

Міністерство освіти і науки України
Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича

**ІНЖЕНЕРІЯ БЕЗПЕКИ ТА
ОХОРОНА ПРАЦІ**

Методичні вказівки до практичних занять

Чернівці
Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича
2021

УДК 331.45(075.8)+614.8
ББК 65.9(4УКР)248я73
Д 133

П 845 Інженерія безпеки та охорона праці: Методичні вказівки до практичних занять / укл. Борук С.Д.– Чернівці: Чернівецький нац. ун-т ім. Юрія Федьковича, 2021. – 59 с.

Методичні вказівки для студентів спеціальності 181 Харчові технології денної та заочної форм навчання. Посібник містить відомості про розрахунок безпечних значень параметрів технологічних процесів, визначення норм оплати праці з урахуванням умов трудового процесу.

УДК 331.45(075.8)+614.8
ББК 65.9(4УКР)248я73
© Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича, 2021

ВСТУП

Сталий економічний і соціальний розвиток держави неможливий без забезпечення техногенної безпеки. В Україні на початок XXI століття зношеність виробничих фондів становить у середньому 50 відсотків, а за умов старих технологій і браку коштів на підтримання техногенної безпеки дуже повільно здійснюється оновлення або заміна застарілих основних виробничих фондів, рівень техногенної безпеки щорічно значно знижується. Потенційно небезпечні об'єкти господарювання рік у рік стають все вразливішими до дії небезпечних природних факторів, що збільшує небезпеку виникнення на них вторинних техногенних аварій і навіть катастроф, за масштабами яких можуть виникнути надзвичайні ситуації з дуже важкими наслідками.

В таких умовах особливу актуальність набувають питання підвищення рівня безпеки виробництва.

Метою вивчення дисципліни є надання знань, умінь, здатностей (компетенцій) для здійснення ефективної професійної діяльності шляхом забезпечення оптимального управління охороною праці на підприємствах (об'єктах господарської, економічної та науково-освітньої діяльності), формування у студентів відповідальності за особисту та колективну безпеку й усвідомлення необхідності обов'язкового виконання в повному обсязі всіх заходів гарантування безпеки праці на робочих місцях.

Завдання вивчення дисципліни полягає у набутті студентами знань, умінь і здатностей (компетенцій) ефективно виконувати завдання професійної діяльності з обов'язковим урахуванням вимог охорони праці та гарантуванням збереження життя, здоров'я та працездатності працівників у різних сферах професійної діяльності.

Практична робота № 1.

Методи розрахунку критеріїв вибухонебезпечної небезпеки приміщень

Загальні положення

1. За розрахунковий вибирається найнесприятливіший варіант аварії або період нормальної роботи апаратів, при якому у вибуху бере участь найбільша кількість речовин чи матеріалів, які найнебезпечніші щодо наслідків такого вибуху.

2. Кількість речовин, які здатні створити вибухонебезпечні газоповітряні або пароповітряні суміші, визначається виходячи з таких передумов:

а) виникає розрахункова аварія одного з апаратів згідно з пунктом 1 (найнебезпечніша);

б) увесь вміст апарата надходить у приміщення;

в) виникає одночасно витік речовин із трубопроводів, які живлять апарат за прямим і зворотним потоках протягом часу, що необхідний для відключення трубопроводів.

Розрахунковий час відключення трубопроводів визначається в кожному конкретному випадку, виходячи з реальної обстановки, і повинен бути мінімальним з урахуванням паспортних даних на запірні пристрої, характеру технологічного процесу.

Розрахунковий час відключення трубопроводів приймається рівним:

- якщо ймовірність відмови системи автоматики не перевищує 10^{-6} на рік або забезпечено резервування її елементів згідно з паспортними даними установки, але не більше 3 с;

- якщо ймовірність відмови системи автоматики перевищує 10^{-6} на рік і не забезпечено резервування її елементів - 120с;

- 300с у разі ручного відключення.

г) виникає випаровування з поверхні рідини, що розлилася;

д) виникає випаровування рідини з ємностей, які експлуатуються з відкритим джерелом рідини;

є) тривалість випаровування рідини приймається рівною часу її повного випаровування, але не більше 3600с.

3. Кількість пилу, який може утворювати вибухонебезпечну суміш, визначається з таких передумов:

а) пилонакопичення відбувається за умов нормального режиму роботи внаслідок негерметичності виробничого обладнання;

б) виникла планова (ремонтні роботи) або раптова розгерметизація одного з технологічних апаратів, через що стався аварійний викид у приміщення всього пилу, що був у апараті.

4. Визначається вільний об'єм приміщення - різниця між об'ємом приміщення й об'ємом, що займає технологічне обладнання. При неможливості його визначення він приймається 80% геометричного об'єму приміщення.

Розрахунок надмірного тиску вибуху для горючих газів, пари легкозаймистих і горючих рідин

5. Надмірний тиск вибуху ΔP для індивідуальних горючих речовин, складаються з атомів *C, H, O, N, Cl, Br, I, F* визначаються за формулою

$$\Delta P = (P_{\max} - P_0) \cdot \frac{m \cdot z \cdot 100 \cdot 1}{v_B \cdot \rho_{Г.П} \cdot C_{СТ} \cdot K_H}, \quad (1.1)$$

де: P_{\max} – максимальний тиск вибуху стехіометричної газоповітряні суміші в замкнутому об'ємі.

Приймається за довідковими даними. В разі відсутності даних допускається, що $P_{\max} = 900$ кПа.

P_0 – початковий тиск, кПа (допускається, що $P_0 = 101$ кПа);

m – маса горючого газу (ГГ) або пари легкозаймистих (ЛЗР) і горючих рідин (ГР), кг, яка обчислюється за формулами для ГГ (5) для пари ЛЗР, ГР – (10);

z – коефіцієнт участі пального у вибуху, береться за табл. 1.1.

v – вільний об'єм приміщення;

$\rho_{Г.П}$ – густина пари чи газу, $кг \cdot м^3$;

$C_{СТ}$ – стехіометрична концентрація ГГ або пари ЛЗР і ГР, % (об), що розраховується за формулою:

$$C_{СТ} = \frac{100}{1 + 4,84 \cdot \beta}, \quad (1.2)$$

де: $\beta = n_c + \frac{n_H - n_x}{4} - \frac{n_0}{2}$ – стехіометричний коефіцієнт кисню в реакції горіння;

n_c, n_H, n_0, n_x – кількість атомів С, Н, О і галоїдів у молекулі палива.

K_H – коефіцієнт, який враховує негерметичність приміщення та необачність процесу горіння (допускається, що $K_H = 3$).

Таблиця 1.1

Коефіцієнт участі палива у вибуху залежно від горючої рідини (z)

Вид горючої рідини	Значення коефіцієнта
1	2
Горючі гази	0,5
Легкозайmistі та горючі рідини, нагріті до	0,3
Легкозайmistі та горючі рідини, нагріті нижче	0,3
Легкозайmistі та горючі рідини, нагріті нижче	0

6. Розрахунок ΔP для індивідуальних речовин, крім тих, які складаються з атомів C, H, O, N, Cl, Br, I, F , а також для сумішей – визначається за формулою:

$$\Delta P = \frac{m \cdot H_T \cdot P_0 \cdot z}{v_v \cdot \rho_n \cdot C_p \cdot T_0} \cdot \frac{1}{K_H}, \quad (1.3)$$

де: H_T – теплота згорання, Дж·кг⁻¹;

ρ_n – густина повітря до вибуху при початковій температурі T_0 , кг·м⁻³;

C_p – теплоємність повітря Дж · кг⁻¹ · К⁻¹. (Допускається, що $C_p=1,01 \cdot 10^3$ Дж·кг⁻¹ · К⁻¹).

T_0 – початкова температура повітря, К.

7. Коефіцієнт K , що залежить від роботи аварійної вентиляції, яка забезпечена резервними вентиляторами й аварійним пуском, визначається за формулою:

$$K = A \cdot t + 1, \quad (1.4)$$

де: A – кратність повітрообміну, що утворюється аварійною вентиляцією·с⁻¹;

t – тривалість надходження горючих газів і пари ЛЗР, ГР до об'єму приміщення (обчислюється за пунктом 2).

При цьому масу m горючих газів або пари легкозайmistих, або горючих

нагрітих до температури спалаху і вище, що надійшли до об'єму приміщення, належить розділити на коефіцієнт K .

8. Маса m (кг) газу, що надійшов у приміщення при розрахунковій аварії, визначається за формулою:

$$m = (V_{an} + V_T) \cdot \rho_T, \quad (1.5)$$

де: V_{an} – об'єм газу, що вийшов з апарата, м³;

V_T – об'єм газу, що вийшов із трубопроводів, м³.

$$V_{\text{ан}} = 0,01 \cdot P_1 \cdot V, \quad (1.6)$$

де: P_1 – тиск в апараті, кПа; V – об'єм апарата, м³;

$$V_T = V_{1T} + V_{2T}, \quad (1.7)$$

де: V_{1T} – об'єм газу, що вийшов із трубопроводу до його відключення, м³;

V_{2T} – об'єм газу, що вийшов із трубопроводу після його відключення, м³.

$$V_{1T} = q \cdot t, \quad (1.8)$$

де: q – витрата газу, м³·с⁻¹;

t – час відключення трубопроводів (пункт 2).

$$V_{2r} = 0.01\pi + P_2(r_1^2 L_1 + r_2^2 L_2 + \dots + r_n^2 L_n), \quad (1.9)$$

де: P_2 – максимальний тиск газу у трубопроводі за технологічним регламентом, кПа;

r_1, r_2, \dots, r_n – внутрішній радіус трубопроводів, м;

L_1, L_2, \dots, L_n – довжина трубопроводів від аварійного апарата до засувок, м.

9. Маса пари рідини m , що надійшли у приміщення за наявності декількох джерел випаровування (поверхня розлитої рідини, поверхня, на яку нанесли цю рідину, відкритий посуд чи ємкості та ін.), визначається за формулою:

$$m = m_p + m_{\text{емк}} + m_{\text{св.п}}, \quad (1.10)$$

де: m_p – маса рідини, що випарувалася з поверхні розливу, кг;

$m_{\text{емк}}$ – маса рідини, що випарувалася з відкритих ємкостей, кг;

$m_{\text{св.п}}$ – маса рідини, що випарувалася з поверхонь, на які нанесено рідину, що застосовується, кг. При цьому кожний із доданків у рівнянні (10) визначається за формулою:

$$m = W \cdot F_v \cdot t, \quad (1.11)$$

де: W – інтенсивність випаровування, кг·с⁻¹·м⁻²;

F_v – площа випаровування, м², яка визначається за пунктом 2 залежно від маси рідини m_n що надійшла в приміщення.

Якщо аварійна ситуація пов'язана з можливим надходженням рідини в розпиленому стані, тоді вона може бути врахована у формулі (10) введенням додатку, що враховує загальну масу рідини, яка надійшла від розпилюючих пристроїв, виходячи з тривалості їх роботи.

10. Маса рідини m_n , що надійшла в приміщення, визначається за

пунктом 2.

11. Інтенсивність випаровування W визначається за довідниковими й експериментальними даними. Для ЛЗР за відсутністю даних W можна визначити за формулою:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \cdot \sqrt{M} \cdot P_H, \quad (1.12)$$

де: η – коефіцієнт, що береться за таблицею 1.2;

M – молекулярна маса;

P_H – тиск насичених парів, який визначається за довідковими даними, кПа.

12. Розрахунок надмірного тиску вибуху ΔP (кПа) здійснюється за формулою (3), де під величиною z вважається доля участі у вибуху горючого пилу, що перебуває в завислому стані. За відсутністю експериментальних даних про величину z , береться $z = 0,5$.

Таблиця 1.2

Коефіцієнт η залежно від швидкості і температури повітряного потоку над поверхнею випаровування.

Швидкість повітряного потоку у приміщенні, м.с ⁻¹	Значення коефіцієнта при температурі повітря, °С				
	10	15	20	30	35
0	1	1	1	1	1
0,1	3	2,6	2,4	1,8	1,6
0,2	4,6	3,8	3,5	2,4	2,3
0,5	6,6	5,7	5,4	3,6	3,2
1	10	8,7	7,7	5,6	4,6

Розрахунок надмірного тиску вибуху горючого пилу

13. Розрахункова маса пилу m (кг) в аварійній ситуації визначається за формулою:

$$m = m_{zn} + m_{ae}, \quad (1.13)$$

де: m_{zn} – розрахункова маса пилу, який знявся, кг;

$m_{ав}$ – маса пилу, що надійшла у приміщення внаслідок аварійної ситуації, кг.

14. Маса m_{zn} визначається за формулою :

$$m_{zn} = K_{zn} \cdot m_n, \quad (1.14)$$

де: K_{3H} – доля накопиченого у приміщенні пилу, що перебуває у стані нашарування, але здатний перейти до завислого стану внаслідок аварійної ситуації. $K_{3H}=0,9$ або приймається за експериментальними даними;

m_{Π} – маса відкладеного у приміщенні пилу на момент аварії, кг.

