використання звукоізолювального кожуха. Запропонувати, у разі необхідності, додаткові засоби захисту від шуму на робочому місці.

4.5 Тестові запитання для контролю СР

1. Дайте визначення поняттю “шум”.
2. Як класифікують джерела шуму?
3. Як здійснюється поділ шуму за частотами?
4. В чому полягає небезпека шуму для людини?
5. Як оцінюється постійний шум?
6. Як оцінюється непостійний шум?
7. Як відбувається нормування шуму?
8. За якими нормативними документами встановлюються допустимі значення шуму?
9. Вкажіть методи захисту від шуму.
10. Охарактеризуйте методику вимірювання шуму.

Лабораторна робота 5

5 Оцінка радіаційної обстановки у виробничих приміщеннях

5.1 Мета роботи. Визначити еквівалентну дозу іонізуючого випромінювання та її потужність, яку отримує людина знаходячись в приміщенні. Оцінити ступінь забрудненості бета-частинками поверхонь обладнання в приміщенні.

5.2 Короткі теоретичні відомості

Іонізуюче випромінювання (ІВ) - випромінювання (електромагнітне, корпускулярне), яке при взаємодії з речовиною безпосередньо або непрямо викликає іонізацію та збудження її атомів і молекул [18].

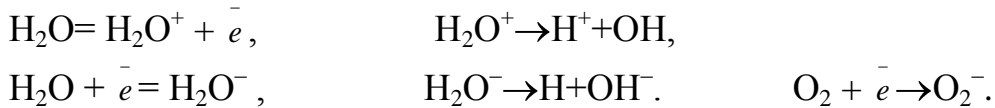
Розрізняють наступні види ІВ:

- корпускулярне – потоки α -, β - частинок, 1_0n , 1_1p , e^+ , e^- та ін;
- гамма-випромінювання – γ -кванти електромагнітної природи;
- характеристичне – фотонне випромінювання з дискретним спектром;
- гальмівне – фотонне випромінювання з безперервним спектром;
- рентгенівське – сукупність характеристичного і гальмівного.

Джерела іонізуючого випромінювання можуть бути як природні, так і штучні (промислове, медичне обладнання та устаткування тощо).

Біологічна дія ІВ. Внаслідок впливу ІВ на організм людини в тканинах відбуваються складні фізичні, хімічні і біохімічні процеси. Ці випромінювання іонізують молекули тканин. Процеси іонізації супроводжуються ультрафіолетовим випромінюванням, яке збуджує молекули клітин. Це приводить до розриву хімічних зв'язків та до зміни хімічної структури різноманітних сполук, матеріалів. Таку дію ІВ називають *прямою*.

В організмі людини міститься більше 75% води, під дією випромінювання відбуваються такі процеси утворення активних радикалів:



Внаслідок рекомбінації чи об'єднання з вільним киснем, утворюються хімічно активні пероксид водню H_2O_2 , гідратний оксид HO_2 та ін. Ці сполуки взаємодіють з молекулами органічної речовини тканин, окислюють та руйнують їх. Активні радикали O_2^- руйнують також мембрани імунних клітин, внаслідок чого виникає синдром надбаного імунодефіциту (СНІД). Таку дію ІВ називають *непрямою*. Непрямий вплив більш небезпечний ніж прямий.

Опромінення організму людини буває зовнішнє та внутрішнє (внаслідок надходження радіонуклідів з повітрям, їжею та водою). Різні ІВ здійснюють різноманітний біологічний вплив. Тому для оцінки біологічного впливу вводиться поняття коефіцієнту якості опромінення Q , який показує в скільки разів даний вид випромінювання здійснює більш сильний біологічний вплив, ніж рентгенівське чи гамма-випромінювання, при однаковій поглиненій енергії в Дж на один кілограм тканини. Наслідком негативних змін, що відбулися в організмі може стати виникнення у людини променевої хвороби гострої (короткий час, великі дози) чи хронічної (тривалий час, малі дози).

Одиниці активності і дози ІВ.

1) Активність джерела $A = dN/dt$, Бк (бекерель), (5.1)

1 Бк = 1 яд. перетворення в секунду дорівнює 0,027 нКі.

Застосовують і інші одиниці (не за системою СІ) – Кі (кюрі), $1 \text{ Кі} = 3.7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$; питомі одиниці активності ІВ: Кі/л, Кі/кг, Кі/км².

2) Експозиційна доза, X – кількісна характеристика фотонного ІВ, що ґрунтується на його іонізуючій дії в сухому атмосферному повітрі (застаріла величина, але ще використовується): $X = dQ/dm$, Кл/кг (5.2)

Використовують і інші одиниці – Р (рентген), не за системою СІ. $1 \text{ Р} = 2.58 \cdot 10^{-4} \text{ Кл/кг}$. На робочому місці:

$$X = A \cdot K_\gamma \cdot t / R^2; \text{ Р} \quad (5.3)$$

A , мКі; K_γ – γ -стала ізоотопу, $\text{Р} \cdot \text{см}^2/\text{год} \cdot \text{мКі}$; K_γ : ^{90}Sr , ^{64}Cu , ^{238}U , ^{24}Na відповідно дорівнює: 14.11; 1.16; 0.091; 19; t – час, год, R – відстань робочого місця від джерела ІВ, см.

3) Поглинена доза – D (для характеристики біологічної дії ІВ на організм людини):

$$D = dE/dm, \text{ Дж/кг} \quad (5.4)$$

1 Дж/кг = 1 Гр (грей), 1 рад = 10^{-2} Гр, 1 мР = 0.88 рада.

4) Коефіцієнтом якості ІВ – Q :

Q_γ , рентг., β , $e^+, e^- = 1$, Q_{1p} ($E < 20 \text{ кеВ}$) = 3, Q_{0n} ($< 10 \text{ МеВ}$) = 10. $Q_\alpha = 20$.

Тобто найбільш небезпечні за біологічною дією – α частинки.

5) Еквівалентна доза – H (величина, яка визначається як добуток поглиненої дози D в окремому органі або тканині на радіаційний зважувачий фактор): $H = DQ$, Дж/кг (Зв – зіверт); (5.5)

для α -випромінювання: $H = D \cdot Q \cdot K_p$ (5.6)

$K_p = 5$ (коефіцієнт розподілу)

1 Дж/кг = 1 Зв = 100 бер (біологічний еквівалент рентгену), 1 бер = 1.14 мР.

б) Потужність дози (застаріле): експозиційної (Р/с, мкР/год), поглиненої (Гр/с), еквівалентної (Зв/рік) і т.і.

Нормування ІВ проводиться за НРБУ-97 проводять за критичними (найбільш чутливими) органами людини I-III, та з урахуванням груп (категорій) населення (таблиця 5.1): А (безпосередньо або тимчасово працюють з джерелом ІВ), Б (особи, що не працюють безпосередньо з джерелами випромінювань, але за умовами проживання або розташування робочих місць можуть підлягати опроміненню), В – населення, для якого рахується, що на нього не повинно діяти ІВ техногенного походження (для В – не нормується ІВ). Групи критичних органів:

I – все тіло, гонади, червоний кістковий мозок;

II – м'язи, щитовидна залоза, жирова тканина, печінка, нирки, селезінка, шлунково-кишковий тракт, легені, кришталик ока та інші органи, що не відносяться до I та III груп;

III – шкіра, кісткова тканина, всі кінцівки.

Таблиця 5.1 – Гранично допустимі еквівалентні дози опромінення, Зв/рік

Група критичних органів	Категорія	
	А	Б
I	0,05	0,005
II	0,15	0,015
III	0,30	0,03

Допустимі показники радіаційного фону:

- 0,1 - 0,2 мкЗв / ч - звичайний рівень радіаційного фону, якому кожен з нас піддається щодня;
- до 0,3 мкЗв / ч - нормальний радіаційний фон;
- 0,3 - 1,2 - мкЗв / ч - підвищений радіаційний фон;
- понад 1,2 - мкЗв / ч - небезпечний радіаційний фон.

Захист від негативної дії ІВ відбувається:

1) відстанню $r = \sqrt{mt / 120}$ (5.7)

2) часом $t = 120r^2 / m$ (5.8)

3) кількістю $m = 120r^2 / t$ (5.9)

m – активність джерела, мг-екв. Ра; r – відстань від джерела, м; t – час роботи за тиждень, год.

4) захисні екрани $K = P / P_{дон}$ (5.10)

P – потужність дози, мР/год; K – коефіцієнт кратності послаблення.

За K і енергією випромінювання E , еВ, знаходять за табл. товщину d екрану із Pb, W. Якщо екран з іншого Me, то d_x розраховують за формулою:

$$d_x \rho_x = d_{Pb} \rho_{Pb} \quad (5.11)$$

$$\text{Для рентгенівського випромінювання (РВ): } K = I_d / R^2 \cdot P \quad (5.12)$$

I – сила струму, мА, R – відстань від джерела, м; P, мР/год (рівень РВ).

За K і напругою за табл. знаходять товщину екрану із свинцю ($d_{Pb} = 0.1 \dots 13.7$ мм).

5) Дистанційне керування, використання роботів.

6) Використання радіопротекторів – медичні засоби, що знижують чи виключають негативний вплив ІВ.

Вимірювання ІВ базується на наступних методах: фотографічний, хімічний, сцинтиляційний та іонізаційний (найбільш використовується сьогодні). Деякі прилади в основу яких покладено іонізаційний метод вимірювання наведені на рисунку 5.1.



а



б



в



г

Рисунок 5.1 – Прилади для вимірювання ІВ: а - РКС–01 “СТОРА – Т”, б - Venetech GM3120, в – ДКГ-21М, г - Wintact WT3121.

5.3 Експериментальна частина

5.3.1 Методика роботи на радіометрі–дозиметрі гамма–бета–випромінювань РКС–01 “СТОРА – Т”.

