

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
для самостійної роботи студентів
(СРС)
"Пожежна безпека"

м. Вінниця

ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА

Досить важливе значення щодо забезпечення пожежної безпеки споруд та виробництв мають глибокі знання властивостей речовин, які визначають їх вибухопожежну небезпечність.

Горючі гази характеризуються границями займання, енергією запалення, температурою горіння та нормальною швидкістю поширення полум'я.

Горіння рідин проходить тільки у паровій фазі. Рідини класифікуються на легкозаймисті і горючі у залежності від їх температури спалаху. Температура спалаху – найменше значення температури рідини, при якому над її поверхнею утворюється пароповітряна суміш, яка може спалахнути при контакті з відкритим джерелом вогню. Легкозаймисті речовини (ЛЗР) мають температуру спалаху $t_{\text{сп}} \leq 61^{\circ}\text{C}$, а горючі (ГЖ) - $t_{\text{сп}} 61^{\circ}\text{C}$. Якщо джерело вогню усунути з зони спалаху, то процес спалаху припиняється.

Суміш парів, газів, пилу горючої речовини з повітрям здатна горіти лише при певному вміщенні в ній горючої речовини.

Найменшу концентрацію горючої речовини, при якій уже можливе горіння, називають нижньою концентраційною межею спалаху (НКМС). Найбільше концентрацію таких речовин, при якій ще можливе горіння, називають верхньою концентраційною межею спалаху (ВКПВ). Зона між ними – це зона спалаху.

Температура спалаху деяких з рідин приведена в таблиці 1, /8/.

Таблиця 1

Рідина	Ацетол	Бензол	Спирт бутиловий	Ксиол	Октан	Стирол	Толуол	Оцтова кислота	Хлорбен зол	Бензин АН-93	Масло транс формат не
Темпе ратура спала ху, °C	-18	-12	38	24	14	31	4	38	28	-36	150

Як правило, речовини, що мають підвищену пожежну небезпеку, утворюють процес горіння. Неконтрольоване горіння поза спеціальним вогнищем, що наносить матеріальний збиток, є пожежа.

Тривалість та температурний режим пожежі залежить від багатьох факторів, таких як характеристики горючих речовин та їх кількість, ступінь подрібнення й умови розміщення та притоку повітря до зони горіння, тощо. Дані про температуру на реальних пожежах були покладені в основу температурних режимів, які прийняті стандартними для випробування будівельних конструкцій на вогнестійкість. Стандартна крива температури-час може бути побудована за формулою.

$$t = 345 \lg (8 T + 1)$$

де t - температура навколишнього середовища, °C;

T - тривалість горіння, хв.

Пожежна небезпека технологічних процесів залежить від речовин і матеріалів, які переробляються, їх кількості та характеристик самого технологічного процесу. У залежності від цього згідно з ОНТП24-86 усі приміщення у будівлі за вибухопожежною небезпекою поділяються на п'ять категорій. Належність того чи іншого виробництва до будь-якої з категорій вибухопожежнебезпечної категорії до менш небезпечної (від А до Д). Характеристики категорій вибухопожежної небезпеки приведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Категорія приміщення	Характеристика речовин та матеріалів, що знаходяться у приміщенні
1	2
А (вибухо-пожежно-небезпечна)	Горючі гази, легкозаймисті рідини з температурою спалаху не більше 28°C у такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні суміші, при займанні яких розвивається тиск вибуху, що перевищує 5 кПа, а також речовини і матеріали, що здатні вибухнути і горіти при взаємодії з водою, киснем повітря або один з одним в такій кількості, що розрахунковий тиск перевищує 5 кПа.