15. Значення $m_{ав}$ визначається за формулою:

$$m_{ав} = (m_{ан} + qt)K_{\Pi}, \quad (1.15)$$

де: $m_{ан}$ – маса горючого пилу, що викидається у приміщення з апарата, кг;

q – продуктивність, з якою продовжується надходження пилоподібних речовин по трубопроводах до моменту їх відключення, $кг \cdot с^{-1}$;

t – час відключення (визначається за пунктом 2);

K_{Π} – коефіцієнт запилення – відношення маси пилу приміщення в завислому стані до усїєї маси пилу, що надійшла з апарата до приміщення.

За відсутності експериментальних даних можна брати для пилу з дисперсністю ≥ 350 мкм $K_{\Pi}=0,5$; для пилу з дисперсністю < 350 мкм $K_{\Pi}=1$.

16. Маса відкладеного у приміщенні пилу m_{Π} на момент аварії визначається за формулою:

$$m_{\Pi} = \frac{K_{\Gamma}}{K_{\text{пр}}} (m_1 + m_2), \quad (1.16)$$

де: K_{Γ} – частка горючого пилу в загальній масі нашарованого пилу;

m_1 – маса пилу, який осідає за час між генеральними прибираннями на важкодоступних для прибирання поверхнях, кг;

m_2 – маса пилу, який осідає на доступних для прибирання поверхнях за період часу між поточними прибираннями, кг;

$K_{\text{пр}}$ – коефіцієнт ефективності пилоприбирання. У разі ручного прибирання приймається: сухого – 0,6, вологого – 0,7. У разі механічного прибирання: підлоги – 0,9, підлоги з вибоями (до 5% площі) – 0,7.

17. Маса пилу m_i ($i=1,2$), який осідає за період часу між прибираннями, визначається за формулою:

$$m_i = M(1 - \alpha)\beta_i, (i=1,2), \quad (1.17)$$

де: $M_i = \sum_1 M_{ii}$ – маса пилу, який виділяється в об'ємі приміщення за час між генеральними пилоприбираннями, кг;

M_{1i} – маса пилу, який виділяється одиницею обладнання, яке пилить, за вказаний період часу, кг;

$M_2 = \sum_1 M_{1i}$ – маса пилу, який виділяється в об'ємі приміщення за час між поточними пилоприбираннями, кг;

M_{2i} – маса пилу, який виділяється одиницею обладнання, яке пилить між поточними пилоприбираннями, кг;

α – частка пилу, що усувається із приміщення вентиляцією. За відсутності експериментальних даних $\alpha = 0$;

β_1, β_2 – частки пилу, що виділяються в об'ємі приміщення й осідають відповідно на важкодоступних і доступних для прибирання місцях ($\beta_1 + \beta_2 = 1$). За відсутності даних про величину коефіцієнта β_1, β_2 допускається вважати $\beta_1 = 1, \beta_2 = 0$.

Визначення надмірного тиску вибуху для речовин і матеріалів, які здатні вибухати та горіти при взаємодії з водою, киснем повітря або один з одним

18. Розрахунковий надмірний тиск ΔP для таких речовин визначається за вищенаведеною методикою, якщо приймати $z=1$, а за величину H_T приймати енергію, що виділяється при взаємодії. У випадках, коли визначити ΔP неможливо, належить прийняти її більшою за 5 кПа.

Визначення надмірного тиску вибуху для вибухонебезпечних сумішей, що містять гази (пару) і пил

19. Розрахунковий надмірний тиск вибуху ΔP вибухонебезпечних сумішей, які містять гази (пару) і пил, визначається за формулою:

$$\Delta P = \Delta P_1 + \Delta P_2, \quad (1.18)$$

де: ΔP_1 – тиск вибуху газу (пари), вирахований за пунктами 5 і 6;

ΔP_2 – тиск вибуху, вирахований за пунктом 12.

Визначення надмірного тиску вибуху і зон руйнувань під час вибуху великої кількості вибухонебезпечних сумішей

1. Визначення радіусів зон дії

Під час вибуху газоповітряної або іншої вибухонебезпечної суміші при техногенних аваріях на вибухонебезпечних об'єктах утворюється повітряна ударна хвиля.

Повітряна ударна хвиля – це шар різко стиснутого повітря, який розповсюджується на всі сторони від центру вибуху з надзвичайною швидкістю.

У вогнищі (осередку) вибуху газоповітряної суміші (далі ГПС) створюється три зони:

- 1– зона дії детонаційної хвилі;
- 2– зона дії продуктів вибуху;
- 3– зона дії повітряної ударної хвилі.

Зона дії характеризується радіусом дії r_1, r_2, r_3 (м), надлишковим тиском $\Delta P_1, \Delta P_2, \Delta P_3$ (кПа), що діє в зоні (рис.3.5).

Радіус зони дії – це відстань від епіцентру вибуху до зовнішньої межі зони.

Радіус зони детонаційної хвилі може бути визначений за формулою:

$$r_1 = 17,5\sqrt[3]{Q}, \text{ м} \quad (19)$$

Зона дії продуктів вибуху (зона 2) охоплює всю площу розльоту продуктів ГПС у результаті її детонації:

$$r_2 = 1,7 \cdot r_1, \text{ м} \quad (1.20)$$

У зоні дії повітряної ударної хвилі, що розповсюджується по поверхні землі:

$$r_3 = R, \text{ м}$$

де: r_1, r_2, r_3 – радіус дії 1, 2, 3 зон;

Q – кількість скрапленого газу, т;

R – відстань від центру вибуху до точки, що знаходиться в 3-й зоні, до якої необхідно визначити дію надлишкового тиску.

2. Визначення надлишкового тиску, що діє в зоні

1 – зона дії детонаційної хвилі.

У межах зони дії детонаційної хвилі діє надлишковий тиск, який може

прийматися в епіцентрі вибуху 1700 кПа, на зовнішній межі цієї зони –1350 кПа.

2– зона дії продуктів вибуху. Надлишковий тиск у межах зони дії продуктів вибуху (ΔP) може бути визначений за графіком (рис.1.) або за формулою:

$$\Delta P_2 = 1300 \cdot \left(\frac{r_1}{r} \right)^3 + 50, \quad (1.21)$$

де: r – відстань від центру вибуху до точки, що знаходиться в цій зоні, до якої необхідно визначити дію надлишкового тиску. При $r = r_2$ визначається надлишковий тиск, що діє на зовнішній межі зони;

3 – зона дії повітряної ударної хвилі.

Надлишковий тиск у зоні дії повітряної ударної хвилі (ΔP_2) може бути розрахований за формулами.

Для цього спочатку визначається відносна величина K :

$$K = 0,24 \frac{R}{r_1}, \quad (1.22)$$

де: R – відстань від центру вибуху до точки, в якій необхідно визначити надлишковий тиск повітряної ударної хвилі; r_1 – радіус першої зони.

$$\text{а) якщо } K \leq 2 \quad \Delta P_3 = \frac{700}{3(\sqrt{1 + 29,8K^3} - 1)}, \quad (1.23)$$

$$\text{б) якщо } K > 2 \quad \Delta P_3 = \frac{22}{K(\sqrt{\lg K + 0,158})}. \quad (1.24)$$

Зони дії повітряної ударної хвилі умовно можна поділити на 4 зони (рис.1.1):

- зону повних руйнувань із дією надлишкового тиску на зовнішній межі зони $\Delta P = 50$ кПа;
- зону сильних руйнувань із дією надлишкового тиску ΔP від 50 до 30 кПа.
- зону середніх руйнувань із дією надлишкового тиску ΔP від 30 до 20 кПа;
- зону слабких руйнувань із дією надлишкового тиску ΔP від 20 до 10 кПа.

У зонах дії детонаційної хвилі та продуктів вибуху відбуваються повні руйнування.

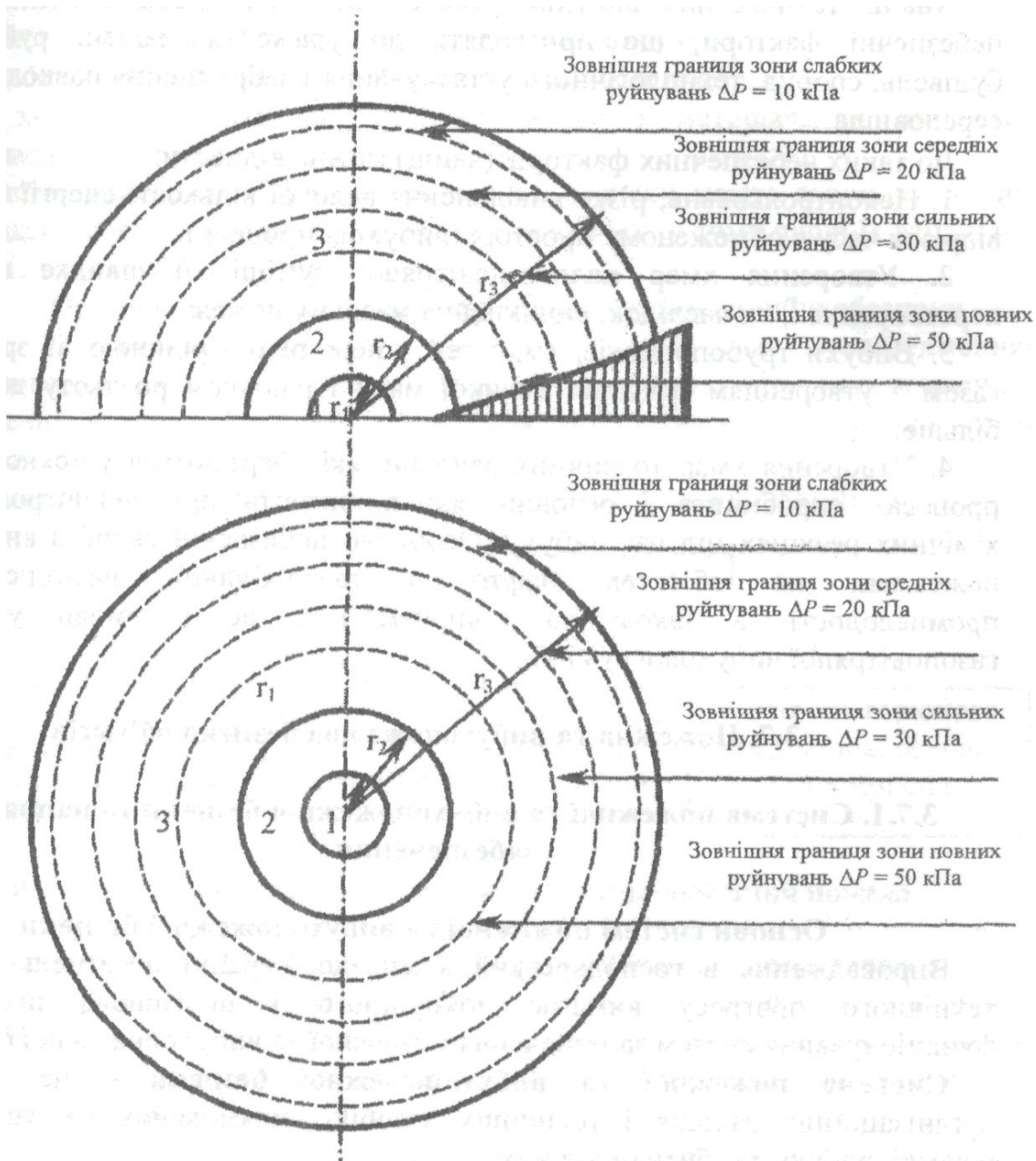


Рис. 1.1. Зони вогнища вибуху газоповітряної суміші:

- 1 – зона дії детонаційної хвилі;
- 2 – зона дії продуктів вибуху;
- 3 – зона дії повітряної ударної хвилі;
- r_1 , r_2 , r_3 – радіус дії відповідної зони.

Фактори техногенних вибухів і пожеж, які призводять до надзвичайних ситуацій

Аналіз техногенних вибухів і пожеж дозволяє зробити висновки про небезпечні фактори, що призводять до ураження людей, руйнування будівель, споруд, технологічного устаткування та забруднення навколишнього середовища.

До таких небезпечних факторів (явищ) можна віднести:

1. Неконтрольоване, різке вивільнення великої кількості енергії за малий відрізок часу в обмеженому просторі (вибухові процеси).

2. Утворення хмар паливо–повітряної суміші, її швидке вибухове перетворення і, як наслідок, виникнення масових пожеж.

3. Вибухи трубопроводів, ємностей із перегрітою рідиною, із зрідженим газом з утворенням осколків великої маси й радіусом розльоту до 1 км і більше.

4. Утворення хмар токсичних речовин, які обертаються в технологічних процесах виробництв і речовин, які виникають при неконтрольованих хімічних реакціях під час вибуху. Особливо небезпечні аварії з вибухами і пожежами на об'єктах нафто– і газодобувної, нафтопереробної промисловості, а також на підприємствах, де є умови утворення газоповітряної вибухової суміші.