Прилад призначений для вимірювання еквівалентної дози (ЕД) та потужності еквівалентної дози (ПЕД) гамма- та рентгенівського випромінювань (фотонного іонізуючого випромінювання), а також поверхневої густини потоку бета–частинок.

Радіометр використовується для екологічних досліджень; як наочне обладнання для закладів освіти; для радіометричного та дозиметричного контролю на промислових підприємствах; для контролю радіаційної чистоти житлових приміщень, будівель і споруд, території, що до них прилягає, транспортних засобів, предметів побуту, одягу, поверхні ґрунту.

Для увімкнення радіометра необхідно короткочасно натиснути кнопку. Для вимкнення необхідно повторно натиснути та утримувати в натиснутому стані протягом 4 секунд кнопку РЕЖИМ.

Радіометр використовується для екологічних досліджень; як наочне обладнання для закладів освіти; для радіометричного та дозиметричного контролю на промислових підприємствах; для контролю радіаційної чистоти житлових приміщень, будівель і споруд, території, що до них прилягає, транспортних засобів, предметів побуту, одягу, поверхні ґрунту.

Для увімкнення радіометра необхідно короткочасно натиснути кнопку. Для вимкнення необхідно повторно натиснути та утримувати в натиснутому стані протягом 4 секунд кнопку РЕЖИМ.

Вимірювання ПЕД фотонного ІВ. Цей режим вмикається пріоритетно з моменту увімкнення радіометра. Під час вимірювання радіометр орієнтувати метрологічною міткою “+” у напрямку до об’єкта, що обстежується. При цьому до завершення першого інтервалу вимірювання на рідиннокристалічному цифровому індикаторі будуть відображатися нулі. Кожний зареєстрований гаммаквант та закінчення інтервалу вимірювання будуть супроводжуватись звуковими сигналами. Інтервали вимірювань від 1 до 64 секунд та піддіапазони будуть устанавлюватись автоматично в залежності від інтенсивності випромінювання, що вимірюється. Одиниці вимірювання виражені в мкЗв/год.

Програмування порогових рівнів спрацювання звукової сигналізації по ПЕД фотонного ІВ. Здійснюється в режимі вимірювання ПЕД. Для програмування необхідно натиснути та утримувати в натиснутому стані кнопку ПОРІГ. При цьому має спостерігатися мигання молодшого розряду на цифровому рідиннокристалічному індикаторі.

Послідовним короткочасним натисканням та відпусканням кнопки ПОРІГ задають потрібне значення молодшого розряду. Перехід до програмування значення наступного розряду досягається короткочасним натисканням на кнопку РЕЖИМ, при цьому буде спостерігатися мигання цього розряду. Потрібне значення розряду встановлюється послідовним короткочасним натисканням та відпусканням кнопки ПОРІГ. При необхідності програмування наступних розрядів попередні дії повторюються.

Для фіксації значення порогового рівня після програмування значень усіх

розрядів необхідно короткочасно натиснути кнопку РЕЖИМ. Про фіксацію запрограмованого рівня свідчитиме двократне гасіння цифрового індикатора. Для перевірки значення зафіксованого порогового рівня ПЕД необхідно натиснути кнопку ПОРІГ та утримувати її в натиснутому стані не довше двох секунд після появи значення порогового рівня. При утримуванні кнопки ПОРІГ більше двох секунд почнеться мигання молодшого розряду, що свідчитиме про можливість запрограмувати нове значення порогового рівня.

Про перевищення запрограмованого порогового рівня ПЕД при вимірюванні свідчить двотональна звукова сигналізація (на момент увімкнення радіометра у ньому автоматично встановлюється значення порогового рівня по ПЕД – 0,2 мкЗв/год).

Індикація вимірюваного значення ЕД. Для увімкнення цього режиму необхідно короткочасно натиснути кнопку РЕЖИМ. Ознакою цього режиму є мигаючий світлодіод навпроти відповідного мнемонічного позначення під цифровим індикатором. Одиниці виміру – мЗв.

Програмування порогових рівнів спрацювання звукової сигналізації

ЕД фотонного ІВ. Здійснюється в режимі вимірювання ЕД. Послідовність операцій аналогічна програмуванню порогових рівнів ПЕД. На момент увімкнення радіометра у ньому автоматично встановлюється значення порогового рівня ЕД – 0,01 мЗВ.

Вимірювання та індикація щільності потоку бета-частинок. Для цього необхідно короткочасно натиснути кнопку РЕЖИМ. Цей режим є наступним після режиму індикації ЕД. Ознакою цього є мигаючий світлодіод навпроти відповідного мнемонічного позначення під цифровим індикатором. При цьому до завершення першого інтервалу вимірювання на індикаторі будуть висвічуватись нулі. Для вимірювання необхідно прилад зорієнтувати вікном (що знаходиться навпроти детектора) паралельно до обстежуваної поверхні і розташувати на мінімальній відстані від неї. Для врахування гамма-фону необхідно здійснювати два вимірювання: перше – з відкритим вікном детектора; друге – з закритим за допомогою кришки-фільтра. Результатом вимірювання при цьому буде різниця між першим та другим вимірюваннями.

Густина потоку бета-частинок визначається як середнє арифметичне з п'яти вимірювань. Одиниці виміру – част./(см²•хв). Кожна зареєстрована бета-частинка, гамма-квант та закінчення інтервалу вимірювання будуть супроводжуватись звуковими сигналами. Інтервали вимірювань від 1 до 64 с та піддіпазони встановлюються автоматично.

Програмування порогових рівнів спрацювання звукової сигналізації по густині потоку бета-частинок. Здійснюється в режимі вимірювання густини потоку бета-частинок. Послідовність операцій аналогічна програмуванню порогових рівнів ПЕД та ЕД. На момент увімкнення радіометра у ньому автоматично встановлюється значення порогового рівня по густині потоку бета-частинок – 0,02 кчаст./(см²•хв).

Індикація вимірюваного часу накопичення ЕД оператором. Для переходу до цього режиму необхідно короткочасно натиснути кнопку РЕЖИМ. Цей режим є наступним після режиму вимірювання та індикації густини потоку бета-

частинок. Ознаками цього режиму на індикаторі є мигання усіх розрядів та немигаюча кома, яка знаходиться посередині між двома парами розрядів. При цьому ваги цифрових значущих розрядів на індикаторі справа – наліво будуть такими: першого – одиниці хвилин; другого – десятки хвилин; третього – одиниці годин; четвертого – десятки годин.

Крім раніше перелічених режимів, в радіометрі є можливість індикації реального часу.

5.3.2 Виконання замірів.

1) Ввімкнути прилад. Виміряти потужність еквівалентної дози іонізуючого випромінювання згідно п. 5.3.1 в приміщеннях (вказаних викладачем). Результати вимірів занести в таблицю 5.2.

2) Розрахувати потужність експозиційної дози опромінення.

3) Перевірити чи немає перевищення порогових рівнів по ПЕД фотонного ІВ.

4) Перейти в наступний режим вимірювання. Виміряти еквівалентну дозу іонізуючого випромінювання згідно п. 5.3.1, яку отримає людина знаходячись в цьому приміщенні. Результати вимірів занести в таблицю 5.2.

5) Розрахувати експозиційну дозу опромінення.

6) Перевірити чи немає перевищення порогових рівнів по ЕД фотонного ІВ.

7) Перейти в наступний режим вимірювання і визначити густину потоку бета-частинок (згідно п. 5.3.1) на поверхнях, вказаних викладачем. Результати замірів занести в таблицю 5.3.

8) Перевірити чи немає перевищення порогових рівнів за густиною потоку бета-частинок.

Таблиця 5.2 – Заміри ПЕД та ЕД іонізуючого випромінювання

Показник	Фактичні рівні	Допустимі рівні
Потужність еквівалентної дози, мкЗв/год		
Потужність експозиційної дози, мкР/год		
Еквівалентна доза, мкЗв		
Експозиційна доза, мкР		

Таблиця 5.3 – Густина потоку бета-частинок, част./(см²•хв)

Номер заміру	Показники радіометру		Різниця показників	Середнє значення
	з відкритим вікном детектора	з закритим вікном детектора		
1				
2				
3				
4				
5				

5.4 Висновок. Встановлено потужність експозиційної дози іонізуючого випромінювання, яка складає ... мкР/год, що (не)перевищує допустимого значення. Величина експозиційної дози опромінення, яку отримує людина знаходячись в приміщенні ... мкР, що (не)перевищує норми. Густина потоку бета-частинок від ... (вказати поверхню) ... част./($\text{см}^2 \cdot \text{хв}$), що (не)є в межах норми.

5.5 Тестові запитання для контролю СР

1. Які випромінювання є іонізуючими? Наведіть види іонізуючих випромінювань.
2. Вкажіть джерела ІВ.
3. В чому полягає пряма, непряма дія ІВ? Хімічна, фізична дія ІВ,
4. Яке короткочасове чи довготривале опромінення наносить більшу шкоду організму людини?
5. Як відбувається нормування ІВ?
6. Вкажіть групи критичних органів людини.
7. Як відбувається поділ населення за категоріями А, Б, В при нормуванні ІВ?
8. Вкажіть допустимі рівні ІВ.
9. В чому полягають методи захисту від ІВ?
10. Яким чином вимірюється густина потоку β -частинок приладом РКС-01 "СТОРА – Т"?

Лабораторна робота 6

6 Вплив електричного опору тіла людини на небезпеку електричного ураження

6.1. Мета роботи. Визначити основні параметри електричного опору тіла людини. Дослідити вплив частоти струму і площі електродів на величину опору.

6.2. Короткі теоретичні відомості

Широке використання електричної енергії в усіх галузях господарства та побуті приводить до зростання ризику ураження електричним струмом. Так електротравми складають 0.5...1% від всіх травм, але серед травм із смертельними наслідками електротравми складають 20...40%. Особливо при напругах <math><1000 \text{ В}</math> – 70...80% [21,22].