1	2
Б (вибухо-пожежно-небезпечна)	Горючий пил або волокна, легкозаймисті рідини з температурою спалаху більше 28°C, горючі рідини у такій кількості, що можуть утворювати вибухонебезпечні суміші, при займанні яких виникає розрахунковий тиск вибуху, що перевищує 5 кПа.
В (пожежно-небезпечна)	Легкозаймисті, горючі і важкогорючі рідини, тверді горючі і важкогорючі речовини і матеріали, здатні при взаємодії з водою, киснем повітря або один з одним лише горіти при умові, що це приміщення не відноситься до категорії А або В.
Г	Негорючі речовини і матеріали в гарячому, розжареному або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променевої теплоти, іскор і полум'я, а також горючі гази, рідини і тверді речовини, які спалюються або утилізуються у вигляді палива.
Д	Негорючі речовини і матеріали в холодному стані.

Тиск, що утворюється внаслідок вибуху, може бути знайдений за допомогою залежності

$$\Delta P = \frac{m H_T P_0 Z}{V_{св} \rho_v C_p T_0 K_H},$$

де m - кількість горючої речовини, кг;

H_T - теплота згоряння, Дж/кг⁻¹;

P_0 - початковий тиск, кПа (допустимо приймати рівним 101);

Z - коефіцієнт участі пального у вибусі (для рідин $Z = 0,3$);

$V_{св}$ - вільний об'єм приміщення, м³ (допустимо приймати рівним 0,8 геометричного об'єму);

ρ_v - щільність повітря до вибуху, кг·м³, (допустимо приймати = 1,29);

C_p - теплоємність повітря Дж/кг (допустимо приймати = 1·10³);

T_0 - початкова температура повітря, К;

K_H - коефіцієнт, враховуючий негерметичність приміщення (допустимо приймати $K_H = 3$).

Вогнестійкість будівель залежить від властивостей матеріалів, з яких вони побудовані. За здатністю загорятися будівельні матеріали поділяються на неспалимі, важко спалимі і спалимі.

Неспалимі – це такі матеріали, які під дією вогню або високої температури не спалахують, не тліють і не обвуглюються. Це всі природні і штучні неорганічні матеріали, що застосовуються у будівництві: метали, гіпсові та гіпсоволокнисті плити з вмістом органічної речовини не більше 8 % за масою; мінераловатні плити з вмістом синтетичних, крохмальних або бітумних зв'язок до 6 % за масою.

Важко спалимі – матеріали, які під дією вогню або високої температури спалахують, тліють або обвуглюються і продовжують горіти, тліти або обвуглюватися при наявності джерела загоряння, а після його видалення горіння або тління припиняється. Це матеріали, що складаються з спалимих і неспалимих складових частин (асфальтобетон, гіпсові і бетонні матеріали з вмістом органічного наповнювача більше 8 % за масою, повсть, намочена в глиняному розчині; просочена глибоко антипіренами деревина; полімерні матеріали).

Спалимі матеріали під дією вогню або високої температури спалахують; тліють або обвуглюються і продовжують горіти, тліти або обвуглюватися після видалення джерела загоряння. Це усі органічні матеріали, що не відповідають вимогам, яким відповідають важко спалимі і неспалимі матеріали – деревина, лінолеум, повсть, пробкові плити, соломисті матеріали, тощо.

Вогнестійкість – це здатність будівельних конструкцій зберігати свої робочі функції і властивості під дією високих температур пожежі. Вогнестійкість будівельних конструкцій характеризується межею вогнестійкості, тобто часом, протягом якого будівельна конструкція не втрачає своєї несучої і огорожуючої здатності. Втрата несучої здатності і будівельною конструкцією означає її руйнування, а втрата огорожуючої здатності – прогрівання конструкції під час пожежі до температури, коли при її підвищенні

можливий спалах речовин у сусідніх приміщеннях або поява тріщин, через які можуть проникнути продукти горіння в сусідні приміщення.

Будівельні норми і правила Сніп 2.01.02-85 встановлюють межі вогнестійкості будівельних конструкцій в залежності від ступеня вогнестійкості будівлі:

I ступінь - 0,5 ... 2,5 год;

II – 0,25 ... 2;

III – 0,25 ... 2;

IV – 0,25 ... 0,5;

V – не нормується.