Завдання для самоконтролю

Задача 1

На хімічному заводі використовується апарат для перекачки CH_4 для різних потреб. Об'єм апарата 100 м^3 , витрата газу становить $0,8 \text{ м}^3/\text{с}$. Апарат оснащений автоматичною системою контролю витоку газу, ймовірність відмови якої становить 10^{-7} на рік. Тиск газу в апараті становить 400 кПа . Від апарату відходить 2 трубопроводи: 1 – довжиною 10 м та радіусом $0,15 \text{ м}$; 2 – довжиною 5 м і радіусом $0,1 \text{ м}$. Тиск газу у трубопроводі становить 200 кПа . Розрахувати надмірний тиск вибуху метану у приміщенні, в якому знаходиться апарат, об'ємом 2000 м^3 і густиною газу, в якому після витоку досягла $0,3 \text{ кг}/\text{м}^3$. Густина газу в трубах $0,6 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Задача 2

На біологічному факультеті в лабораторії № 89а підведена труба з газом CH_4 для використання студентами в навчальних цілях. Об'єм газу в трубі $0,04 \text{ м}^3$. Газ перебуває під тиском 8 кПа . Газові горілки відключаються вручну. Довжина труби, підведеної до горілки становить 8 м , а радіус – $0,04 \text{ м}$. Максимальний тиск, що досягається у трубі 12 кПа . Об'єм лабораторії 170 м^3 . Витік газу з горілки становить $0,00001 \text{ м}^3/\text{с}$. У результаті витоку, густина газу у приміщенні становить $0,06 \text{ кг}/\text{м}^3$. Розрахувати надмірний тиск вибуху за таких умов.

Задача 3

На цементному заводі функціонує пилоочисне обладнання. Ефективність очистки повітря від пилу установкою становить $0,7 \text{ кг}/\text{с}$. Об'єм даного приміщення 520 м^3 . Імовірність відключення апарата перевищує 10^{-6} за рік. Маса пилу, який осідає за час між генеральними прибираннями 12 кг , а маса пилу, яка осідає на доступних поверхнях за період часу між поточними прибираннями 20 кг . Частка горючого пилу в загальній масі нашарованого пилу $0,8$. Маса горючого пилу, який викидається у приміщення 7 кг . Знайти масу пилу, яка може призвести до аварійної ситуації.

Практична робота № 2

Тема: “Розрахунок часу евакуації під час пожежі”

Мета: Навчитися розрахувати час евакуації людей у разі виникнення пожежі.

Основні визначення

Під час пожежі виникає небезпека для людей - висока температура, понижений вміст кисню у повітрі, а також погана видимість через задимлення. Це викликає у людей потребу покинути приміщення. Рух людей у такому разі називається змушеною евакуацією. Щоб забезпечити можливість евакуації, треба передбачити евакуаційні шляхи. Люди, які є у приміщенні, при змушеній евакуації повинні покинути його, з гарантією повної безпеки, у короткий строк, що називається необхідним часом евакуації.

За вихідною інформацією зробити розрахунок часу евакуації у разі виникнення пожежі.

1. Порядок, розрахунку і вихідні дані

Розрахунок часу евакуації починають з визначення розрахункового часу евакуації t_p , який надалі буде нормою і повинен бути меншим чи однаковим з необхідним часом евакуації $t_{нб}$:

$$t_p < t_{нб}$$

Далі увесь розрахунок поділяють на два етапи: розрахунок t_p - розрахункового часу евакуації; розрахунок $t_{нб}$ - необхідного часу евакуації.

Перш ніж приступити до розрахунку, треба мати усі необхідні дані. А саме: об'єм приміщення W , м³; число евакуйованих N , чел.; категорію виробництва з пожежо- і вибухонебезпеки; схему шляху евакуації; вид приміщення: промислове, допоміжне або громадський будинок, характерні особливості будинку – наявність балконів, трибун тощо, загальну висоту будинку, висоту поверху, площу поверху, ступінь і границю вогнетривкості конструкцій будинку, ширину коридорів, проходів, період року: теплий (+10°C і вище) або холодний (нижче +10°C).

Після визначення необхідного часу евакуації треба переконатися, що t_p і $t_{нб}$ задовольняють вимогам формули. Коли виявиться, що розрахунковий час евакуації t_p більший за необхідний $t_{нб}$, то розрахунковий час приймають як необхідний і провадять перерахунок самого будинку по ширині і довжині шляху евакуації.

При цьому треба виходити із вимог максимально допустимої довжини шляху (табл. 1; 2) залежно від щільності людського потоку. Щільність людського потоку визначається як відношення кількості людей, евакуйованих по загальному проходу, до площі цього проходу.

Число евакуйованих людей N дорівнює числу працюючих у найбільш навантажену зміну. Категорію виробництва за пожежо- і вибухобезпекою приймають, виходячи з вимог табл. 3. Схема шляхів евакуації виконується аналогічно схемі (рис. 1). Величина δ на рис. 2 - це ширина евакуаційного шляху на 5-й ділянці.

Таблиця 1

Значення необхідного часу евакуації з приміщень виробничих споруд I, II, III ступенів вогнетривкості

Категорія виробництва	Необхідний час евакуації, хв, при об'ємі приміщення, тис. м ³				
	до 15	30	40	50	60 і більше
А, Б	0.50	0.75	1	1.50	1.75
В	1.25	2	2	2.50	3
Г, Д	Не обмежується				

Таблиця 2

Швидкість та інтенсивність руху людського потоку, м/хв, залежно від його щільності

Щільність, м ² /м ²	Горизонтальний шлях		Двері	Сходи вниз		Сходи вгору	
	швидкість	інтенсивність	Інтенсивність	швидкість	інтенсивність	швидкість	Інтенсивність
0.01	100	1	1	100	1	60	0.6
0.05	100	5	5	100	5	60	3
0.10	80	8	8.7	95	9.5	53	5.3
0.20	60	12	13.4	68	13.6	40	8
0.30	47	14.1	16.5	52	15.6	32	9.6
0.40	40	16	18.4	40	16	26	10.4
0.50	33	16.5	19.4	31	15.5	22	11
0.60	27	16.2	19	24	14.4	18	10.8
0.70	23	16.1	18.5	18	12.6	15	10.5
0.80	19	15.2	17.3	13	10.4	13	10.4
0.90 і більше	15	13.5	8.5	8	7.2	11	9.9

Примітки: 1. Інтенсивність руху людського потоку - це величина в м/хв. або чол./хв., яка рівна добутку щільності й швидкості. 2. Табличне значення інтенсивності руху і дверної щілини при щільності потоку 0,9 і більше дорівнює 8.5 м/хв. і встановлено для дверної щілини шириною 1,6 і більше, а при дверній щілині, меншій за ширину 1,6 м, інтенсивність руху треба обраховувати за відповідними формулами.

Таблиця 3

Поділ виробництв за категоріями з вибухової та пожежної небезпеки
(ОНТП 24-86)

Категорія приміщення	Характеристика речовин і матеріалів, які є у виробництві
А Вибухо-пожежонебезпечне	Горючі гази, легкозаймисті рідини з температурою спалаху не більше 28°C в такій кількості, що можуть утворюватися вибухонебезпечні парогазоповітряні суміші, при спалахуванні котрих розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні, що перевищує 5 кПа. Речовини та матеріали, здатні вибухати та горіти при взаємодії з водою, киснем повітря або одне з одним в такій кількості, що розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні перевищує 5 кПа.
Б Вибухопожежо-небезпечне	Горючий пил або волокна, легкозаймисті рідини з температурою спалаху більше 28°C та горючі рідини в такій кількості, що можуть утворюватися вибухонебезпечні пилоповітряні або пароповітряні суміші, при спалахуванні яких розвивається розрахунковий надлишковий тиск вибуху в приміщенні, що перевищує 5 кПа.
В Пожежонебезпечне	Горючі та важкогорючі рідини, тверді горючі та важкогорючі речовини і матеріали, речовини та матеріали, здатні при взаємодії з водою, киснем повітря або одне з одним лише горіти за умови, що приміщення, в яких вони знаходяться або використовуються, не відносяться до категорії А та Б.
Г	Негорючі речовини та матеріали в гарячому, розжареному або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, іскор, полум'я; горючі гази, рідини, тверді речовини, які спалюються або утилізуються як паливо.
Д	Негорючі речовини та матеріали в холодному стані.

Кількість поверхів і площа окремих поверхів між протилежними стінами повинні відповідати вимогам СНиП П-90-81 (табл. 4). Ступінь та межу вогнетривкості конструкцій будинків треба приймати згідно з СНиП 2.01.02-85 (табл. 4). Залежно від того, який задається будинку період року, знаходиться середня площа горизонтальної проекції f , $\text{м}^2/\text{люд.}$: дорослої у домашньому одязі – 0.100; дорослої у зимовому одязі – 0.125; підлітка – 0.70.

2. Визначення розрахункового часу евакуації

Є три етапи евакуації. Перший етап – рух людей від найбільш віддаленої точки приміщення до евакуаційного виходу з нього. До таких приміщень належать виробничі цехи і майстерні, класи і аудиторії навчальних закладів тощо.

Другий етап – рух людей по евакуаційних виходах з приміщень до виходів надвір. Такий рух відбувається по коридорах, проходах і фойє до сходів і по сходах через вестибюль назовні (рис. 1).

Третій етап – рух людей від виходу з будинку і розсіювання їх на території підприємства.

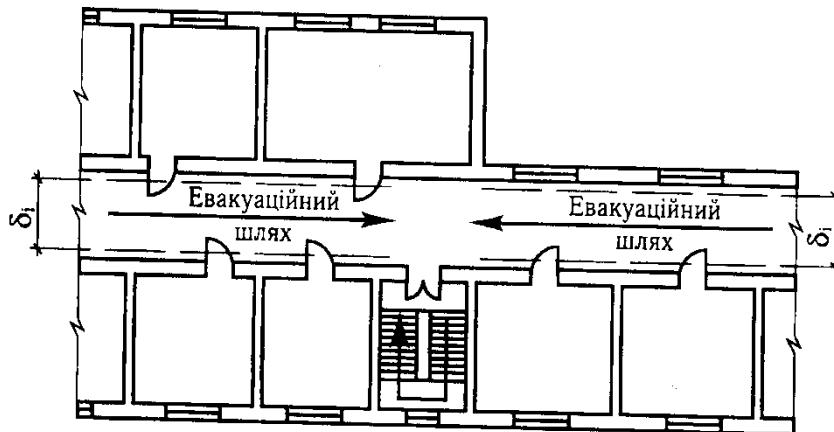


Рис. 1. Ширина евакуаційного шляху

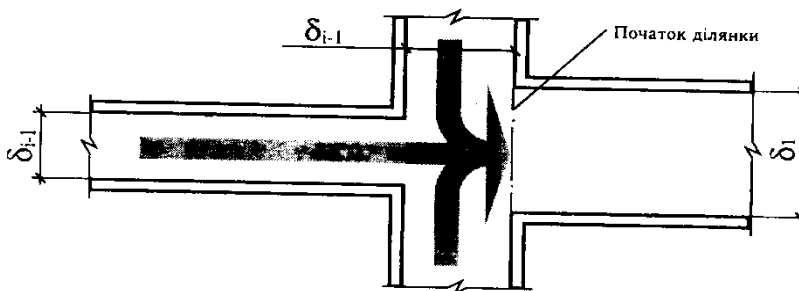


Рис 2. Злиття людських потоків

2.1. Розрахунковий час евакуації t_p , хв, визначають як суму часу руху людського потоку по окремих ділянках шляху за формулою:

$$t_p = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_i$$

де t_1 – час руху людського потоку на початковій ділянці, хв;

t_2, \dots, t_i – час руху людського потоку на кожній з наступних після першої ділянок шляху, хв.

Таблиця 4

Ступінь вогнетривкості споруд: площа поверху між протилежними стінками (за СНиП 2.09.02-85)

Категорія будинку (пожежних відсіків)	Допу- стим а кільк- ість пове- рхів	Ступінь вогнетр- ивкості будинк- ів	Площа поверху у границях пожежного відсіку, м буд.		
			Однопо- вер- хові	Багатоповерхові	
				Два повер- хи	Три поверхи і більше
А і Б	6	1	Без обмежень		
А і Б (за виключенням будівель нафто- переробної, газової, хімічної та нафтохімічної промисловості)	6	II	Те ж саме	Те ж саме	Те ж саме
	1	IIIа	5200	-	-
А - будинки нафто- переробної, газової, хімічної та нафтохімічної промисловості	6	II	Без обмеже- нь	5200	3500
	1	IIIа	3500	-	-
Б – будинки нафто- переробної, газової, хімічної та нафтохімічної промисловості	6	II	Без обмеже- нь	10400	7800
	1	IIIа	3500	-	-
В	8	I, II	Без обмежень		
	3	III	5200	3500	2600
	2	IIIа	25000	10400	-
	1	IIIб	15000	-	-
	2*	IVа	2600	2000	-
	2	IV	2600	2000	-
	1	V	1200	-	-

1	2	3	4	5	6
Г	10	I, II	Без обмежень		
	3	III	6500	5200	3500
	6	IIIa	Без обмежень		
	1	IIIб	20000	-	-
	2*	IVa	6500	5200	-
	2	IV	3500	2600	-
Д	10	I, II	Без обмежень		
	3	III	7800	6500	3500
	6	IIIa	Без обмежень		
	1	IIIб	25000	-	-
	2*	IVa	10400	7800	-
	2	IV	3500	2600	-
	2	V	2600	1500	-

* При висоті одно- і двоповерхових будівель не більше 18 м (від підлоги першого поверху до низу горизонтальних несучих конструкцій покриття на опорі).