Негативна дія електричного струму на організм людини має різноманітний характер. Розрізняють:

- термічну дію струму, яка проявляється в опіках окремих ділянок тіла, нагріванні до високих температур судин, нервів, серця, мозку інших органів, що призводить до значних функціональних змін;

- електрохімічну дію струму, яка виявляється в електролітичному розкладі крові, лімфи тощо, що супроводжується значними змінами їх фізико-хімічного складу;

- механічну дію струму, яка виявляється в розшаруванні та пошкодженні тканин організму (м'язів, стінок судин) внаслідок електродинамічного ефекту, а також миттєвого вибухоподібного утворення пари від нагрітої струмом рідини тканин та крові;

- біологічну дію струму, яка проявляється в подразненні та збудженні тканин, а також порушенні внутрішніх біоелектричних процесів.

Такі види дії електричного струму часто призводять до електротравм. Є електротравми місцевого (локального) пошкодження: електрознаки, металізація шкіри, механічні пошкодження, електрофтальмія (запалення зовнішньої рогівки ока). Загальні електротравми (електроудари) – ураження організму із збудженням живої тканини, із судомним скороченням м'язів, 5 ступенів:

I – судомне, ледве відчутне скорочення м'язів;

II – судомне скорочення м'язів з сильними болями;

III – із втратою свідомості (але зі збереженням дихання, роботи серця);

IV – з втратою свідомості, з порушенням дихання і (чи) серцевої діяльності;

V – клінічна смерть (відсутність дихання, кровообігу).

Більш 85% смертельних уражень людини електрострумом викликані саме електричними ударами. Вони також зменшують стійкість організму до захворювань.

Ступінь небезпечного впливу електричного струму на організм людини залежить від: I , U , R , f , τ , виду струму. Основним фактором впливу є сила струму I , а також опір R (в розрахунках опір тіла людини приймають $R=1000$ Ом). Внутрішні органи мають менший опір ($R=200\dots600$ Ом), шкіра-більший ($3\dots100$ кОм). Залежність опору тіла людини від величини прикладеної напруги наведена в таблиці 6.1. При напрузі $50\dots200$ В може бути електричний пробій шкіри, з різким зменшенням R . Пошкодження на шкірі, волога значно (на порядок) знижують R і підвищують небезпеку ураження електрострумом. Найбільш небезпечні частоти $f = 20\dots100$ Гц, змінний струм більш небезпечний, ніж постійний (до $U = 250\dots300$ В). Вище цих значень постійний струм є більш небезпечним, ніж змінний. Для характеристики дії струму на людину встановлено 3 критерії струму:

- відчутний струм, викликає ледь відчутне подразнення при проходженні через організм ($0,6\dots1,5$ мА змінного струму, $f=50$ Гц і $5\dots7$ мА постійного струму);

- невідпускаючий, викликає при проходженні через тіло людини неподоланне судомне скорочення м'язів – людина не може розняти руку і ніби прикута до струмоведучої частини ($6\dots20$ мА і більше змінного струму. Постійний струм не викликає невідпускаючий ефект, але при $I=15\dots80$ мА та більше призводить до сильних больових відчуттів.);

- фібриляційний, викликає фібриляцію серця, тобто хаотичне скорочення серцевого м'язу (50 мА змінного струму, $f=50$ Гц і 200 мА постійного струму, при $\tau=1$ с; при $\tau=0,2$ с: 250 і 400 мА, відповідно).

Струм >5 А, $\tau=1\dots 2$ с, (змінний, $f=50$ Гц), постійний викликає миттєву зупинку серця (без фібриляції), можливий також параліч дихання (необхідні термінові штучне дихання, закритий масаж серця).

Таблиця 6.1 – Залежність повного опору тіла людини, Z , Ом від напруги – U , В

U, В	10	20	50	100	200	500	1000	5000
Z, Ом	>17000	15000	10000	4000	1400	750	400	210

Гранично допустимий струм через тіло людини при нормальному (неаварійному) режимі електроустановок не повинен перевищувати таких значень: 0,3 мА змінний струм ($f=50$ Гц) і 1 мА – постійний струм. Гранично допустима напруга на людині при нормальному (неаварійному) режимі електроустановок не повинна перевищувати: 2 В – змінний струм ($f=50$ Гц) і 8 В (постійний струм). При високій температурі ($>25^{\circ}\text{C}$) та вологості повітря ($>75\%$) граничний струм та напругу треба зменшити в три рази.

Електроустановки класифікують за ПУЕ [21] (правила устрою електроустановок) з напругою >1000 В і <1000 В з заземленою нейтраллю, що характеризується великими струмами замикання на землю через робоче заземлення струмоведучих провідників або, з ізольованою нейтраллю (з малим виходом струму в землю). Всі приміщення за електробезпекою (ПУЕ) поділяються на 3 категорії:

1 – з підвищеною небезпекою ($W>75\%$, $T>35^{\circ}$, струмопровідна підлога тощо): кухні, підвали, балкони;

2 – особливо небезпечні ($W \rightarrow 100\%$, з хімічно активним середовищем): лазні, металеві гаражі, зовнішнє електроустаткування;

3 – без підвищеної небезпеки (відсутні умови за п. 1, 2).

Небезпека від дії електричного струму виникає при кроковій напрузі (на відстані кроку – 0.8 м):

$$U_{кр}=(U_1-U_2)\beta \quad (6.1)$$

де $U_1 > U_2$, β – коефіцієнт кроку.

Вона виникає при обриві проводу або, коли людина знаходиться в зоні дії заземлювача. $U_{кр}=0$ на відстані 20 м від заземлювача або обірваного проводу, який торкається землі. Щоб зменшити $U_{кр}$ треба якомога зменшити до мінімуму довжину шагу.

Заходи безпеки при використанні електроустаткування: застосування разом з робочою додаткової електроізоляції (напр., пластмасовий корпус), подвійної або посиленої електроізоляції; малих напруг (<42 В) вирівнювання потенціалів (з'єднання між собою і приєднані до заземлювача провідники).

В міжнародній практиці згідно ІЕС 60529 для кожного електроприладу присвоюється свій ІР код. Код ІР (*International Protection Marking, Ingress Protection Rating*) – система класифікації ступенів захисту оболон-

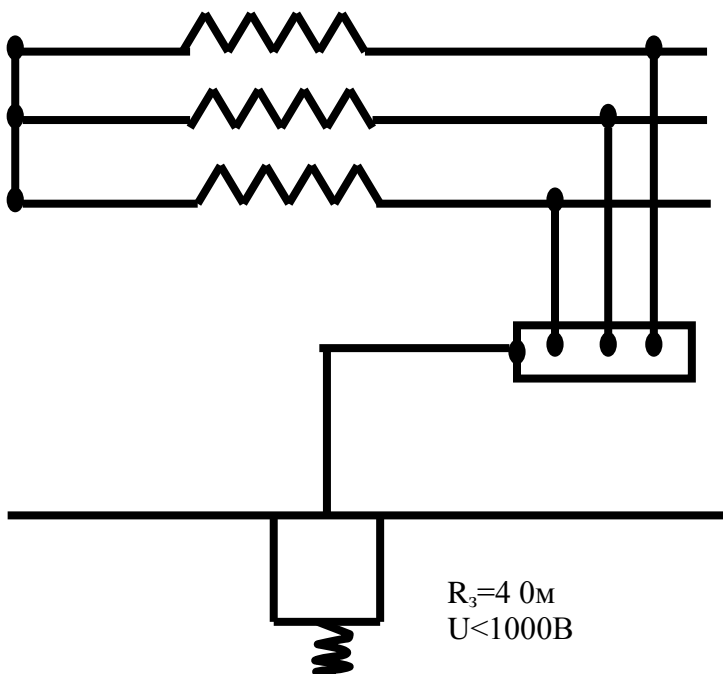
ки електрообладнання від проникнення твердих предметів і води. Складається з двох цифр. Перша цифра вказує на ступінь захисту, який забезпечує оболонка:

- людей від доступу до небезпечних частин, запобігаючи чи обмежуючи проникнення всередину оболонки якоїсь частини тіла чи предмету, що перебуває у руках людини;
- обладнання, що перебуває всередині оболонки від проникнення зовнішніх твердих предметів.

Друга цифра вказує на ступінь захисту обладнання від шкідливого впливу води, який забезпечує оболонка. Чим більші цифри коду тим краще захист.

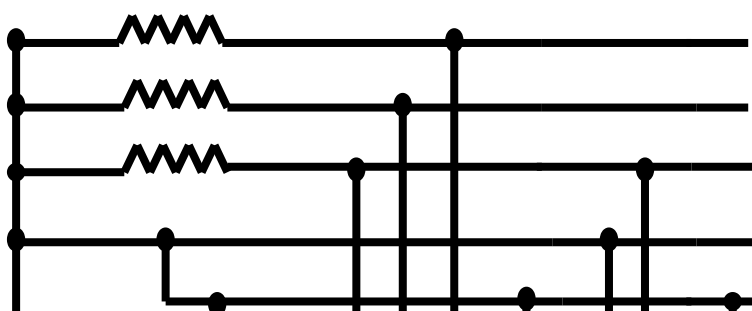
Основними методами електрозахисту є: захисне заземлення (ЗЗ), занулення (З), захисне автоматичне вимкнення (0.2 с). Схеми ЗЗ і З наведені на рисунках 6.1, 6.2. Заземлювачі: труби (25...62 мм, $l=2...3$ м; стержні $d_{ст.}=10...12$ мм, $l=10$ м, кутники (40×40, 60×60 мм) і т.і. ЗЗ в ЕУ < 1000В – обов'язково з ізольованою нейтраллю, для ЕУ > 1000В - будь-яка нейтраль.