Вогнестійкість залізобетонних конструкцій залежить від швидкості розповсюдження підвищеної температури по серединних шарах конструкції, а також швидкості зростання температури на поверхні, що нагрівається. Для залізобетонних плит температура на поверхні, що нагрівається, знаходиться за рівнянням:

$$t_{o,T} = 1250 - (1250 - t_n) \operatorname{erf} X = 1250 - (1250 - t_n) \operatorname{erf} X \frac{K}{2\sqrt{T}},$$

де T – час, год.;

t_n – початкова температура всередині споруди, °C;

$\operatorname{erf} X$ – функція помилок Гауса;

K – коефіцієнт, залежний від об'ємної маси сухого бетону, год^{1/2}

Таблиця 3

Об'ємна маса, кг/м ³	1000	1500	2000	2300	2450
Коефіцієнт K, год ^{1/2}	0,55	0,58	0,60	0,62	0,65
Коефіцієнт теплопровідності, Вт/м · К	0,70	0,81	0,94	1,12	1,20

Температура у будь-якій точці плоскої конструкції, якщо вона гріється з одного боку, може бути підрахована за формулою

$$t_{y, T} = 1250 - (1250 - t_H) \operatorname{erf} - \frac{K\sqrt{a+y}}{2\sqrt{aT}},$$

де $t_{y, T}$ – температура в момент часу T на відстані y від поверхні, що гріється;

a – коефіцієнт теплопровідності, $\text{м}^2/\text{год}$;

$$a = \frac{H}{\rho C_V},$$

де H – коефіцієнт теплопровідності, $\text{Вт}/\text{м} \cdot \text{К}$;

ρ – об'ємна маса бетону, $\text{кг}/\text{м}^3$;

C_V – питома теплоємність бетону, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ (можливо прийняти $C_V = 0,88$).

Для гасіння пожеж та окремих вогнищ застосовуються вогнегасні речовини та сполуки, до яких відносяться вода, водяна пара, хімічна і повітряно-механічна піна, водні розчини солей, інертні і негорючі гази, галоїдовуглеводні сполуки, сухі порошки та пісок.

Для гасіння пожеж у приміщеннях різних виробництв, де є горючі і легкозаймисті речовини та різні інші матеріали, застосовують хімічну піну, секундна витрата якої може бути розрахована як

$$q = F \cdot i, \text{ л/с};$$

де F – площа пожежі, м^2 ;

i – інтенсивність подавання піни, $\text{л/с} \cdot \text{м}^2$ (можна прийняти $i = 0,5$).

Необхідна кількість пінних генераторів

$$n = \frac{q}{q_o},$$

де q_o – продуктивність пінного генератора, л/с (для генератора ПГ-50, $q_o = 45 - 55 \text{ л/с}$).

Необхідну кількість порошку для пінного генератора можна знайти як:

$$Q = q_1 \cdot t \cdot n, \text{ кг}$$

де q_1 – витрата порошку генератором, кг/с , (для ПГ-50 $q_1 = 1,2$);

t – час гасіння, с (можна прийняти $t=60$);

n – прийнята кількість пінних генераторів.

Необхідна кількість води для утворення піни

$$q_{в.п.} = n \cdot q_2, \text{ л/с}$$

де q_2 – витрата води на утворення піни, яка подається в резервуар пінного генератора, л/с (для ПГ-50 $q_2 = 10$).

Для забезпечення безпеки працюючих велике значення має розрахунок фактичного часу евакуації. Перед розрахунком необхідно накреслити план приміщення і нанести на нього шлях евакуації, який розбивається на окремі розрахункові ділянки. За початкову ділянку приймається прохід між робочими місцями, устаткуванням, рядами стільців і таке інше, найбільш віддалений від евакуаційного виходу. Коли визначаються межі наступних ділянок на шляху руху до евакуаційного виходу, виходять з того, що в межах розрахункової частини шляху не повинна мінятися ширина шляху та не повинно бути злиття потоків. Ділянками шляху є проходи, коридори, драбинні марші, тамбури та ін. Ширина коридору, коли двері відчиняються в його сторону, приймається з урахуванням того, що двері фактично зменшують ширину евакуаційного шляху. У разі одностороннього розташування дверей ширина коридору зменшується на половину ширини дверей, а у разі двохстороннього – на ширину дверей. Довжина шляху по драбині визначається як сумарна довжина її маршів і площадок.