2.2. Час руху людського потоку по першій ділянці шляху визначають за формулою:

$$t_1 = l/V_1,$$

де V_1 , - значення швидкості руху людського потоку по горизонтальному шляху на першій ділянці, визначається за табл. 6, залежно від щільності D , м/хв.

2.3. Щільність людського потоку D на першій ділянці шляху, завдовжки l_1 , та шириною δ_1 , слід визначити за формулою:

$$D_1 = (N_1 \cdot f) / (l_1 \cdot \delta_1), \quad (1)$$

де N_1 – кількість людей на першій ділянці, чол.,

f – середня площа горизонтальної проекції людини.

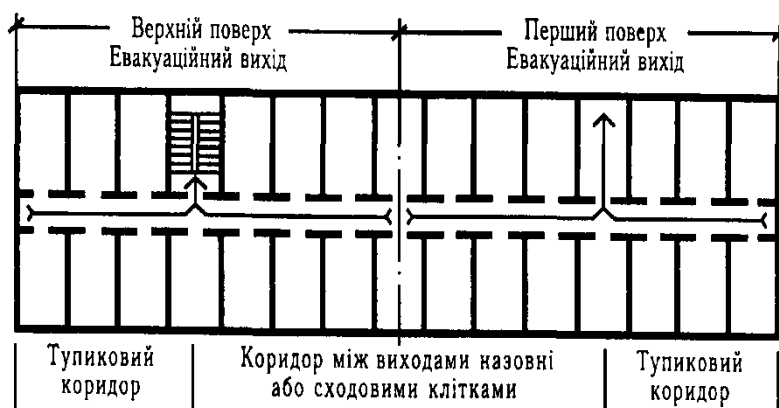


Рис. 3. Коридори для евакуації людей з приміщень

2.4. Значення швидкості людського потоку на ділянці шляху, що після першої, приймається залежно від значення інтенсивності руху людського потоку q_i по кожній з цих ділянок, які треба визначити, у тому числі і для дверних прорізів за формулою:

$$q_i = q_{i-1} \cdot \delta_{i-1} / \delta_i,$$

де q_i, q_{i-1} – значення інтенсивності руху людського потоку на ділянках шляху, що розглядається, і попередній, м/хв;

δ_i, δ_{i-1} – ширина розглядуваної та попередньої 1-ої ділянок шляху, м.

Значення інтенсивності руху людського потоку на першій ділянці шляху $q_i = q_1$ визначають за значенням D , знайденому за формулою (1).

Таблиця 5

Мінімальні межі вогнетривкості основних будівельних конструкцій, год., залежно від ступеня вогнестійкості будівель і споруд

Ступінь вогнетривкості будівель і споруд	Номінальні границі вогнетривкості будівельних конструкцій, год. (чисельник), і максимальні границі розповсюдження вогню по них, см								
	Стіни				Колони	Сходові клітини, сходи балки і	Плити, настили (в тому числі з утеплювачем)	Елементи покриття	
	Несучі та	Самонес	Зовнішні і несучі (в тому	Внутрішні несучі				Плити, настили (в тому	Балки, ферми,
I	$\frac{2.5}{0}$	$\frac{1.25}{0}$	$\frac{0.5}{0}$	$\frac{0.5}{0}$	$\frac{2.5}{0}$	$\frac{1}{0}$	$\frac{1}{0}$	$\frac{0.5}{0}$	$\frac{0.5}{0}$
II	$\frac{2}{0}$	$\frac{1}{0}$	$\frac{0.25}{0}$	$\frac{0.25}{0}$	$\frac{2}{0}$	$\frac{1}{0}$	$\frac{0.75}{0}$	$\frac{0.25}{0}$	$\frac{0.25}{0}$
III	$\frac{2}{0}$	$\frac{1}{0}$	$\frac{0.25}{0}$; 40	$\frac{0.25}{40}$	$\frac{2}{0}$	$\frac{1}{0}$	$\frac{0.75}{25}$	н.н. н.н.	н.н. н.н.
IIIa	$\frac{1}{0}$	$\frac{0.5}{0}$	$\frac{0.25}{40}$	$\frac{0.25}{40}$	$\frac{0.25}{0}$	$\frac{1}{0}$	$\frac{0.25}{0}$	$\frac{0.25}{25}$	$\frac{2}{0}$
IIIб	$\frac{1}{40}$	$\frac{0.5}{40}$	$\frac{0.25}{0}$; 40	$\frac{0.25}{40}$	$\frac{1}{40}$	$\frac{0.75}{0}$	$\frac{0.75}{25}$	$\frac{0.25}{0}$; 25(40)	$\frac{0.75}{25(40)}$

IV	$\frac{0.5}{40}$	$\frac{0.}{25}$ 40	$\frac{0.25}{40}$	$\frac{0.25}{40}$	$\frac{0.}{5}$ 40	$\frac{0.25}{25}$	$\frac{0.25}{25}$	н.н. н.н.	н.н. н.н.
IVa	$\frac{0.5}{40}$	$\frac{0.}{25}$ 40	$\frac{0.25}{\text{н.н.}}$	$\frac{0.25}{40}$	$\frac{0.}{25}$ 0	$\frac{0.25}{0}$	$\frac{0.25}{0}$	$\frac{0.25}{\text{н.н.}}$	$\frac{0.25}{0}$
V	не нормується								

Примітка: I. В дужках наведені границі розповсюдження вогню для вертикальних ділянок з ухилом конструкцій.

2. Скорочення «н.н.» вказує, що показник не нормується.

2.4.1. Коли значення q_i , визначене за формулою, менше або дорівнює значенню q_{\max} , то час руху по ділянках шляху треба приймати за формулою:

$$t_i = l_i / V_i,$$

Таблиця 6

Відстань від найвіддаленішого місця до найближчого евакуаційного виходу із приміщень назовні (за СНиП 2.09.02-85)

Об'єм приміщення, тис. м ³	Категорія приміщення	Ступінь вогнетривкості споруд	Відстань, м, при щільності людського потоку у загальному проході, чол/м ²		
			до 1	> 1 до 3	> 3 до 5
до 15	А, Б	I, II, IIIa	40	25	15
	В	I, II, III, IIIa	100	60	40
		IIIб, IV	70	40	30
	V		50	30	20
30	А, Б	I, II, IIIa	60	35	25
	В	I, II, III, IIIa	145	85	60
		IIIб, IV	100	60	40
40	А, Б	I, II, IIIa	80	50	35
	В	I, II, III, IIIa	160	95	65
		IIIб, IV	110	65	45
50	А, Б	I, II, IIIa	120	70	50
	В	I, II, III, IIIa	180	105	75
60 та більше	А, Б	I, II, IIIa	140	85	60
60	В	I, II, III, IIIa	200	110	85
80 та більше	В	I, II, III, IIIa	240	140	100

Незалежн о від об'єму	Г, Д	I, II, III, Ша Шб, IV V	Не обмежується		
			160	95	65
			120	70	50

При цьому значення q_{\max} треба приймати, м/хв: для горизонтального шляху 16.5; дверних прорізів 19.6; сходів до низу 16; сходів угору 11.

2.4.2. Коли значення q_i , знайдено за формулою, більше q_{\max} , тоді ширину δ_i даної i -ї ділянки шляху треба збільшити на таку величину, щоб дотримувалась умова:

$$q_i < q_{\max}$$

При неможливості виконання цієї умови, інтенсивність і швидкість руху людського потоку по цій ділянці шляху визначається за табл. 2 при значенні щільності $D > 0.9$.

При злитті на початку ділянки i двох і більше людських потоків інтенсивність руху визначається за формулою:

$$q_i = (\sum q_{i-1} \cdot \delta_{i-1}) / \delta_i,$$

де q_{i-1} – інтенсивність руху людських потоків, злитих на початку ділянки, м/хв;

δ_{i-1} – ширина ділянки шляху до злиття, м;

δ_i – ширина розглядуваної ділянки шляху, м.

Таблиця 7

Відстань по коридору від дверей найбільш віддаленого приміщення площею не більше 100 м² до виходу назовні або у найближчу сходову клітку (за СНиП 2.09.02-85)

Розташування входу	Категорія приміщення	Ступінь вогнетривкості	Відстань по коридору, м, до виходу при щільності потоку, чол./м ²			
			до 2	> 2 до 3	> 3 до 4	> 4 до 5
Між двома виходами назовні або сходовим и клітками	А, Б	I, II, Ша	60	50	40	35
		I, II, III, Ша, Шб, IV V	120 85 60	95 65 50	80 55 40	65 45 35
	Г, Д	I, II, III, Ша, Шб, IV V	180 125 90	140 100 70	120 85 60	100 70 50
		Незалежн о від категорії	I, II, III, Ша, Шб, IV V	30 20 15	25 15 10	20 15 10
У тупиковий коридор	Незалежн о від категорії	I, II, III, Ша, Шб, IV V	30 20 15	25 15 10	20 15 10	15 10 8

Коли значення q_i , визначене за формулою, більше за q_{\max} , тоді ширину даної ділянки шляху після злиття потоків треба збільшити. У цьому разі час руху по ділянці визначається за формулою.

Визначивши таким чином час руху на кожній ділянці шляху евакуації за формулою, визначають розрахунковий час евакуації t_p .

Визначення необхідного часу евакуації

Необхідний час евакуації людей $t_{нб}$ з приміщень виробничих будинків I, II, III ступенів вогнестійкості приймається залежно від категорії виробничих приміщень за вибуховою, вибухо- та пожежною небезпекою і їх об'ємом з табл. 1.

ПЛАН ЕВАКУАЦІЇ ЛЮДЕЙ З ГРОМАДСЬКИХ БУДИНКІВ. ЗМІСТ ПЛАНУ ЕВАКУАЦІЇ

Для забезпечення організованого руху людей в умовах змушеної евакуації розробляють план евакуації людей в основному для громадських будинків.

Рекомендується мати такий план і для виробничих будинків з масовим перебуванням людей. Він включає в себе заходи, які забезпечують своєчасне оповіщення про пожежу чи про аварії; вивід всіх людей з приміщення найкоротшими та безпечними шляхами; спокій та порядок при русі; порядок та послідовність евакуації майна та гасіння пожежі первинними засобами. План евакуації складається з двох частин: текстової (інструкції) та графічної. В інструкції подаються обов'язки осіб, які здійснюють евакуацію, порядок виконання обов'язків. В графічній частині показані маршрут руху та відповідні пояснення до них.

Для складання плану евакуації призначають спеціальну особу чи створюють комісію (для великих об'єктів). До складу комісії входять: голова пожежно-технічної комісії, заступник директора (завідувач) з адміністративно-господарської частини та начальник охорони об'єкта або начальник добровільної пожежної дружини.

Комісія чи спеціально призначена особа вивчає планівку будинку, щоб виявити можливі схеми руху людей при евакуації, а також шляхи для їх рятування. Планівку вивчають простим оглядом будинку, а при складних об'єктах – шляхом вивчення проектних матеріалів та розрахунків процесу евакуації.

При огляді будинку усувають всі порушення правил стану шляхів евакуації та евакуаційних виходів. Одночасно з тим вивчають наявні акти та приписи протипожежних оглядів, щоб усунути порушення правил пожежної безпеки на шляхах евакуації. При відсутності розрахунку евакуації для театрів комісія робить його сама або запрошує спеціаліста. На основі вивчення планівки, проектних та розрахункових матеріалів складають маршрути руху людей з різних приміщень.

Виходячи з конкретних маршрутів руху, комісія призначає відповідальних з безпечної евакуації людей, оповіщення про пожежу та зустріч пожежної команди, а також з евакуації майна та гасіння пожежі первинними засобами.

При встановленні порядку евакуації майна комісія уточнює місця збереження документації та пожежонебезпечних матеріалів, а

також діючі та запасні в'їзди на територію установи, які придатні для проїзду пожежних автомобілів.

План евакуації затверджує керівник і оголошує наказ по установі про вступ його в дію. Потім призначають термін вивчення і практичного опрацювання цього плану із співробітниками установи. Вивчення плану полягає у загальному ознайомленні з ним, вивчення особами, відповідальними за евакуацію, їх обов'язків, порядку виконання цих обов'язків, практичних навичок на умовній пожежі.

План евакуації складається в двох примірниках: один з них вивішують в приміщенні, інший зберігають у справі.

Контроль за вивченням плану евакуації і навченням персоналу покладається на керівника установи. Для обліку проведених занять та перевірки стану шляхів евакуації корисно завести спеціальний журнал. Практичне відпрацювання плану евакуації проводиться особою, яка призначається адміністрацією установи.

Керівник установи зобов'язаний по мірі зміни обставин своєчасно вносити корективи в план евакуації, замінюючи працівників, які звільнилися з установи, новими. При коректуванні плану керівник повинен ознайомити новоприбулих співробітників з їх обов'язками по плану евакуації під розписку.

ЗМІСТ ІНСТРУКЦІЇ ДО ПЛАНУ ЕВАКУАЦІЇ

На початку інструкції вказують особу, яка відповідає за евакуацію людей та майна, його місцезнаходження в умовах можливої пожежі чи аварії та спосіб оголошення початку евакуації.