Заземлення – навмисне з'єднання металевих неструмоведучих частин ЕО із заземлюючим пристроєм. *Занулення* – навмисне з'єднання ЕУ з НЗ (нульовим захисним провідником). Не можна використовувати в якості НЗ нульовий робочий провідник – НР, який призначений для живлення ЕУ. Крім того, для захисту застосовують захисні засоби та запобіжні пристрої. Захисні засоби: 1) основні (ними можна доторкатися до струмоведучих частин): ізолюючі – основні (оперативні штанги, ізолюючий електроінструмент з посиленою електроізоляцією) та додаткові (діелектричні боти, калози і т.і.; 2) огорожуючі (щити, бар'єри, клітки); 3) допоміжні (кігті, пояс, рукавиці, окуляри, щітки).



U_ϕ – фазова напруга
 $R_{л}, R_3$ – електроопір людини, заземлення
 $r_{із}$ – електроізоляція струмоведучих частин електрообладнання
 Напруга доторкання U_d зменшується за рахунок зменшення потенціалу
 $\varphi_3 = I_3 R_3$
 $I r = 3 U_\phi / [3 R_{л} + r_{із} + (R_{л} r_{сп} R_3)]$

Рисунок 6.1 – Захисне заземлення.



Захист відбувається за рахунок струму короткого замикання I_3 , що вимикає ЕУ:
 $I_3 \geq 3 I_{ном}$ (предохр.) за 5-7 с

$I_3 \geq 1.25 \dots 1.4 I_{\text{НОМ}}$
 (авт. реле) – за 1-2 с
 R_0 – робоче заземлення
 (струмоведучі част. ЕУ)
 R_n – повторне заземлення

$R_0 = 2 \dots 8 \text{ Ом}$

$R_n = 5 \dots 20 \text{ Ом}$

Рисунок 6.2 – Занулення.

6.3 Експериментальна частина

Струм, що протікає через людину, може бути визначений за формулою:

$$I_r = \frac{U_{np}}{Z_r} \tag{6.2}$$

де I_r – сила струму, що протікає через людину, мА; U_{np} – напруга до-
 тики до провідної частини обладнання, В; Z_r – повний опір тіла людини,
 кОм, що визначається опором зовнішніх шарів шкіри Z_k і опором підшкірних
 тканин R_B .

Шкіра людини має активну – R_k і ємнісну – X_{ck} складові опору:

$$Z_k = R_k + X_{ck} \tag{6.3}$$

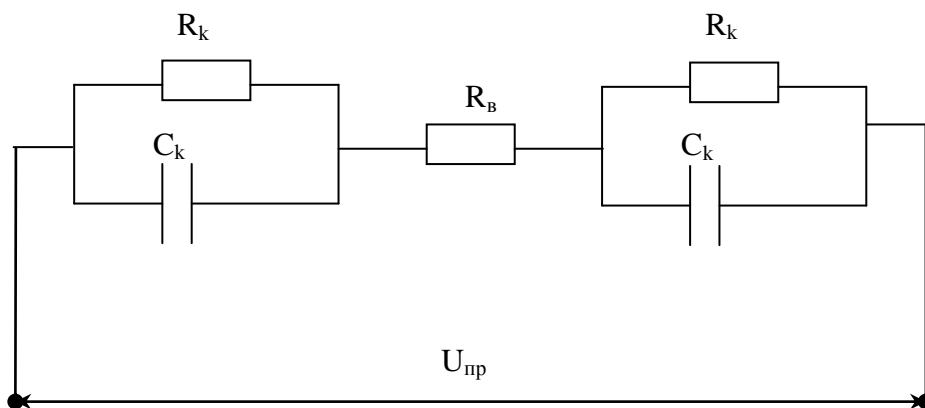


Рисунок 6.3 – Електрична схема опору тіла людини

На підставі схеми:

$$Z_r = 2 \cdot Z_k + R_B, \tag{6.4}$$

звідки

$$Z_k = \frac{Z_r - R_B}{2} . \quad (6.5)$$

При зростанні частоти струму ємнісний опір шкіри зменшується

$$X_{ck} = \frac{1}{\omega \cdot C_k} = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C_k} , \quad (6.6)$$

де X_{ck} – ємнісний опір шкіри, кОм;

ω – колова частота;

f – частота струму, кГц;

C_k – ємність зовнішнього шару шкіри, мкФ.

При відносно високих значеннях частоти (більше 10 кГц) повний опір людини визначається в основному опором внутрішніх органів

$$Z_r = R_B , \quad (6.7)$$

$$Z_r(0) = 2 \cdot R_k + R_B , \quad (6.8)$$

звідки

$$R_k = \frac{Z_r(0) - R_B}{2} . \quad (6.9)$$

де $Z_r(0)$ – опір тіла людини постійному струму, кОм.

Опір тіла людини постійному струму можливо оцінити за допомогою методу графічної екстраполяції (рис.4.2).

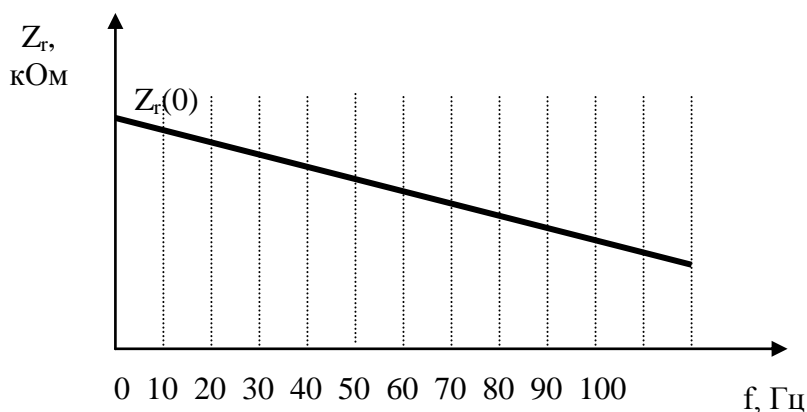


Рисунок 6.4 – Графік залежності опору людини від частоти у діапазоні 20 – 100 Гц

Також опір тіла людини постійному струму можливо визначити за допомогою розрахунків методом найменших квадратів (таблиця 6.2, формули 6.10–6.12).

Таблиця 6.2 – Вихідні данні для розрахунків

Номер вимі- ру	Вимір величини		Розраховані значення			
	f, кГц	Zr, кОм		f*Z		f ²
		S1	S2	S1	S2	
1	0,02					
2	0,05					
3	0,06					
4	0,08					
5	0,1					
Σn=	Σf=	ΣZ=	ΣZ=	Σf*Z=	Σf*Z=	Σf ² =

За підсумковими даними складається система рівнянь:

$$nZ(0) + b \sum_{i=1}^n f_i = \sum_{i=1}^n Z_i \quad (6.10)$$

$$Z(0) \sum_{i=1}^n f_i + b \sum_{i=1}^n f_i^2 = \sum_{i=1}^n f_i \cdot Z_i \quad (6.11)$$

де i - число експериментальних даних.

Вирішуючи систему, отримаємо

$$Z(0) = \frac{\sum_{i=1}^n Z_i \cdot \sum_{i=1}^n f_i^2 - \sum_{i=1}^n f_i \cdot \sum_{i=1}^n f_i \cdot Z_i}{n \sum_{i=1}^n f_i^2 - (\sum_{i=1}^n f_i)^2} \quad (6.12)$$

Прийнявши C_k - ємність конденсатора, мкФ, а f – частоту струму, кГц визначимо величину повного опору шару шкіри, кОм.

$$Z_k = \frac{R_k}{\sqrt{1 - (2\pi \cdot f \cdot R_k C_k)^2}} \quad (6.13)$$

$$C_k = \sqrt{\frac{R_k^2 - Z_k^2}{39,4 \cdot Z_k^2 \cdot R_k^2 \cdot f^2}} \quad (6.14)$$

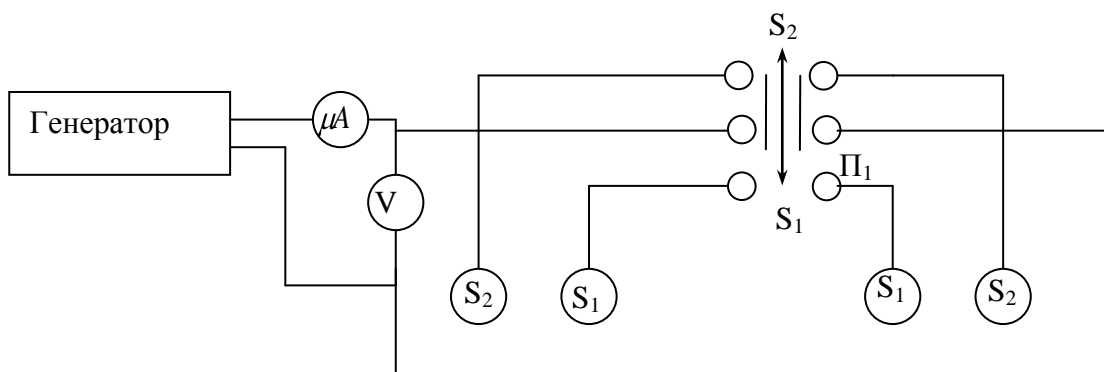


Рисунок 6.5 – Схема експериментальної установки для дослідження електричного опору тіла людини

Проведення замірів. Включити на базовому блоці тумблер “Мережа”. Встановити ручку “Рег. виходу” генератора в крайнє ліве положення. При цьому вольтметр повинен показати 0 В.

Перемикачем П1 підключити до схеми відповідні диски-електроди $S_2=12,5 \text{ см}^2$ або $S_1=25 \text{ см}^2$. Один з випробуваних кладе руки на диски-електроди.

За допомогою перемикачів “Частота” і “Помножувач” генератора встановити відповідну частоту струму (за вказівкою викладача).

Обертаючи ручку “Рег. виходу”, встановити струм в ланцюзі по міліамперметру на змінній панелі. Записати показання вольтметра. Результати роботи занести до таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 – Результати вимірів.

Частота f, Гц		20	50	60	80	100	200	500	1000	2000	5000	10000	20000
lg f		1.30	1.70	1.78	1.90	2.0	2.30	2.70	3.0	3.30	3.70	4.0	4.70
S ₁	U												
	I												
	Z _r												
S ₂	U												
	I												
	Z _r												

Обробка результатів вимірів

1. Визначити опір тіла людини за формулою (6.2):

$$Z_r = \frac{U_{\text{пр}}}{I_r} \quad (\text{таблиця 6.3}).$$

2. За результатами експерименту (таблиця 6.3) побудувати графіки залежностей:

$$Z_1 = \Psi \lg(f) \quad \text{при} \quad S_1 = 25 \text{ см}^2$$

$$Z_2 = \Psi \lg(f) \quad \text{при} \quad S_2 = 12,5 \text{ см}^2$$

3. За формулою (6.7) визначити внутрішній опір тіла людини.
4. Визначити опір тіла людини методом графічної екстраполяції.
5. За даними таблиці 6.2 визначити опір постійному струму $Z_r(0)$, розрахувати опір зовнішнього шару шкіри R_k .

6. Визначити повний опір шкіри Z_k .
7. Визначити ємність зовнішнього шару шкіри C_k та ємнісний опір X_{ck} .
8. Дані занести в таблицю 6.4.

Таблиця 6.4 – Параметри електричного опору тіла людини

Площа електро- дів, cm^2	Параметри електричного опору					
	R_b , кОм	$Z(0)$, кОм	R_k , кОм	Частота струму $f = \dots$ кГц		
				Z_k	$C_{k,мкФ}$	X_{ck}
$S_1=25$						
$S_2=12,5$						

6.4. Висновки. Вказати, які основні параметри електричного опору тіла людини визначені при виконанні лабораторної роботи, та їх вплив на безпеку електричного ураження.

6.5 Тестові запитання для контролю СР

1. Види дії електричного струму на організм людини.
2. Від яких чинників залежить ступінь ураження електричним струмом?
3. Вкажіть гранично допустимі струми, напруги при неаварійному режимі роботи ЕУ.
4. Види місцевих та загальних електротравм.
5. Як впливає тип нейтралі мережі на безпеку ураження електричним струмом при підвищенні частоти?
6. Як поділяються приміщення за електробезпекою?
7. Наведіть схему заземлення, занулення 3-х фазної мережі з нульовим робочим провідником.
8. Якими параметрами визначається повний опір тіла людини?
9. В чому полягає метод графічної екстраполяції при визначенні опору тіла людини на постійному струмі?
10. Запропонуйте методи захисту небезпечної дії електричного струму.

Лабораторна робота № 7

7 Пожежна безпека. Газодимозахист. Вивчення ефективності дії ізолюючих протигазів.

7.1 Мета роботи. Вивчити основи пожежної безпеки та газодимозахисту, Оцінити ефективність роботи кисневих ізолюючих протигазів, за придатністю хімічного поглинача.

7.2 Короткі теоретичні відомості

Пожежа – це неконтрольоване горіння поза спеціальним вогнищем, що розповсюджується в часі і просторі та створює загрозу життю і здоров'ю людей, навколишньому середовищу, призводить до матеріальних збитків.

Відповідно до статистичних даних, щороку в Україні виникає понад 68 тисяч пожеж, а з загальної кількості надзвичайних ситуацій 75 % становлять ве-

ликомасштабні пожежі. Щороку внаслідок пожеж в Україні гине понад 2,3 тисячі людей, 75 % пожеж і 96 % загиблих припадає на житловий сектор. Найбільше людей гине на пожежах у житлових спорудах, що розташовані у сільській місцевості – до 60 %. Наслідки пожеж визначаються сукупністю економічних (прямих, непрямих), соціальних та екологічних збитків.

Пожежі бувають природного, техногенного та побутового характеру. Природні: торф'яні, польові, степові, лісові – низові (горіння кущів підліску) поширюються – 1...6 км/год; верхові (вибухоподібні), з утворенням вихорів гарячого повітря, поширюються стрибкоподібно (8...25 км/год), підземні (в лісах з торф'яним ґрунтом) – поширюються – кілька метрів на добу (2...7 м). Територія, де виникла і розвивається пожежа – **зона пожежі**, а місце її виникнення – **осередок пожежі**.

Пожежна безпека – стан об'єкта, за якого з регламентованою ймовірністю унеможливаються виникнення і розвиток пожежі та вплив на людей її небезпечних чинників, а також забезпечується захист матеріальних цінностей.

Основними напрямками забезпечення пожежної безпеки є усунення умов виникнення пожежі та мінімізація її наслідків. Пожежа виникає за одночасної наявності горючої речовини, джерела займання та окисника (кисню, повітря), що разом утворюють горюче середовище. Якщо вилучити або заблокувати будь-який із цих чинників, то пожежі не буде. На цьому ґрунтуються основні напрями попередження пожеж та способи пожежогасіння.

Противопожежний режим – комплекс загальнообов'язкових норм поведінки, правил виконання робіт та експлуатації об'єкта (виробу), спрямованих на гарантування його пожежної безпеки.

Він є основою системи пожежної безпеки – комплексу організаційних заходів і технічних засобів, спрямованих на запобігання пожежі та збиткам від неї. **Пожежобезпека** об'єкта – стан об'єкта, за якого з регламентованою ймовірністю виключається можливість виникнення і розвитку пожежі, а також забезпечується захист матеріальних цінностей. Рівень забезпечення пожежної безпеки – кількісна оцінка попереджених збитків у разі можливої пожежі.

Ймовірність виникнення пожежі (вибуху) в пожежонебезпечному об'єкті визначають на етапах його проектування, будівництва й експлуатації. Для оцінювання ймовірності виникнення пожежі (вибуху) на діючих підприємствах або об'єктах, що споруджуються, у будівлях необхідно мати статистичні дані про різні пожежовибухонебезпечні події. Ймовірність виникнення пожежі (вибуху) у проєктованих об'єктах визначають на підставі показників надійності елементів (складових) об'єкта, що дає змогу обчислити ймовірність ситуацій, які можуть призвести до реалізації пожежовибухонебезпечних подій.

Простір в якому виникає пожежа, умовно поділяють на три зони:

I – зона теплової дії -це простір , де проходить процес теплообміну між поверхнею полум'я та горючою речовиною;

II – зона горіння - це частина простору, де відбувається процес термічного розкладення або випаровування горючої речовини;

III – зона задимлення - це частина простору, що межує з зоною горіння, заповненого димовими газами, які становлять загрозу для життя і здоров'я людини.

Пожежі що виникають на об'єктах господарювання поділяються на п'ять класів (таблиця 7.1).

Таблиця 7.1 – Класи пожеж

Клас пожежі	Характеристика класу	Підклас пожежі	Характеристика підкласу пожежі
А	Тверді ГР	А1	Горіння твердих речовин, що супроводжується тлінням (деревина, папір, текстиль)
		А2	Горіння твердих речовин, що не супроводжується тлінням (пластмаси)
В	Горіння рідких речовин	В1	Горіння рідких речовин, нерозчинних у воді (ефір, бензин), а також плавких (парафін)
		В2	Горіння рідких речовин, розчинних у воді (спирти, гліцерин)
С	Горіння газів	–	Горіння газоподібних речовин (пропан, ацетилен)
D	Горіння металів	D1	Горіння легких металів за винятком лужних (алюміній, магній)
		D2	Горіння лужних металів (натрій, калій)
		D3	Горіння металовміщувальних сполук (металоорганічні сполуки, гідриди металів)
Е	Горіння електроустановок	–	Електроізоляційні матеріали обладнання, що знаходиться під напругою

На виробництві всі приміщення, будівлі, цехи за вибухо- та пожежонебезпекою поділяються на 5 категорій (А – вибухонебезпечні; Б – вибухопожежонебезпечні; В – пожежонебезпечні; в приміщеннях Г і Д використовують негорючі матеріали, відповідно, в розплавленому (гарячому) і холодному стані (таблиця 7.2)).

Межа поширення вогню в будівлях - це розмір зони пошкодження зразка в площині конструкцій від межі зони нагрівання до найбільш віддаленої точки пошкодження. Відповідно до ДБН В.1.1-7-2002 за вогнестійкістю усі будівлі та споруди діляться на вісім ступенів - I, II, III, IIIа, IIIб, IV, IVа, V.

До конструкцій I-го ступеню вогнестійкості відносяться будівлі з несучими конструкціями та конструкціями огороження із природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону або залізобетону із застосуванням листових та плитових негорючих матеріалів.

Будівлі II-го ступеню вогнестійкості, такі самі, але у їх покриттях допускається застосовувати незахищені сталеві конструкції.

Ступінь вогнестійкості III– будівлі з несучими конструкціями та конструкціями огорожі з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону або залізобетону. Для перекриття допускається використання дерев'яних конструкцій, захищених штукатуркою, вогнетривкими листовими або плитовими матеріалами. До елементів покриття не висуваються вимоги щодо меж вогнестійкості та розповсюдження вогню, при цьому елементи покриття горища із деревини підлягають вогнезахисній обробці.

Ступінь вогнестійкості IIIа– будівлі переважно з каркасною конструктивною схемою. Елементи каркасу 0, із сталевих незахищених конструкцій. Конструкції огорожі із сталевих профільованих листів або інших негорючих листових матеріалів із вогнетривким утеплювачем.