Звичайно рішення з евакуації приймає керівник об'єкта, а в його відсутність – заступник чи керівник пожежної охорони об'єкта. У випадку прямої загрози рішення про евакуацію приймає будь-яка особа адміністрації об'єкта.

Велике значення має спосіб оголошення евакуації. Навіть при наявності системи евакуаційних виходів та шляхів, які відповідають усім вимогам безпеки, відсутність розпорядження та правильного оголошення про початок евакуації можуть призвести до згубних наслідків. Відомі випадки, коли засобами психологічної дії вдавалось зупинити паніку і забезпечити організований вихід людей при пожежах у театрах. Відомі й інші випадки, коли фактично ніякої загрози для життя людей не було, однак крик «пожежа» викликав паніку з людськими жертвами.

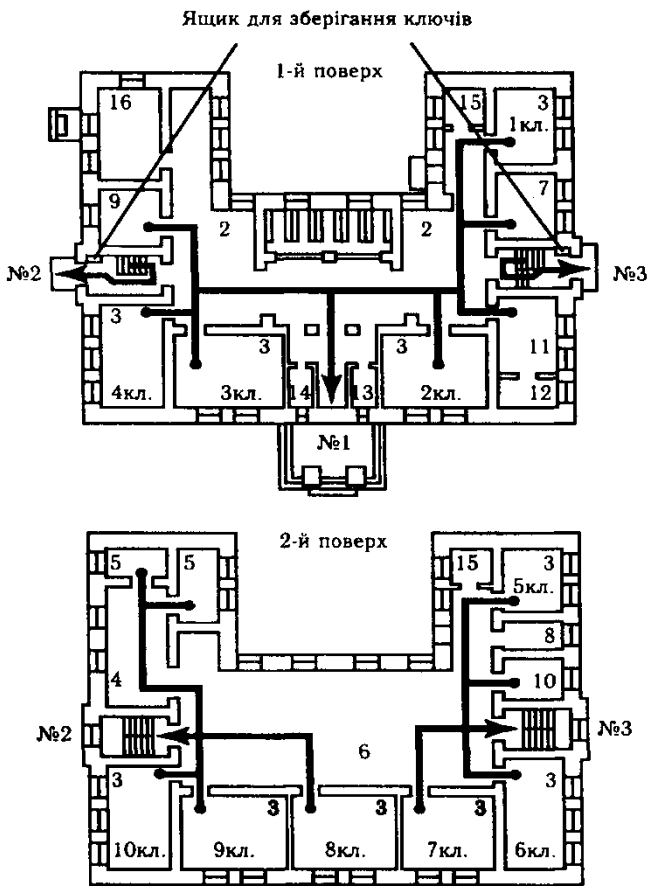
Як правило, оголошення про евакуацію має робити офіційна особа. У плані евакуації має бути підкреслено, хто оголошує необхідність евакуації і що має бути оголошено. Не слід завжди говорити про правдиву причину евакуації, а пояснити її технічною несправністю. При оголошенні про пожежу та організацію руху людей можливе використання радіотрансляційної мережі об'єкта.

В інструкції до плану евакуації подаються обов'язки осіб адміністративного персоналу, які забезпечують спокійний та організований рух людей, спосіб оповіщення про пожежу, а також порядок евакуації майна.

В плані евакуації вказані дії та обов'язки осіб обслуговуючого персоналу з гасіння пожежі первинними засобами. Особи, які призначені для цієї мети, мають бути добре навчені правилам користування засобами гасіння пожеж, знати місця, де вони знаходяться, і діяти рішуче та швидко. В приміщенні, які горять і де є газова мережа, необхідно якнайшвидше виключити газ.

ГРАФІЧНА ЧАСТИНА ПЛАНУ ЕВАКУАЦІЇ

Ця частина плану являє собою план приміщень з вказаними маршрутами руху евакуації людей (їх слід складати в масштабі 1:100 або 1:200).



Плин будинку можна викреслювати в одну лінію. Напрям руху евакуаційних потоків відмічають кольоровими стрілками. Для будинків складної конфігурації з різними комплексами приміщень викреслюються декілька планів евакуації, для багатопверхових будинків – плани евакуації по поверхах з показом маршрутів руху. При різній планіровці поверхів, евакуації складаються окремо для кожного поверху. Для поверхів, які мають однакову

планіровку, складають один план з відміткою поверхів, до яких він відноситься. На планах позначають приміщення (палата, аудиторія, балкон першого ярусу, коридор та інш.) цифрами чи літерами. Нумерують також всі евакуаційні виходи та сходи. Це дозволяє простіше позначити схеми руху. На плані евакуації показують двері у відчиненому виді. При цьому важливо, щоб вони відчинялися по ходу руху. В протилежному випадку необхідно перевісити двері по ходу руху людського потоку в сторону виходу назовні. Якщо окремі евакуаційні виходи в нормальних умовах зачинені, на плані пройму показують закритою і відмічають місце збереження ключів. Іноді ключі від зовнішніх дверей зберігають в ящиках, що прикріплені до зовнішньої стіни поряд з виходом.

В цьому випадку на плані евакуації позначає кріплення ящика з написом «Ящик з ключами від зовнішніх дверей».

При наявності іншого евакуаційного виходу на зовнішніх пожежних сходах його відмічають в плані написом: «Запасний евакуаційний вихід». В пояснювальній записці до плану евакуації відмічають, в яких випадках треба користуватися цим виходом.

Напря́м руху при наявності інших евакуаційних виходів відмічають по основних шляхах евакуації.

Рис. 4. Графічна частина плану евакуації

Маршрут руху

1,2,3 і 4-й класи, а також відвідувачі учительської і буфету виходять через рекреації у вестибюль, а звідти через вихід №1 - назовні. 5,6,7-й класи, а також відвідувачі кабінету лікаря виходять в зал, а звідти на сходи №3, спускаються вниз і по виходу №3 виходять назовні. 8, 9 і 10-й класи, а також відвідувачі лабораторії і лаборантських виходять в зал, а звідти на сходи №2, спускаються вниз і по виходу №2 виходять назовні.

План евакуації склали: _____ /Дата/

Експлікація приміщень:

1 - вестибюль; 2 - рекреація; 3 - класи, 4 - лабораторія; 5 - лаборантські; 6 - зал; 7 - бібліотека; 8 - приміщення для зберігання спортивного інвентаря; 9 - учительська; 10 - кабінет лікаря; 11 - буфет; 12 - кубова; 13 - канцелярія; 14 - кабінет директора; 15 - туалети; 16 - квартира сторожа.

Місце зборів - спортивний майданчик у дворі школи не ближче 30 м від стін будівлі.

Практична робота № 3

Тема: “Методика оцінки економічної ефективності заходів удосконалення умов та охорони праці”

Мета: набуття навичок визначення економічної вигідності впровадження системи управління охороною праці на підприємстві.

Основні визначення

Оскільки в умовах ринку метою діяльності будь-якого суб'єкта господарювання є одержання та максимізація прибутку, необхідно зауважити, що охорона праці також повинна відповідати визначеній меті. Порухення вимог правил охорони праці є економічно невигідним як для роботодавця, так і для працівника.

Дотримання норм охорони праці позитивно впливає як на збереження життя та здоров'я працівників, так і на фінансово-економічний стан підприємства в цілому. Здійснення заходів щодо покращення умов праці, зменшення виробничого травматизму та професійних захворювань дають значний соціальний ефект та впливають на економічні результати діяльності підприємства, що виражається у збільшенні періоду професійної активності працівників, підвищенні продуктивності праці, зменшенні плинності кадрів, зменшенні витрат підприємства на виплату відшкодувань працівникам у разі нещасного випадку.

Як показують дослідження, у разі нещасного випадку на виробництві сума матеріальних втрат для підприємства становить кілька тисяч гривень. Але реальні сукупні втрати є більш значимими, оскільки, крім економічного ефекту, суттєвим є і соціальний, пов'язаний з проблемою прав людини, життя та здоров'я якої проголошено найвищою цінністю суспільства.

Збільшення професійної активності зумовлене тим, що поліпшення умов праці зберігає здоров'я працівника, продовжує його життя.

Умови праці значно впливають на підвищення продуктивності праці. За сприятливих умов праці працездатність людини підвищується, оскільки немає необхідності у витрачання сил на захист організму від впливу небезпечних та шкідливих виробничих факторів.

Дані досліджень показують, що заходи з покращення умов праці підвищують продуктивність праці на 15 – 20%. Правильна організація

робочого місця збільшує продуктивність праці на 21%, продумане використання музики – на 12 – 14%, раціональне фарбування приміщень – на 25% тощо. Водночас, виробничий шум, що перевищує допустимі норми, знижує продуктивність праці на 3 – 15% залежно від його рівня та виду виконуваної роботи.

Внаслідок поліпшення умов праці та впровадження заходів щодо підвищення безпеки праці скорочуються захворювання, спричинені умовами виробництва, та виробничий травматизм. Водночас збільшується ефективний фонд робочого часу, що спричиняє виникнення значного економічного ефекту. Збільшення фонду робочого часу та підвищення ефективності використання устаткування досягаються в результаті зниження простою під час зміни через погіршення самопочуття, мікротравми. За комплексної дії на людину кількох шкідливих виробничих факторів простої на робочому місці можуть сягати 20 – 40% робочого часу.

Значна кількість випадків тимчасової непрацездатності на підприємствах призводить до значних втрат, оскільки згідно з чинним законодавством перші п'ять днів оплати листка непрацездатності здійснюється за рахунок коштів підприємства.

Для вирішення економічних проблем охорони праці на практиці застосовуються відповідні механізми, серед яких провідне місце посідають економічні методи.

Економічні методи управління охороною праці – це система методів, форм, засобів та заходів впливу на стан безпеки, гігієни праці та виробничого середовища з урахуванням економічних інтересів усіх учасників виробничого процесу та суспільства в цілому для досягнення головної мети охорони праці; створення безпечних умов праці та збереження життя та здоров'я людини у процесі трудової діяльності.

Економічні методи спрямовані на стимулювання діяльності підприємств та організацій щодо досягнення визначених цілей охорони праці до спрямування ресурсів на попередження травматизму, професійної захворюваності та поліпшення стану умов та охорони праці, що має бути більш вигідним, ніж виплата компенсації потерпілим та ліквідація інших наслідків неналежного стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища.

Економічні методи управління охороною праці є важливими для будь-якого підприємства, особливо в умовах ринку. Нещасні випадки та захворювання на виробництві, погані умови праці негативно

впливають на економічну ефективність діяльності підприємства, його прибуток та рентабельність.

У процесі оцінки економічної ефективності заходів удосконалення умов та охорони праці варто зауважити, що економія може утворюватися за рахунок таких джерел:

- зменшення кількості захворювань та травм, і, як наслідок, зниження втрат робочого часу (у вигляді умовно вивільнених робітників та економії їх заробітної плати з відрахуваннями на соціальні заходи);
- зменшення оплати за ставками шкідливих професій та оплати додаткових відпусток за роботу в шкідливих умовах внаслідок переведення працівників у нормальні умови праці;
- зменшення збитків через професійні захворювання та травматизм;
- скорочення збитків від плинності кадрів через невдоволення умовами праці.

Сумарна економія визначається шляхом додавання усіх сум економії з наведених джерел.

Послідовність розрахунку економічного ефекту та ефективності управління охороною праці на умовному підприємстві за період 2009-2010 рр.:

1. Визначення економії від зниження захворюваності, зумовленої умовами виробництва.

а) необхідно визначити втрати часу (у %) через захворюваність одного робітника у **кожному з наведених років** за формулою:

$$З = D_{\text{відс.}} \times 100 / (Ч_{\text{сер.сп.}} \times \Phi_{\text{еф.}}), \quad (1)$$

де $D_{\text{відс.}}$ – час відсутності робітників на роботі через захворюваність, зумовлену умовами виробництва (годин за рік);

$Ч_{\text{сер.сп.}}$ – середньоспискова чисельність робітників підприємства або виробничого підрозділу (осіб);

$\Phi_{\text{еф.}}$ – річний ефективний фонд часу одного робітника (год.).

Ефективний фонд часу – це максимально можливий час, протягом якого робітник може працювати. Він визначається як різниця між кількістю календарних днів року, кількістю вихідних, святкових днів та днів відсутності робітника на робочому місці протягом року з поважних причин, а також враховує тривалість робочого дня у годинах. При цьому варто зауважити, що при визначенні ефективного

фонду часу результат розрахунків має бути заокруглений до цілого числа годин.