Ступінь вогнестійкості IIIб– будівлі переважно одноповерхові з каркасною конструктивною схемою. Елементи каркасу – із суцільної або клеєної деревини, що піддається вогнезахисній обробці, яка забезпечує потрібні вимоги для межі розповсюдження вогню. Конструкції огороження - із панелей або напівелементної збірки, виконані із застосуванням деревини або матеріалів на її основі. Деревина та інші горючі матеріали конструкцій огороження повинні піддаватися вогнезахисній обробці або захищені від впливу вогню та високих температур для забезпечення вимог щодо меж розповсюдження вогню.

Ступінь вогнестійкості IV– будівлі з несучими конструкціями та конструкціями огорожі із суцільної або клеєної деревини та інших горючих або вогнестійких матеріалів, захищених від впливу вогню та високих температур штукатуркою або іншими листовими або плитовими матеріалами. До елементів покриття не ставляться вимоги до вогнестійкості та меж розповсюдження вогню, елементи покриття горища із деревини піддаються вогнезахисній обробці.

Ступінь вогнестійкості IVа – будівлі переважно одноповерхові з каркасною конструктивною схемою. Елементи каркасу - із сталевих незахищених конструкцій. Конструкції огороження – із сталевих профільованих листів або інших негорючих матеріалів з горючим утеплювачем. Ступінь вогнестійкості V - будівлі, до несучих конструкцій огорожі яких не ставляться вимоги щодо меж вогнестійкості та меж розповсюдження вогню.

Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій і максимальні межі поширення вогню по них регламентуються ДБН В. 1.1-7-2002. Наприклад, максимальні межі вогнестійкості несучих стін зменшуються з 2,5 години для I ступеня вогнестійкості до 0,5 годин для IVа ступеня, а максимальні межі поширення вогню за ними складають 0 для I, II, III, IIIа ступенів і 40 см для ступенів IIIб, IV, IVа. Для V ступеня показники вогнестійкості усіх типів будівельних конструкцій не нормуються.

Таблиця 7.2 – Категорії приміщень за пожежною безпекою

А	Б	В	Г	Д
ГГ, ЛЗР	ГП, В, ЛЗР	ГП, ТГР, речо-	Негорючі ма-	Негорючі

($t_{\text{спал}} \leq 28^{\circ}\text{C}$) $\Delta P_{\text{виб}} > 5 \text{кПа}$ Речовини, матеріали, що вибухають, горять при взаємодії з H_2O , O_2 , один з другим, $\Delta P_{\text{виб}} > 5 \text{кПа}$	($t_{\text{спал}} > 28^{\circ}\text{C}$), ГР $\Delta P_{\text{виб}} > 5 \text{кПа}$	вини, що тільки горять при взаємодії з H_2O , O_2 , один з другим	теріали (в розплавленому, гарячому стані), ГГ, ГР, ТГР, що спалюються, утилізуються як паливо	матеріали в холодному стані
ГГ, ГП, ГР – горючі гази, пил, рідини; ЛЗР – легкозаймисті рідини, В-волокна, ТГР – тверді горючі речовини				

Є дві основні системи запобігання техногенним, побутовим пожежам:

1) Запобігання утворення горючого середовищ в приміщенні (обладнанні).

2) Запобігання утворення в горючій суміші джерела запалювання.

5 способів гасіння пожежі:

1) Припинення доступу O_2 , ГР в зону горіння,

2) Охолодження середовища до $T < T_{\text{самозаймання ГР}}$.

3) Інгібування горіння (уповільнення).

4) Механічний зрив полум'я – струменем інертного газу, води.

5) Розведення негорючими газами.

Вогнегасячі речовини:

1) H_2O .

2) H_2O -пар.

3) H_2O - розчин солей (NaHCO_3 , CaCl_2 , Na_2SO_4 , $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ та ін.

4) Хімічна піна.

5) Повітряно-механічна піна (повітря – 90%).

6) Інертні гази – CO_2 , N_2 (30-36% до об'єму приміщення).

7) Галоїдопохідні – хладони (фреони).

8) Вогнегасильні порошки – ПСБ-3 (NaHCO_3), ПФ - $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$, СІ-2

(силікагель) та ін.

Основні заходи протипожежного захисту:

1) Своєчасна евакуація людей.

2) Застосування пожежної техніки: пожежні машини, сигналізація, установки гасіння пожежі, пожежний інвентар. Для будівель категорії А,Б,В – стаціонарні установки пожежегасіння: спринклерні, дренчерні; вогнегасники: ВХП (хімічні пінні), ВВ (ОУ) – вуглекислотні, ВП (ОП) – порошкові.

3) Протидимний захист (димові шахти, пройми)

4) Протипожежні стіни, перекриття і т.і.

5) Застосування установок автоматичного пожежогасіння – АУП.

6) Пожежна сигналізація: пожежні повідомлювачі бувають декількох типів (теплові – тепловий магнітний УП-105-2/1); димові з оптико-електронним і радіоізотопним виявленням – ДИП-1, РИД-6М, світлові – з використанням лічильників фотонів, фото резисторів і т.і., комбіновані).

Для захисту органів дихання під час пожежі останнім часом використовуються саморятівники (рисунок 7.1). Саморятівники, бувають ізолюючі і фільтруючі. Ізолюючі засоби індивідуального захисту органів дихання під час пожежі, що мають автономне джерело подачі чистого кисню і(чи) його регенерації. Ці пристрої здатні повністю ізолювати обличчя людини від задимленості, захистити очі, ніс, рот від теплового та токсичного впливу.

Адже токсичні продукти згорання становлять найбільшу загрозу для життя людини, особливо при пожежах в будівлях. В сучасних виробничих, побутових та адміністративних приміщеннях знаходиться значна кількість синтетичних матеріалів, що є основними джерелами токсичних продуктів згорання. Так при горінні пінополіуретану та капрону утворюється ціанід водню (який з H_2O —парами дає синильну кислоту), при горінні вініласту — хлорид водню та оксид вуглецю (II), при горінні лінолеуму – сірководень (H_2S) та сірчистий газ (SO_2) і т. і. Найчастіше при пожежах відзначається високий вміст в повітрі оксидів вуглецю. Так, в підвалах, шахтах, тунелях, складах вміст CO може становити від 0,15 до 1,5%, а в приміщеннях – 0,1– 0,6%. Слід зазначити, що оксид вуглецю (II) – це отруйний газ і вдихання повітря, в якому його вміст становить 0,4% – смертельне.



а



б

Рисунок 7.1 – Саморятівники: а – СИПНУВ-1; б – СІП-50

Головною частиною таких саморятівників є ізолюючий протигаз (рисунок 7.2). Принцип роботи протигазу заснований на виділенні кисню із хімічних речовин при поглинанні вуглекислого газу і вологості, які видихає людина.

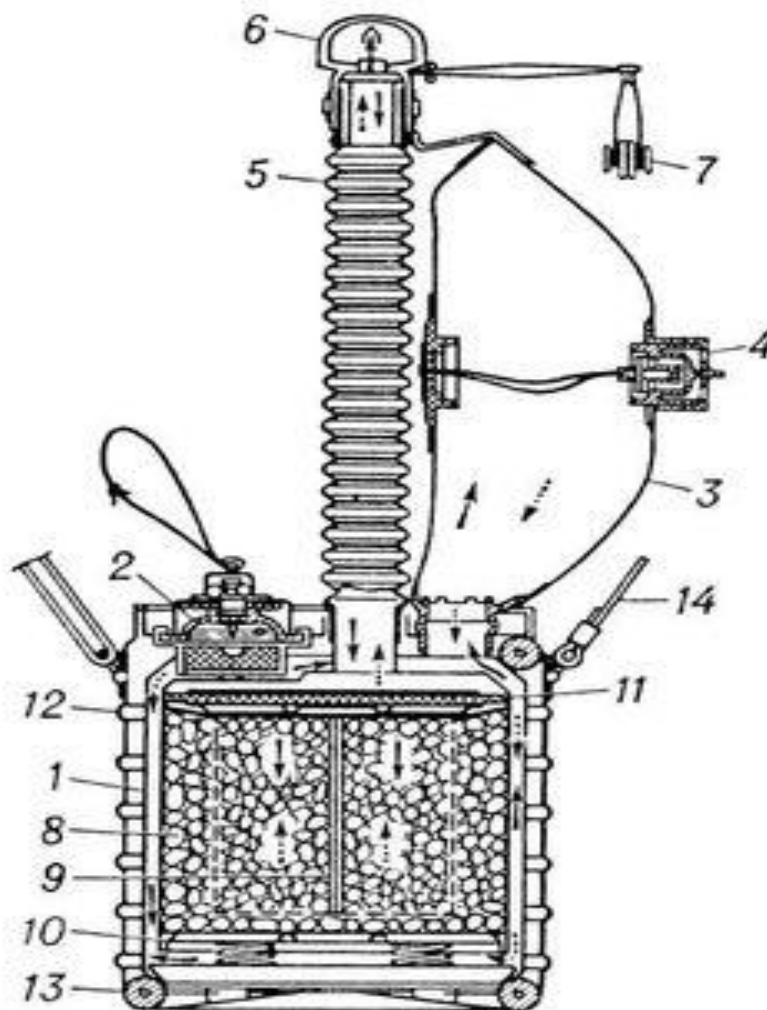


Рисунок 7.2 – Схема будови саморятівника: 1 — регенеративний патрон; 2 — пусковий пристрій; 3 — дихальний мішок; 4 — надлишковий клапан; 5 — гофрований шланг; 6 — загубник; 7 — носовий затиск; 8 — гранульований кисневмісний продукт; 9 — секційний теплораспределитель; 10 — рухлива сітка; 11 — фільтр; 12 — металевий футляр; 13 — гумовий амортизатор; 14 — плечовий ремінь.

Розглянемо більш детально процес поглинання вуглекислого газу поглиначем вапняним.

Призначення і технічна характеристика поглинача вапняного (ХП-В).

Хімічний поглинач вапняний призначений для очищення повітря, що видихається від діоксида вуглецю при роботі в кисневих ізолюючих протигазах.

ХП-В являє собою гранульований продукт білого кольору $Ca(OH)_2$ з додаванням NaOH, без будь-яких запахів.

ХП-В – продукт одноразової дії і регенерації не підлягає. Гарантійний термін збереження -1 рік із дня виготовлення.

До основних характеристик, що визначають придатність ХП-В відносяться:

1. Вміст CO_2 (до 5 мас.%). За вмістом діоксиду вуглецю ($\%CO_2$) в ХП-В

визначають його придатність до :

I зона – придатний для зарядки бойових патронів при первинній пробі (0,141-3,99 %CO₂);

II зона- придатний при вторинній пробі (4,00 – 4,48 %CO₂);

III зона – придатний для використання з навчальною метою (4,49 – 6,94 %CO₂);

IV зона- не придатний (6,94-8,69 %CO₂).

2. Вологість (16-21%). При вологості ХП-В менше 16% необхідно його додатково зволожити до норми. Якщо вологість ХП-В більше 21%, то його піддають підсушуванню. При вологості ХП-В в 22% вміст CO₂ повинний перевищувати 4,4%. У подальшому , на кожний відсоток підвищення вологості, вміст CO₂ у ХП-В повинен знижуватися на 0,3%.

3. Час захисної дії (понад 50...80 хв.). Якщо час захисної дії ХП-В менше 50 хв., поглинач бракується і складається акт на його списання; в межах 50-80 хв., поглинач може використовуватися лише для навчання; якщо час захисної дії більш 80 хв., ХП-В використовують для зарядки регенеративних патронів.

Техніка безпеки. Поглинач не горить. Пил поглинача ХП-В має подразнюючу дію на дихальні шляхи і шкіру, тому що містить у собі гідроксиди кальцію та натрію.

Роботи, які пов'язані з пересипанням поглинача, зарядкою регенеративних патронів проти газів, необхідно виконувати в протипильовому респіраторі і бавовняних рукавицях.

7.3. Експериментальна частина

7.3.1. Методика визначення вмісту CO₂ у ХП-В. Сутність методу полягає у вимірі об'єму газоподібного діоксида вуглецю (вуглекислого газу), що виділяється при розкладанні проби ($\cong 1$ г) ХП-В соляною кислотою ($\rho=1.08-1.15$ г/см³). Визначення проводиться в приладі – кальцимірі (рисунок 7.3) із внутрішнім об'ємом 200 ± 50 см³.

Для визначення вмісту CO₂ у ХП-В.

1) Підняти склянку 3 (рисунок 7.3), заповнити циліндр і газову бюретку 1 розчином (підфарбована дистильована вода) до верхньої кругової мітки, позначеною цифрою 0, закрити кран.

2) Перевірити кальцимір на герметичність. Для цього краном відключити газову бюретку від атмосфери і з'єднати її з реакційною камерою 4, відкрити зливальний кран і стежити, щоб після зливу розчину з циліндра 3 у газовій бюретці не спостерігалось подальшого зниження рівня. Заповнити знову циліндр 3 і газову бюретку 1 розчином до мітки, закрити кришку і розпочати експеримент.

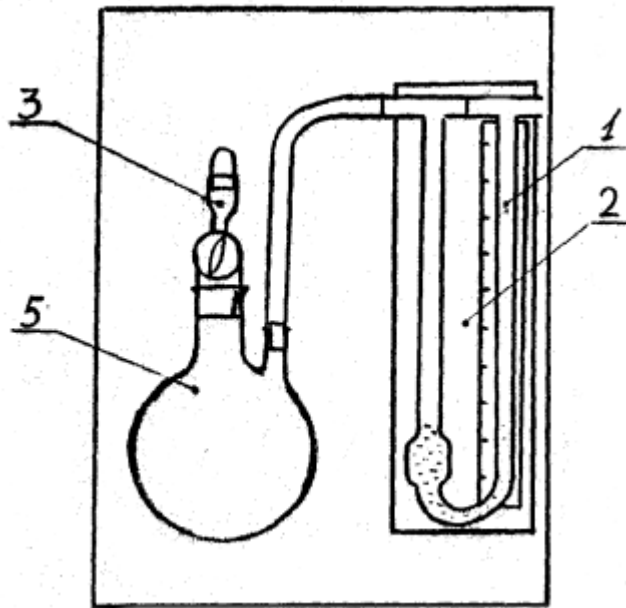


Рисунок 7.3–Установка для визначення вмісту CO_2 (кальцимір): 1-газова бюретка, 2-мантія з гумовими пробками; 3-циліндр із краном; 4-реакційна камера з пробіркою

3) Зважте на аналітичних терезах навіску ХП-В $m = 1\text{ г}$ обережно помістіть її дно попередньо висушеної склянки із пробіркою. У пробірку за допомогою піпетки Мора з резиновою грушею обережно налити концентровану кислоту (5 мл). Для сполучення навіски ХП-В з кислотою склянка нахилиється і встряхується, при цьому буде відбуватися реакція. Одночасно відкрити кран і стежити, щоб рівні рідини в газовій бюретці і циліндрі були однакові. Повне розкладання навіски ХП-В визначається припиненням виділення бульбашок газу на поверхні розчину в реакційній камері і повному розчиненні ХП-В.

4) Залишити прилад у спокійному стані протягом 10 хвилин. При цьому відбудеться вирівнювання температури реакційної камери і газової бюретки з температурою навколишнього повітря. Записати показання термометра і барометра (барометричний тиск повітря), що необхідні для приведення об'єму вуглекислого газу, що виділився до нормальних умов.

5) Привести об'єм отриманого газу в бюретці до атмосферного тиску навколишнього повітря. Це досягається встановленням меніска в циліндрі на одному рівні з меніском у газовій бюретці.

6) Зробіть відлік (змір) об'єму газу в см^3 за меніском води в бюретці (записати результат). Отримана величина і є об'ємом виділеного CO_2 (V_{CO_2}). Кількість дослідів при проведенні аналізу ХП-В повинно бути не менше трьох, розбіжність показань у дослідах не повинно перевищувати 0,2 – 1 %.

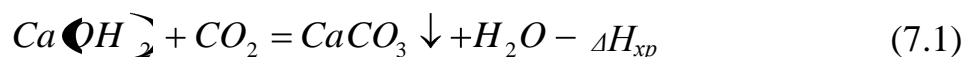
7.3.2. Методика визначення вологості. У скляний тарувальний бюкс переносять навіску випробуваного ХП-В – 2-3г (із точністю до 0,001 г). Потім навіску у відкритому бюксі (m_1) сушать у сушильній шафі при температурі 200-215⁰С на протязі 15 хв., після чого бюкс витягають, закривають кришкою, охолоджують у ексикаторі над прожареним хлоридом кальцію або

концентрованою сірчаною кислотою (як вологопоглинач) і знову зважують (m_2).

Проводять три досліди, за результатами яких виводять середню величину (розбіжність не більш 0,5%).

Визначення часу захисної дії ХП-В. Метод визначення часу захисної дії ХП-В полягає у встановленні зміни маси навіски хімічного поглинача, підданого опрацюванню вуглекислим газом.

При пропусканні вуглекислого газу через хімічний поглинач у трубці буде проходити реакція:



Як видно з формули, це екзотермічна реакція, яка проходить із виділенням тепла ($\Delta H_{xp} < 0$).

Подача вуглекислого газу повинна робитися до закінчення реакції тобто до повного охолодження ХП-В і випарування вологи в трубці.

7.3.3. Обробка результатів. Відсотковий вміст діоксиду вуглецю в ХП-В визначається за формулою:

$$\%CO_2 = (0,001977 \cdot V_0 \cdot 100) / m \quad (7.2)$$

де: 0,001977 – маса 1 см³ CO₂ в г;

V_0 – об'єм CO₂, приведений до нормальних умов (0⁰C і 760 мм.рт.ст), см³.

$$V_0 = V_{CO_2} \cdot K \quad (7.3)$$

K – поправочний коефіцієнт (таблиця 7.3);

m – маса навіски ХП-В, г.

Вміст вологи у відсотках обчислюють за формулою:

$$W = [(m_1 - m_2) / m] \cdot 100\% \quad (7.4)$$

де; m – маса навіски ХП-В, г;

m_1 – маса бюкса з навіскою ХП-В до сушки, г;

m_2 – маса бюкса з навіскою ХП-В після сушки, г.

Таблиця 7.3 – Значення поправочного коефіцієнту K

t, °C	Тиск, мм рт. ст								
	730	736	740	745	750	755	760	765	770
17	0.1110	0.1198	0.1207	0,1214.	0,1222	0,1235	0.1245	0.1248	0.1255
18	0,1 166	0,1194	0,1201	0,1210	0,1219	0,1227	0,1239	0.1242	0.1251
19	0.11X9	0,1190	0. 198	0.1208	0,1215	0.1222	0.1235	0.1239	0,1247
20	0.1178	0,1186	0, 195	0.1203	0,1211	0,1210	0,1230	0.1235	0,1242
21	0,1174	0,1182	0, 190	0.1200	0,1208	0.121.3	0,1225	0.1231	0.1239
22	0,1170	0,1179	0, 183	0,1192	0,1200	0.1209	0,1223	0.1225	0.1232
23	0.1166	0.1174	0. 182	0.1190	0.1199	0.1207	0,1221	0.1222	0.1230
24	0.116	0,1170	0, 176	0.1184	0.1191	0.1200	0.1200	0.1215	0.1223
25	0,158	0.1165	0. 173	0,1182	0.1190	0.1195	0,1215	0,1210	0.1221
26	0.1154	0.1161	0, 170	0.1178	0.1185	0,1193	0,1210	0,1209	0.1217
27	0.1150	0.1157	0. 167	0.1175	0.1182	0,1191	0,1199	0,1207	0.1215
28	0,1147	0,1153	0.1160	0,1172	0,1180	0,1168	0.1195	0.1203	0.1211
29	0,1145	0.1151	0.1159	0.1167	0,1175	0.1132	0,1190	0.1199	0,1207
30	0.1141	0.1147	0.1153	0.1162	0.1159	0.1178	0.1181	0.1192	0.1200

Визначення часу захисної дії ХП-В. Знаючи величину привіски Δm , відсотковий вміст вологи в ХП-В, за графіком (рисунок 7.4) визначають час захисної дії ХП-В - τ , хв/кг. Величину привіску маси Δm визначають як :

$$\Delta m = A_2 - A_1 \quad (7.5)$$

де: Δm - величина привіску, г;
 A_1 – маса ХП-В до дослідів, г;
 A_2 – маса ХП-В після дослідів, г.