**Приклад визначення ефективного фонду часу 1-го робітника
Баланс робочого часу**

№ п/п	Показники	Кількісне значення
1.	Календарний фонд часу (днів)	365
2.	Число вихідних та святкових	112
3.	Номінальний фонд часу (днів) (1) – (2)	253
4.	Число невиходів на роботу з поважних причин:	35
	у тому числі:	28
	- відпустки	5
	- хвороби	2
5.	- інші невиходи	218
6.	Ефективний фонд часу (днів) (3) – (4)	7,976
7.	Середня тривалість робочого дня (год.)**	1739
	Ефективний фонд часу (год.) (5) × (6)	

** - середня тривалість робочого дня визначається з урахуванням кількості годин скорочення робочих змін у передсвяткові дні:

$$T_{\text{сер.}} = (8 \times D_{\text{робочі повні}} + 7 \times D_{\text{робочі передсвяткові}}) / D_{\text{робочі}} = (8 \times 247 + 7 \times 6) / 253 = 7,976 \text{ (год.)}$$

б) необхідно визначити умовне вивільнення робітників за формулою:

$$Вив_{\text{роб.}} = (1 - (100 - Z_{09}) / (100 - Z_{10})) \times Ч_{\text{сер.сп. 09}} \times k_{\text{нерівн.}}, \quad (2)$$

де Z_{09} , Z_{10} – відносні втрати часу через захворюваність до та після впровадження системи управління охороною праці підприємства (%);

$Ч_{\text{сер.сп. 09}}$ – середньоспискова чисельність працівників у 2009 році (осіб);

$k_{\text{нерівн.}}$ – коефіцієнт нерівномірності впровадження заходів з охорони праці (0,5).

в) необхідно визначити економію фонду заробітної плати та відрахувань на соціальне страхування за рахунок вивільнення працівників (підвищення продуктивності праці) за формулою:

$$E_{\text{захв.}} = Вив_{\text{роб.}} \times ЗП_{\text{сер.10}} \times (1 + CZ_{10}), \quad (3)$$

де $E_{\text{захв.}}$ – економія від зниження захворюваності, зумовленої умовами виробництва (грн.);

$Вив_{\text{роб.}}$ – умовне вивільнення робітників (осіб);

$ЗП_{\text{сер.10}}$ – середньорічна основна та додаткова заробітна плата одного робітника у 2010 р. (грн.):

$$(ЗП_{\text{сер.}} = ЗП_{\text{осн.}} + ЗП_{\text{дод.}});$$

$СЗ_{10}$ – відрахування на соціальне страхування у 2010 р. (% від заробітної плати у вигляді десяткового дробу).

2. Визначення економії за рахунок переведення робітників, оплата яких здійснювалася за ставками для шкідливих умов праці, у нормальні умови праці, та скасуванням скороченого робочого дня:

а) необхідно визначити економію по заробітній платі та відрахуваннях на соціальне страхування у зв'язку з переведенням у нормальні умови праці за формулою:

$$E_{\text{шк. зп}} = Ч_{\text{норм.}} \times \Phi_{\text{еф.10}} \times (ТС_{\text{шк.}} - ТС_{\text{норм.}}) \times (1 + СЗ_{10}), \quad (4)$$

де $E_{\text{шк. зп}}$ – економія заробітної плати та відрахувань на соціальні заходи (грн.);

$\Phi_{\text{еф.10}}$ – річний ефективний фонд часу одного робітника у 2010 р. (год.);

$Ч_{\text{норм}}$ – кількість робітників, переведених у нормальні умови праці (осіб);

$ТС_{\text{шк.}}$ – середня годинна тарифна ставка для шкідливих та важких робіт (грн.);

$ТС_{\text{норм.}}$ – середня годинна тарифна ставка для робіт з нормальними умовами праці (грн.).

б) необхідно визначити економію за рахунок зменшення оплати додаткових відпусток, пов'язаних з роботою у шкідливих умовах, за такою формулою:

$$E_{\text{дод.}} = Ч_{\text{норм.}} \times Д_{\text{дод.}} \times ОП, \quad (5)$$

де $Д_{\text{дод.}}$ – кількість днів додаткових відпусток, на яку зменшується загальна тривалість відпустки у зв'язку з переведенням працівника у нормальні умови праці;

$ОП$ – розмір оплати одного дня відпустки (грн.).

в) необхідно визначити економію за рахунок скасування скороченого робочого дня у зв'язку з поліпшенням умов праці за формулою:

$$E_{\text{скор.}} = ЗП_{\text{сер.год.10}} \times \Phi_{\text{еф.10}}' \times (\mathbf{Ч}_{\text{ск.}} \times \Gamma - \mathbf{Ч}_{\text{ск.}}^1 \times \Gamma^1), \quad (6)$$

де $ЗП_{\text{сер.год.10}}$ – середня оплата 1 години роботи одного робітника (грн.);

$\Phi_{\text{еф.10}}'$ – річний ефективний фонд часу одного робітника у 2010 р. (днів);

$\mathbf{Ч}_{\text{ск.}}$, $\mathbf{Ч}_{\text{ск.}}^1$ – чисельність працівників, що мають право на скорочений робочий день відповідно до та після впровадження заходів щодо поліпшення умов праці;

Γ , Γ^1 – кількість годин, на які скорочено робочий день через незадовільні умови праці відповідно до та після впровадження заходів щодо поліпшення умов праці.

г) необхідно визначити загальну суму економії від переведення працівників у нормальні умови праці за формулою:

$$E_{\text{шк.}} = E_{\text{шк. ЗП}} + E_{\text{дод.}} + E_{\text{скор.}}$$

(7)

3. Визначення економії за рахунок зменшення збитків, заподіяних підприємству профзахворюваннями та травматизмом.

а) необхідно визначити економію підприємства у зв'язку з зменшенням виплат за лікарняними (листочками непрацездатності) за формулою:

$$E_{\text{лікар.}} = ЗП_{\text{сер.}} / \Phi_{\text{еф.}}^* \times (D_{\text{відс.09}} - D_{\text{відс.10}}), \quad (8)$$

де $E_{\text{лікар.}}$ – сума економії за рахунок зменшення виплат за листочками непрацездатності (грн.);

$ЗП_{\text{сер.}}$ – середньорічна основна та додаткова заробітна плата одного робітника (грн.);

$\Phi_{\text{еф.}}^*$ – ефективний фонд часу одного робітника у 2009р. (у днях);

$D_{\text{відс.09}}$; $D_{\text{відс.10}}$ – час відсутності робітників на роботі через захворюваність у 2009 та 2010 роках відповідно (днів).

б) необхідно визначити суму зменшення витрат на стаціонарне та амбулаторне лікування за формулою:

$$E_{\text{лікув.}} = \mathbf{Варт.ст.} \times (D_{\text{стац.09}} - D_{\text{стац.10}}) + \mathbf{Варт.амб.} \times (D_{\text{амб.09}} - D_{\text{амб.10}}), \quad (9)$$

де **Варт.ст.** – середні витрати на лікування у стаціонарі (грн./ день);
Варт.амб. – середні витрати на амбулаторне лікування (грн./ день);
Дстац.09, **Дстац.10** – дні стаціонарного лікування у 2009 та 2010 роках відповідно;

Дамб.09, **Дамб.10** – дні амбулаторного лікування у 2009 та 2010 роках відповідно.

в) необхідно визначити суму економії витрат за рахунок скорочення чисельності працівників, що мають право на лікувально-профілактичне харчування:

$$E_{\text{харчув.}} = V_{\text{ден.}} \times (C_{\text{лпх.}} \times D_{\text{лпх.}} - C^1_{\text{лпх.}} \times D^1_{\text{лпх.}}), \quad (10)$$

де **V_{ден.}** – вартість лікувально-профілактичного харчування одного працівника (грн./ день);

C_{лпх.}, **C¹_{лпх.}** – чисельність працівників, що мають право на лікувально-профілактичне харчування відповідно до та після впровадження заходів;

D_{лпх.}, **D¹_{лпх.}** – кількість днів, коли надається лікувально-профілактичне харчування відповідно до та після впровадження заходів.

г) необхідно визначити загальну суму економії за рахунок зменшення збитків, заподіяних підприємству профзахворюваннями та травматизмом (**E_л**), за формулою:

$$E_{\text{л}} = E_{\text{лікар.}} + E_{\text{лікув.}} + E_{\text{харчув.}} \quad (11)$$

4. Визначення економії за рахунок зниження плинності кадрів у зв'язку з поліпшенням умов праці за формулою:

$$E_{\text{плин.}} = V_{\text{итрзам.}} \times Z_{\text{мпл.}}, \quad (12)$$

де **V_{итрзам.}** – середні витрати на заміну звільненого працівника та навчання нового (грн./особу);

Z_{мпл.} – зменшення плинності кадрів працівників через поліпшення умов праці (осіб).

5. Визначення сумарної економії від впровадження системи управління охороною праці на підприємстві:

$$E_{\text{сум.}} = E_{\text{захв.}} + E_{\text{шк.}} + E_{\text{л}} + E_{\text{плин.}} \quad (13)$$

Оформлення результатів визначення економії у табличній формі:

№ п/п	Найменування показників економії	Сума
1.	Економія від зниження захворюваності, зумовленої умовами виробництва	
2.	Економія за рахунок переведення робітників, оплата яких здійснювалася за ставками для шкідливих умов праці, у нормальні умови праці	
3.	Економія за рахунок зменшення збитків, заподіяних підприємству профзахворюваннями та травматизмом	
4.	Економія за рахунок зниження плинності кадрів у зв'язку з поліпшенням умов праці	
Разом		

6. Визначення величини річного економічного ефекту від впровадження СУОПІ на підприємстві за формулою:

$$E_{\text{річн.}} = E_{\text{сум.}} - E_{\text{н}} \times \text{КВ}, \quad (14)$$

$E_{\text{н}}$ – нормативний коефіцієнт порівняльної економічної ефективності (для заходів з охорони праці $E_{\text{н}} = 0.08$);

КВ – одноразові витрати на розроблення та впровадження СУОПІ (грн.).

7. Визначення економічної ефективності впровадження СУОПІ на підприємстві за формулою:

$$K_{\text{Е}} = E_{\text{сум.}} / \text{КВ} \quad (15)$$

8. Зробити висновки щодо доцільності впровадження заходів з охорони праці, порівнявши отримане у пункті 7 значення коефіцієнта економічної ефективності з нормативним.

Здійснення витрат вважається ефективним за умови, що $K_{\text{Е}} > E_{\text{н}}$

Вихідні дані для розрахунку

Варіант 1

№ п/п	Найменування показника	Рік	
		2009	2010
1.	Д _{відс.} – Час відсутності робітників на роботі через захворюваність, зумовлену умовами виробництва (годин за рік);	80240	76920
2.	Ч _{сер.сп.} – середньоспискова чисельність робітників підприємства(осіб);	947	914
3.	Календарний фонд часу (днів)	365	365
4.	Число вихідних та святкових (днів)	114	113
5.	Число невиходів на роботу з поважних причин (днів)	40	38
6.	Середня тривалість робочого дня (год.)	7.7	7.8
7.	ЗП _{осн.} – середньорічна основна заробітна плата одного робітника (грн.)		17820.0
8.	ЗП _{дод.} – середньорічна додаткова заробітна плата одного робітника (% до основної зарплати)		12
9.	СЗ – відрахування на соціальне страхування (% від заробітної плати)		38.2
10.	Ч _{норм} – кількість робітників, переведених у нормальні умови праці (осіб)		35
11.	ТС _{шк.} – середня годинна тарифна ставка для шкідливих та важких робіт (грн.)		14.60
12.	ТС _{норм.} – середня годинна тарифна ставка для робіт з нормальними умовами праці (грн.)		12.40
13.	Д _{дод.} – кількість днів додаткових відпусток, на яку зменшується загальна тривалість відпустки у зв'язку з переведенням працівника у нормальні умови праці		6
14.	ОП – розмір оплати одного дня відпустки (грн.)		78.00
15.	ЗП _{сер.год.} – середня оплата 1 години роботи одного робітника (грн.)		8.40
16.	Ч _{ск.} , Ч ¹ _{ск.} – чисельність працівників, що	68	54

	мають право на скорочений робочий день відповідно до та після впровадження заходів щодо поліпшення умов праці		
17.	Г, Г ¹ – кількість годин, на які скорочено робочий день через незадовільні умови праці відповідно до та після впровадження заходів щодо поліпшення умов праці	1.5	1.0
18.	Д _{відс.} – час відсутності робітників на роботі через захворюваність (днів)	10030	9615
19.	Варт. _{ст.} – середні витрати на лікування у стаціонарі (грн./ день)		72.0
20.	Варт. _{амб.} – середні витрати на амбулаторне лікування (грн./ день)		15.8
21.	Д _{стац.} – дні стаціонарного лікування	273	149
22.	Д _{амб.} – дні амбулаторного лікування	460	277
23.	В _{ден.} – вартість лікувально-профілактичного харчування одного працівника (грн./ день);		32.20
24.	Ч _{лпх.} – чисельність працівників, що мають право на лікувально-профілактичне харчування (осіб)	88	54
25.	Д _{лпх.} – кількість днів, коли надається лікувально-профілактичне харчування	24	20
26.	Витр _{зам.} – середні витрати на заміну звільненого працівника та навчання нового (грн./особу)		7600.0
27.	З _{мл.} – зменшення плинності кадрів працівників через поліпшення умов праці (осіб)		6
28.	КВ – витрати на розроблення та впровадження СУОПП (грн.).		220000.0

Вихідні дані для розрахунку

Варіант 2

№ п/п	Найменування показника	Рік	
		2009	2010
1.	Д _{відс.} – Час відсутності робітників на роботі через захворюваність, зумовлену умовами виробництва (годин за рік);	6861	5336
2.	Ч _{сер.сп.} – середньоспискова чисельність робітників підприємства(осіб);	149	152
3.	Календарний фонд часу (днів)	365	365
4.	Число вихідних та святкових (днів)	114	113
5.	Число невиходів на роботу з поважних причин (днів)	48	50
6.	Середня тривалість робочого дня (год.)	7.8	7.9
7.	ЗП _{осн.} – середньорічна основна заробітна плата одного робітника (грн.)		19200.0
8.	ЗП _{дод.} – середньорічна додаткова заробітна плата одного робітника (% до основної зарплати)		10
9.	СЗ – відрахування на соціальне страхування (% від заробітної плати)		41.4
10.	Ч _{норм} – кількість робітників, переведених у нормальні умови праці (осіб)		8
11.	ТС _{шк.} – середня годинна тарифна ставка для шкідливих та важких робіт (грн.)		15.80
12.	ТС _{норм.} – середня годинна тарифна ставка для робіт з нормальними умовами праці (грн.)		13.20
13.	Д _{дод.} – кількість днів додаткових відпусток, на яку зменшується загальна тривалість відпустки у зв'язку з переведенням працівника у нормальні умови праці		4
14.	ОП – розмір оплати одного дня відпустки (грн.)		82.00
15.	ЗП _{сер.год.} – середня оплата 1 години роботи одного робітника (грн.)		11.60
16.	Ч _{ск.} , Ч ¹ _{ск.} – чисельність працівників, що	21	16

	мають право на скорочений робочий день відповідно до та після впровадження заходів щодо поліпшення умов праці		
17.	Г, Г ¹ – кількість годин, на які скорочено робочий день через незадовільні умови праці відповідно до та після впровадження заходів щодо поліпшення умов праці	1.0	0.5
18.	Д _{відс.} – час відсутності робітників на роботі через захворюваність (днів)	857	667
19.	Варт. _{ст.} – середні витрати на лікування у стаціонарі (грн./ день)		69.0
20.	Варт. _{амб.} – середні витрати на амбулаторне лікування (грн./ день)		17.6
21.	Д _{стац.} – дні стаціонарного лікування	168	121
22.	Д _{амб.} – дні амбулаторного лікування	215	142
23.	В _{ден.} – вартість лікувально-профілактичного харчування одного працівника (грн./ день);		31.60
24.	Ч _{лпх.} – чисельність працівників, що мають право на лікувально-профілактичне харчування (осіб)		-
25.	Д _{лпх.} – кількість днів, коли надається лікувально-профілактичне харчування		-
26.	Витр _{зам.} – середні витрати на заміну звільненого працівника та навчання нового (грн./особу)		8200.0
27.	З _{мл.} – зменшення плинності кадрів працівників через поліпшення умов праці (осіб)		3
28.	КВ – витрати на розроблення та впровадження СУОПП (грн.).		160000.0

Вихідні дані для розрахунку

Варіант 3

№ п/п	Найменування показника	Рік	
		2009	2010
1.	Д _{відс.} – Час відсутності робітників на роботі через захворюваність, зумовлену умовами виробництва (годин за рік);	18980	16272
2.	Ч _{сер.сп.} – середньоспискова чисельність робітників підприємства(осіб);	224	225
3.	Календарний фонд часу (днів)	365	365
4.	Число вихідних та святкових (днів)	114	113
5.	Число невиходів на роботу з поважних причин (днів)	36	35
6.	Середня тривалість робочого дня (год.)	7.9	7.9
7.	ЗП _{осн.} – середньорічна основна заробітна плата одного робітника (грн.)		22400.0
8.	ЗП _{дод.} – середньорічна додаткова заробітна плата одного робітника (% до основної зарплати)		10
9.	СЗ – відрахування на соціальне страхування (% від заробітної плати)		42.68
10.	Ч _{норм} – кількість робітників, переведених у нормальні умови праці (осіб)		4
11.	ТС _{шк.} – середня годинна тарифна ставка для шкідливих та важких робіт (грн.)		16.80
12.	ТС _{норм.} – середня годинна тарифна ставка для робіт з нормальними умовами праці (грн.)		14.24
13.	Д _{дод.} – кількість днів додаткових відпусток, на яку зменшується загальна тривалість відпустки у зв'язку з переведенням працівника у нормальні умови праці		6
14.	ОП – розмір оплати одного дня відпустки (грн.)		98.2
15.	ЗП _{сер.год.} – середня оплата 1 години роботи одного робітника (грн.)		13.80
16.	Ч _{ск.} , Ч ¹ _{ск.} – чисельність працівників, що	35	33

	мають право на скорочений робочий день відповідно до та після впровадження заходів щодо поліпшення умов праці		
17.	Г, Г ¹ – кількість годин, на які скорочено робочий день через незадовільні умови праці відповідно до та після впровадження заходів щодо поліпшення умов праці	1.0	0.5
18.	Д _{відс.} – час відсутності робітників на роботі через захворюваність (днів)	2372	2034
19.	Варт. _{ст.} – середні витрати на лікування у стаціонарі (грн./ день)		72.0
20.	Варт. _{амб.} – середні витрати на амбулаторне лікування (грн./ день)		16.8
21.	Д _{стац.} – дні стаціонарного лікування	182	142
22.	Д _{амб.} – дні амбулаторного лікування	291	216
23.	В _{ден.} – вартість лікувально-профілактичного харчування одного працівника (грн./ день);		33.40
24.	Ч _{лпх.} – чисельність працівників, що мають право на лікувально-профілактичне харчування (осіб)	20	16
25.	Д _{лпх.} – кількість днів, коли надається лікувально-профілактичне харчування	21	20
26.	Витр _{зам.} – середні витрати на заміну звільненого працівника та навчання нового (грн./особу)		8800.0
27.	З _{мл.} – зменшення плинності кадрів працівників через поліпшення умов праці (осіб)		-
28.	КВ – витрати на розроблення та впровадження СУОПП (грн.).		125000.0

Вихідні дані для розрахунку

Варіант 4

№ п/п	Найменування показника	Рік	
		2009	2010
1.	Д _{відс.} – Час відсутності робітників на роботі через захворюваність, зумовлену умовами виробництва (годин за рік);	59046	38320
2.	Ч _{сер.сп.} – середньоспискова чисельність робітників підприємства(осіб);	697	530
3.	Календарний фонд часу (днів)	365	365
4.	Число вихідних та святкових (днів)	114	113
5.	Число невиходів на роботу з поважних причин (днів)	38	37
6.	Середня тривалість робочого дня (год.)	7.6	7.7
7.	ЗП _{осн.} – середньорічна основна заробітна плата одного робітника (грн.)		25094.0
8.	ЗП _{дод.} – середньорічна додаткова заробітна плата одного робітника (% до основної зарплати)		0
9.	СЗ – відрахування на соціальне страхування (% від заробітної плати)		39.8
10.	Ч _{норм} – кількість робітників, переведених у нормальні умови праці (осіб)		16
11.	ТС _{шк.} – середня годинна тарифна ставка для шкідливих та важких робіт (грн.)		15.16
12.	ТС _{норм.} – середня годинна тарифна ставка для робіт з нормальними умовами праці (грн.)		12.75
13.	Д _{дод.} – кількість днів додаткових відпусток, на яку зменшується загальна тривалість відпустки у зв'язку з переведенням працівника у нормальні умови праці		5
14.	ОП – розмір оплати одного дня відпустки (грн.)		105.6
15.	ЗП _{сер.год.} – середня оплата 1 години роботи одного робітника (грн.)		14.20
16.	Ч _{ск.} , Ч ¹ _{ск.} – чисельність працівників, що	42	18

	мають право на скорочений робочий день відповідно до та після впровадження заходів щодо поліпшення умов праці		
17.	Г, Г ¹ – кількість годин, на які скорочено робочий день через незадовільні умови праці відповідно до та після впровадження заходів щодо поліпшення умов праці	1.0	0.5
18.	Д _{відс.} – час відсутності робітників на роботі через захворюваність (днів)	7390	4790
19.	Варт. _{ст.} – середні витрати на лікування у стаціонарі (грн./ день)		72.0
20.	Варт. _{амб.} – середні витрати на амбулаторне лікування (грн./ день)		17.2
21.	Д _{стац.} – дні стаціонарного лікування	245	188
22.	Д _{амб.} – дні амбулаторного лікування	390	256
23.	В _{ден.} – вартість лікувально-профілактичного харчування одного працівника (грн./ день);		35.60
24.	Ч _{лпх.} – чисельність працівників, що мають право на лікувально-профілактичне харчування (осіб)	52	28
25.	Д _{лпх.} – кількість днів, коли надається лікувально-профілактичне харчування	22	20
26.	Витр _{зам.} – середні витрати на заміну звільненого працівника та навчання нового (грн./особу)		8500.0
27.	З _{мл.} – зменшення плинності кадрів працівників через поліпшення умов праці (осіб)		4
28.	КВ – витрати на розроблення та впровадження СУОПП (грн.).		510000.0

Практична робота № 4

Паспортизація санітарно-технічного стану робочих місць

Мета роботи: вивчити методику і набути навички проведення паспортизації санітарно-технічного стану робочих місць.

Метою паспортизації санітарно-технічного стану робочого місця є виявлення усіх виробничих небезпек для розробки проектів інженерно-технічних та організаційних рішень у створенні безпечних і здорових умов праці. Відповідно до типової ієрархічної структури виробництва (цех, дільниця, робоче місце) одиничним елементом виробництва є робоче місце. На ньому проявляються всі шкідливі і небезпечні виробничі фактори, які діють на працюючого і визначають ефективність його виробничої діяльності. Базовим елементом паспортизації є карта умов праці, яка відбиває три (трудова, санітарно-гігієнічний, технічний) фактори безпеки.

Карта умов праці передбачає виявлення на робочому місці шкідливих і небезпечних виробничих факторів та причин їх виникнення; дослідження санітарно-гігієнічних факторів виробничого середовища, важкості й напруженості трудового процесу, комплексну оцінку факторів виробничого середовища і характеру праці на відповідність їх вимогам стандартів, норм і правил; обґрунтування віднесення робочого місця до відповідної категорії з шкідливими умовами праці, підтвердження права працівників на пільгове пенсійне забезпечення та інші пільги залежно від умов праці.

У карті умов праці може ставитись завдання знаходження показника безпеки або атестації робочого місця відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 01.08.92 р. № 442.

Карта умов праці на робочому місці становить основу санітарно-технічного паспорта виробничої дільниці (бригади, майстерні, ферми тощо). До санітарно-технічного паспорта дільниці входить збірна інформація з карт умов праці на робочих місцях, додаткова характеристика засобів колективного користування (будівлі, побутові і допоміжні приміщення, засоби колективного захисту).

Паспорт господарства складається з паспортів діляниць і містить додаткову характеристику засобів загальногосподарського користування, об'єкти колективного захисту.

Кожний головний спеціаліст господарства організовує обстеження умов праці і стан технічної безпеки у підпорядкованій йому галузі. Значно зменшити обсяги робіт при паспортизації можна шляхом групування типових робочих місць.

Хід роботи при складанні карти умов праці

На кожне типове робоче місце складається карта умов праці, в яку заносяться трудові, санітарно-гігієнічні умови і фактори технічної безпеки.

Форма карти наведена у таблиці 1.

Послідовність заповнення карти умов праці:

1. За ДСНЗ.3.6.042-99 визначається категорія робіт і встановлюються оптимальні показники мікроклімату. (**Категорія робіт вказана в умовах завдання.**)

2. За гігієнічною класифікацією праці та іншими джерелами визначається перелік факторів умов праці на робочому місці, для яких за нормативними документами встановлюють гранично-допустимий рівень (ГДР) та гранично-допустиму концентрацію (ГДК). За таблицями 3 і 4 визначити нормовані значення загальних енерговитрат організму та показників мікроклімату виробничого приміщення (A_H). Нормовані значення інших факторів наведено в умовах завдання.

3. Для кожного з факторів умов праці проводиться інструментальний замір фактичного значення факторів.

4. Визначається коефіцієнт нормозабезпеченості:

$$K_H = 1 \pm (A_B - A_H) / A_H, \text{ де}$$

A_B – виміряне значення факторів умов праці;

A_H – нормативне значення фактора.

Результат заноситься у графу 4 таблиці 1.

Гранично допустиме значення коефіцієнта нормозабезпечення повинне дорівнювати 1. Якщо воно більше за 1, то це означає, що діючий фактор умови праці вищий за ГДР і потрібно вжити заходів для зниження дії цього фактора, тим самим поліпшити умови праці.

5. Відповідно до технології виконання процесу встановлюється тривалість дії кожного фактора і результати заносяться у графу 5 і 6 таблиці 1 (тривалість дії фактора у годинах наведена в умовах завдання).
6. Визначається коефіцієнт небезпеки $K_{дф}$ від кожного фактора умов праці і від усіх діючих факторів K . Результати підрахунків заносяться у графи 7 і 8 таблиці 1. Ці коефіцієнти обчислюються за формулами:

$$K_{дф} = K_n * T_{дф}$$

$$K = K_{дф} / n$$

$T_{дф}$ – тривалість дії фактора;

n – кількість факторів умов праці.