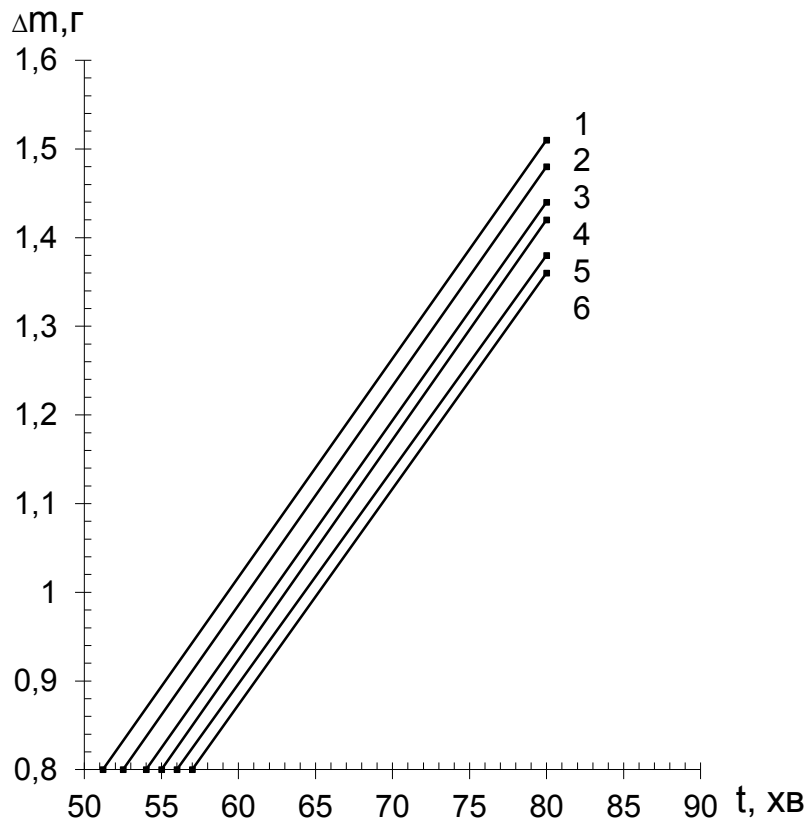


Рисунок 7.4 – Час захисної дії ХП-В: 1- вологість 16%; 2- вологість 17%; 3- вологість 18%; 4- вологість 19%; 5- вологість 20%; 6- вологість 21%.

7.4 Висновки. За вмістом діоксиду вуглецю в ХП-В визначають зону придатності; вказують вміст вологи в ХП-В та час захисної дії ХП-В.

7.5 Тестові запитання для контролю СР

1. Які Вам відомі види пожеж? Які причини їх виникнення?
2. Як класифікуються приміщення за вибухопожежонебезпекою?
3. Які системи запобігання техногенним, побутовим пожежам?
4. Як пожежі поділяються за класами?
5. Які способи гасіння пожеж?
6. Які вогнегасячі речовини застосовуються для гасіння пожеж?
7. Яке призначення ізолюючих саморятівників, їх умови застосування?
8. З якою метою застосовується поглинач ХП-В?
9. Які основні параметри поглинача ХП-В?
10. Як оцінити час захисної дії хімічного поглинача вапняного ХП-В?

Список рекомендованої літератури

Законодавство і нормативно-правові документи

1. Конституція України. Основний закон. – К., 1996.
2. Закон України «Про охорону праці». ВВР , 1992, № 49, ст.668
3. Кодекс цивільного захисту України.– Відомості Верховної Ради (ВВР), 2013, № 34-35, ст.458.
4. Закон України "Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру" № 1809-III від 08.07.2000 із змінами і доповненнями, внесеними законами України.
5. Закон України “Про правовий режим надзвичайного стану” № 1550-III від 16.03 2000 із змінами і доповненнями, внесеними законами України.
6. Про охорону здоров'я: Закон України. – К., 1992.
7. Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення: Закон України // Відомості Верховної Ради України. – 1994. – № 27.
8. Закон України “ Про захист людини від інфекційних хвороб”. – К. 06.04.2000. №1645-III.
9. Закон України “ Про зону надзвичайної екологічної ситуації”. – К.13.07.2000.-№1908-III.
10. Закон України “ Про об’єкти підвищеної небезпеки ”. – К.18.01.2001.- №2245- III.
13. ДСТУ EN 482:2016 Повітря робочої зони. Загальні вимоги до характеристик методик вимірювання вмісту хімічних речовин (EN 482:2012+A1:2015, IDT).
14. ДСН 3.3.6.042-99 “Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень”
15. ДБН В.2.5-28:2018 “Природне і штучне освітлення”.
16. ДСН 3.3.6.037-99 “Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку” Затверджено постановою Головного державного санітарного лікаря України від 1.12.1999 р. № 37.
17. Державні санітарні норми допустимих рівнів шуму в приміщеннях житлових та громадських будинків і на території житлової забудови. Затверджено наказом Міністерства охорони здоров'я України від 22 .02. 2019 р. № 463.
18. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97). Затверджено наказом Міністерства охорони здоров'я України від 14 .07. 1997 р. № 208.
19. Норми радіаційної безпеки України; доповнення: Радіаційний захист від джерел потенційного опромінення (НРБУ-97/Д-2000). Затверджено постановою Головного державного санітарного лікаря України від 12.07.2000 р. № 116.
20. Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України (ОСПУ-2005). Затверджено наказом Міністерства охорони здоров'я України від 20 .05. 2005 р. № 552/10832.
21. ПУЕ. Правила улаштування електроустановок. Міненерговугілля України, 2017. 617с.

22. НПАОП 40.1-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. Затверджено наказом Держнаглядохоронпраці від 09. 01. 98 № 4.

23. Правила пожежної безпеки в Україні. Затверджено наказом Міністерства внутрішніх справ України від 30 .12. 2014 р. № 1417.

Основна література

1. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці. Курс лекцій: Навчальний посібник / А.І. Ткачук, О.В. Пуляк. – Кропивницький: ПП "Центр оперативної поліграфії "Авангард". – 2017. – 184 с.

2. Зеркалов Д.В. Безпека життєдіяльності та охорона праці. Монографія. – К.: Основа, 2015. 978 с.

3. Желібо Є.П., Заверуха Н.М., Зацарний В.В. Безпека життєдіяльності. Навч. посіб. / За ред. Є.П.Желібо.– К.: Каравела, 2011. – 344 с.

4. Безпека життєдіяльності. Навч. посіб. / В. В. Зацарний, О. В. Зацарна, О. В. Землянська, Д. В. Зеркалов. – К.: Основа, 2016. 204 с.

5. Катренко Л.А., Кіт Ю.В., Пістун І.П. Охорона праці. Курс лекцій. Практикум: Навч. посіб. – Суми: Університетська книга, 2009. – 540 с.

Допоміжна

1. Безпека праці та промислова санітарія. [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. інж., екон. напр. підгот.(Під грифом МОНУ)/Ткачук К.Н., Гуменюк О.Л., Бівойно Т.П., Денисова Н.М., Челябієва В.М., Ткачук К.К., Буяльська Н.П.// Чернігів: ЧДТУ, 2011. – 1 електрон. опт. диск (CD-ROM): кольор.; 12 см. -Систем. вимоги: Pentium - 266; 32 Mb RAM; CD-ROM Windows 98/2000/NT/XP. - Назва з титул. екрану.- 360 с.

2. Основи охорони праці: / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний та ін. - К.: Основа, 2006 - 448 с.

3. Запорожець О. І., Протоєрейський О. С., Франчук Г. М., Боровик І. М. Основи охорони праці. Підручник. - К.: Центр учбової літератури, 2009. - 264 с.

4. Основи охорони праці: / В. В. Березуцький, Т. С. Бондаренко, Г. Г. Валенко та ін.; за ред. проф. В. В. Березуцького. - Х.: Факт, 2005. - 480

Інформаційні ресурси

1. Система дистанційного навчання ЧНТУ. Курс: – Безпека життєдіяльності та основи охорони праці [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://eln.stu.cn.ua/>

2. <http://www.president.gov.ua/>-Офіційне інтернет-представництво Президента України.

3. <http://www.rada.kiev.ua/>- Верховна Рада України.

4. <http://www.kmu.gov.ua/>-Кабінет Міністрів України.

5. <http://www.mon.gov.ua>, www.osvita.com.-Міністерство освіти і науки України

6. <http://www.mns.gov.ua/>.-Міністерство України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи

7. <http://www.rainbow.gov.ua/> .- Рада національної безпеки і оборони України

8. <http://www.scgis.ru/russian/>.-Сайт, присвячений землетрусам та сейсмічному районуванню території
9. <http://chronicl.chat.ru/>.- Сайт, присвячений надзвичайним ситуаціям природного характеру
10. <http://www.erriu.ukrtel.net/index.htm>. -Український інститут досліджень навколишнього середовища і ресурсів при Раді національної безпеки і оборони України
11. <http://www.social.org.ua> - Офіційний сайт Фонду соціального страхування