7. За таблицями 5, 6, 7, 8 визначається, чи не перевищує якийсь з факторів ГДР або ГДК. Якщо перевищення виявлене, то визначається, до якого ступеня шкідливості належить дане перевищення. За табл. 1 визначається початкова та розрахункова кількість балів X та $X_{фак}$. Розрахункова кількість балів $X_{фак}$ визначається за формулою:

$$X_{фак} = X * T_{дф}$$

Початкова і розрахункова кількість балів заносяться відповідно у графи 9, 11, 13 і 10, 12, 14 таблиці 1.

8. Визначаються фактори технічної небезпеки і результати заносяться у таблицю 2.
Виявити фактори технічної небезпеки можна методом вибирання з карт контролю механізмів та пристроїв за показниками безпеки і контролю техніки.

9. Визначається коефіцієнт травмонебезпеки:

$$K_m = \Pi_o / \Pi_{ф}$$

P_0 – кількість травмонебезпечних факторів;

P_f – загальна кількість факторів.

10. Розраховується коефіцієнт небезпеки на робочому місці:

$$K_{pm} = K + K_m$$

K – сумарний коефіцієнт небезпеки від шкідливих факторів умов праці;

K_m – коефіцієнт травмонебезпеки.

Коефіцієнт небезпеки повинен бути менший 1. Якщо він більший за 1, потрібно вжити заходів щодо його зниження.

11. Визначається сумарна кількість балів за даними таблиці 1.

12. За даними таблиці 2 встановлюється розмір доплат до тарифної ставки або посадового окладу.

13. Зробити висновок щодо кількості факторів, значення яких перевищують ГДР або ГДК, значення коефіцієнта небезпеки та до якого класу належать дані умови праці (якщо до 3-го, то вказати ступінь).

Довідниковий матеріал

Таблиця 2

Розмір доплат до тарифної ставки або посадового окладу за працю в шкідливих умовах

№	Характеристика роботи	Сума балів	Розмір доплати у %
1.	З важкими і шкідливими умовами праці	до 2	4
		2,1 – 4	8
		4,1 – 6	12
2.	З особливо важкими і особливо шкідливими умовами праці	6,1 - 8	16
		8,1 - 10	20
		більше 10	24

Таблиця 3

Категорії робіт за ступенем важкості

Характер роботи	Категорія роботи	Загальні енерговитрати організму, Вт (ккал/год)
Легкі роботи	Ia	105–140 (90–120)
	Iб	141–175 (121–150)
Роботи середньої важкості	IIa	176–232 (151–200)
	IIб	232–290 (201–250)
Важкі роботи	III	291–349 (251–300)

Таблиця 4

Допустимі величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень

Період року	Категорія робіт	Температура, °С				Відносна вологість (%) на робочих місцях – постійних і непостійних	Швидкість руху (м/сек.) на робочих місцях – постійних і непостійних
		Верхня межа		Нижня межа			
		На постійних робочих місцях	На непостійних робочих місцях	На постійних робочих місцях	На непостійних робочих місцях		
Холодний період руху	Легка Ia	25	26	21	18	75	не більше 0,1
	Легка Ib	24	25	20	17	75	не більше 0,2
	Середньої важкості IIa	23	24	17	15	75	не більше 0,3
	Середньої важкості IIб	21	23	15	13	75	не більше 0,4
	Важка III	19	20	13	12	75	не більше 0,5

Таблиця 5

Класи умов праці залежно від вмісту в повітрі робочої зони шкідливих речовин хімічного походження (перевищення ГДК, разів)

Шкідливі речовини	Клас умов праці					
	допустимий	шкідливий				небезпечний
	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Шкідливі речовини 1 – 2 класів небезпечності*, за винятком перерахованих нижче	≤ГДК	1,1 – 3,0	3,1 – 6,0	6,1 – 10,0	10,1 – 20,0	>20,0
Шкідливі речовини 3 – 4 класів небезпечності*, за винятком перерахованих нижче	≤ГДК	1,1 – 3,0	3,1 – 10,0	>10,0		
Доповнення до класів умов праці	≤ГДК	1,1 – 3,0	3,1 – 10,0	11 – 15	16 – 20	>20,0

Таблиця 6

Класи умов праці за окремими показниками мікроклімату для виробничих приміщень в холодну пору року

Показники мікроклімату			Класи умов праці						
			оптимальний	допустимий	шкідливий – 3* перевищення шкідливого рівня, °С				небезпечний (екстремальний)
			1	2	1 ступінь	2 ступінь	3 ступінь	4 ступінь	4
Температура повітря, °С	категорія робіт	загальні енерго-витрати Вт/кв. м	згідно з ДСН 3.3.6.0-42-99	згідно з ДСН 3.3.6.0-42-99					
	1а	до 139			до ±2,0	±2,1 – 4,0	±4,1 – 6,0	±6,1 – 8,0	–
	1б	140 – 174			–	–	–	–	–
	2а	175 – 232			–	–	–	–	–
	2б	233 – 290			–	–	–	–	–
	3	більше 290			–	–	–	–	–
Швидкість руху повітря, м/с			згідно з ДСН 3.3.6.0-45-99	згідно з ДСН 3.3.6.0-42-99 (п. 1.2.5, п. 1.2.6)	перевищення до 3 разів	перевищення більше 3 разів	–	–	–
Відносна вологість повітря, %					перевищення до 15	перевищення більше 15	–	–	–

Таблиця 7

Класи умов праці залежно від рівня шуму, вібрації, інфразвуку та ультразвуку на робочому місці

Назва фактора, показник, одиниці виміру	Клас умов праці					
	допустимий	шкідливий				небезпечний
		2	3.1	3.2	3.3	
ШУМ: рівень звуку, дБА; еквівалентний рівень звуку, дБАекв	≤ГДР*	до 85	86 – 95	96 – 105	106 – 115	>115
Рівень звукового тиску у будь-якій октавній смузі, ДБ						>135**
ВІБРАЦІЯ ЛОКАЛЬНА, еквівалентний коректований рівень віброшвидкості, дБекв	≤ГДР***	до 115	116 – 118	119 – 121	122 – 124	>124
ВІБРАЦІЯ ЗАГАЛЬНА, еквівалентний коректований рівень віброшвидкості, дБекв: вісь – Z3 вісь – X3, Y3	≤ГДР***	до 113	114 – 119	120 – 125	126 – 131	>131
	≤ГДР***	до 122	123 – 128	129 – 134	135 – 140	>140

Таблиця 8

Класи умов праці залежно від параметрів світлового середовища виробничих приміщень

Фактор, показник	Клас умов праці				
	допустимий	шкідливий – 3			
		2	1 ступінь	2 ступінь	3 ступінь
Природне освітлення					
Коефіцієнт природного освітлення (КПО, %)	≥0,6*	0,1 – 0,6	<0,1**		
Штучне освітлення					
Освітленість робочої поверхні (Елк) для розрядів зорових робіт	I – IV VII	Ен***	0,5 Ен – <Ен	<0,5 Ен	
	V – VI VIII	Ен***	<Ен		

Варіант 1

Фактор умов праці	Нормативне значення фактора (ГДР або ГДК)	Фактичне значення фактора умов праці, A_B	Час дії фактора, год.
Загальні енерговитрати організму, ккал/год	За табл. 3	130	8
Температура повітря, °С	За табл. 4	27	8
Відносна вологість повітря, %	За табл. 4	65	8
Швидкість руху повітря, м/с	За табл. 4	0.7	8
Освітленість природна КПО, %	не менше 0.6	1.8	8
Освітленість штучна, лк	не менше 300	320	8
СО, мг/м ³ (IV клас)	20	26	8
H ₂ S, мг/м ³ (IV клас)	10	4.5	8
Ацетон, мг/м ³ (IV клас)	200	100	8
NO ₂ , мг/м ³ (III клас)	2	3.5	8
SO ₂ , мг/м ³ (III клас)	10	5.5	8
Hg, мг/м ³ (I клас)	0.01	0.0004	8
Cl ₂ , мг/м ³ (II клас)	1	0.03	8
Шум, дБА	80	94	7
ВІБРАЦІЯ ЗАГАЛЬНА, еквівалентний коректований рівень віброшвидкості, дБекв	92	118	6

Кількість травмонебезпечних факторів $\Pi_0 = 3$

Загальна кількість факторів $\Pi_\phi = 12$

Тривалість робочої зміни 8 год.

Категорія важкості роботи Іб

Постійне робоче місце.

Варіант 2

Фактор умов праці	Нормативне значення фактора (ГДР або ГДК)	Фактичне значення фактора умов праці, A_B	Час дії фактора, год.
Загальні енерговитрати організму, ккал/год	За табл. 3	170	8
Температура повітря, °C	За табл. 4	14	8
Відносна вологість повітря, %	За табл. 4	72	8
Швидкість руху повітря, м/с	За табл. 4	0.8	8
Освітленість природна КПО, %	не менше 0.6	2.8	8
Освітленість штучна, лк	не менше 300	350	8
CO, мг/м ³ (IV клас)	20	12	7
H ₂ S, мг/м ³ (IV клас)	10	16	7
Ацетон, мг/м ³ (IV клас)	200	80	7
NO ₂ , мг/м ³ (III клас)	2	4.8	7
SO ₂ , мг/м ³ (III клас)	10	4	7
Hg, мг/м ³ (I клас)	0.01	0.0005	7
Cl ₂ , мг/м ³ (II клас)	1	0.8	7
Шум, дБА	80	98	5
ВІБРАЦІЯ ЗАГАЛЬНА, еквівалентний коректований рівень віброшвидкості, дБекв	92	122	5

Кількість травмонебезпечних факторів $\Pi_0 = 6$

Загальна кількість факторів $\Pi_\phi = 8$

Тривалість робочої зміни 8 год.

Категорія важкості роботи Π_a

Постійне робоче місце.

Варіант 3

Фактор умов праці	Нормативне значення фактора (ГДР або ГДК)	Фактичне значення фактора умов праці, A_B	Час дії фактора, год.
Загальні енерговитрати організму, ккал/год	За табл. 3	240	8
Температура повітря, °С	За табл. 4	26	8
Відносна вологість повітря, %	За табл. 4	95	8
Швидкість руху повітря, м/с	За табл. 4	1.5	8
Освітленість природна КПО, %	не менше 0.6	2.0	8
Освітленість штучна, лк	не менше 300	330	8
CO, мг/м ³ (IV клас)	20	18	8
H ₂ S, мг/м ³ (IV клас)	10	8	8
Ацетон, мг/м ³ (IV клас)	200	140	8
NO ₂ , мг/м ³ (III клас)	2	8	6
SO ₂ , мг/м ³ (III клас)	10	12	8
Hg, мг/м ³ (I клас)	0.01	0.0006	8
Cl ₂ , мг/м ³ (II клас)	1	2.5	6
Шум, дБА	80	75	8
ВІБРАЦІЯ ЗАГАЛЬНА, еквівалентний коректований рівень віброшвидкості, дБекв	92	66	7

Кількість травмонебезпечних факторів $\Pi_0 = 4$

Загальна кількість факторів $\Pi_\phi = 10$

Тривалість робочої зміни 8 год.

Категорія важкості роботи IIб

Постійне робоче місце.

Варіант 4

Фактор умов праці	Нормативне значення фактора (ГДР або ГДК)	Фактичне значення фактора умов праці, A_B	Час дії фактора, год.
Загальні енерговитрати організму, ккал/год	За табл. 3	180	8
Температура повітря, °C	За табл. 4	22	8
Відносна вологість повітря, %	За табл. 4	60	8
Швидкість руху повітря, м/с	За табл. 4	0.2	8
Освітленість природна КПО, %	не менше 0.6	0.4	8
Освітленість штучна, лк	100-300	80	8
CO, мг/м ³ (IV клас)	20	20	6
H ₂ S, мг/м ³ (IV клас)	10	6	6
Ацетон, мг/м ³ (IV клас)	200	250	6
NO ₂ , мг/м ³ (III клас)	2	12	6
SO ₂ , мг/м ³ (III клас)	10	7	6
Hg, мг/м ³ (I клас)	0.01	0.002	6
Cl ₂ , мг/м ³ (II клас)	1	4	6
Шум, дБА	80	88	5
ВІБРАЦІЯ ЗАГАЛЬНА, еквівалентний коректований рівень віброшвидкості, дБекв	92	77	5

Кількість травмонебезпечних факторів $\Pi_0 = 5$

Загальна кількість факторів $\Pi_\phi = 12$

Тривалість робочої зміни 8 год.

Категорія важкості роботи Π_a

Постійне робоче місце.

Навчальне видання

**ІНЖЕНЕРІЯ БЕЗПЕКИ ТА
ОХОРОНА ПРАЦІ**

Методичні вказівки до практичних занять

Укладачі:
Борук Сергій Дмитрович

Відповідальний за випуск *Кобаса І.М.*
Літературний редактор *Ряднова В.П.*

Підписано до друку __.__.202_. Формат 60x84/16.

Папір офсетний. Друк офсетний. Ум. друк.арк.....

Обл.-вид. арк. Тираж 50. Зам.

Видавництво та друкарня Чернівецького національного
університету

58002, Чернівці, вул. Коцюбинського, 2

e-mail: ruta@chnu.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК №981 від 08.04.2002