Розрахунок часу евакуації полягає в слідую чому.

Розрахунковий час евакуації визначається як сума часу руху людського потоку по окремих ділянках від найбільш віддалених місць розташування людей до евакуаційного виходу.

За умовою безпеки розрахунковий час евакуації не повинен перевищувати необхідного (нормованого за СНіП 2.01.02-85):

$$T_p = \sum_{i=0}^n T_i \leq T_n$$

У залежності від планування будинку необхідно розрахувати час евакуації по найбільш завантаженому евакуаційному виходу.

Час руху людського потоку на окремих ділянках шляху

$$T_i = \frac{l_i}{V_i},$$

де l_i – довжина частини шляху, м;

V_i – швидкість руху людей, м/хв.

Швидкість можна прийняти по таблиці 4 у залежності від щільності потоку

$$D_i = \frac{N_i f}{l_i b_i}$$

де N_i – кількість людей на ділянці шляху;

f - середня площа горизонтальної проекції людини (можна приймати $f=0,125 \text{ м}^2$);

b_i – ширина ділянки шляху, м.

Таблиця 4

Щільність потоку, $\text{м}^2/\text{м}^2/\text{Д}$	Горизонтальний шлях		Двері	Драбина вниз		Драбина догори	
	швидкість, м/хв	інтенсивність, м/хв	інтенсивність, м/хв	швидкість, м/хв	інтенсивність, м/хв	швидкість, м/хв	інтенсивність, м/хв
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	19,6	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

На інших ділянках шляху швидкість визначається то тій же таблиці у залежності від інтенсивності руху, яку можна розрахувати:

$$q_i = D_i V_i$$

- при зміні ширини ділянки без злиття людських потоків за формулою:

$$q_1 = \frac{q_{i-1} \cdot \delta_{i-1}}{\delta_i}$$

- при зміні декількох людських потоків за формулою:

$$q_1 = \frac{\sum(q_{i-1} \cdot \delta_{i-1})}{\delta_i}$$

Якщо знайдене значення інтенсивності руху більше за максимально допустиме значення $q_{\max}$, то це означає, що на ділянці з'являється скупчення людей, яке викликає затримку руху. У цьому випадку необхідно збільшити ширину ділянки до такого значення, при якому скупчення не з'являється:

$$q_1^{\text{тр}} = \frac{\sum(q_{i-1} \cdot \delta_{i-1})}{q_{\max}}$$

Якщо за економічними або технічними міркуваннями збільшення ширини ділянок неможливо, розрахунковий час евакуації визначається з урахуванням затримки руху, яка з'являється перед межею i -ї ділянки

$$T_i = \frac{l_i}{V_{\text{пр}}} + \Delta T_i,$$

де $V_{\text{пр}}$ – швидкість руху при граничній щільності ($D \geq 0,9$), м/хв;

ΔT_i - час затримки руху на i -ій ділянці, хв:

$$\Delta T_i = N_{\text{if}} \left[\frac{1}{q_{\text{пр}} \delta_i} - \frac{1}{\sum(q_{i-1} \delta_{i-1})} \right]$$

При розрахунках слід приймати наступні значення максимально допустимої інтенсивності руху $q_{\max}$: горизонтальний шлях – 16,5 м/хв; двері – 19,6 м/хв; драбини вниз – 16 м/хв; драбини вгору – 11 м/хв.

Необхідний час евакуації допустимо приймати по таблиці 5 у залежності від об'єму приміщення для громадських споруд I і II ступня вогнестійкості та по таблиці 6 у залежності від категорії виробництва по пожаровибухонебезпеці та об'єму приміщення для виробничих споруд I, II і III ступеня вогнестійкості.

Таблиця 5

Приміщення	Необхідний час евакуації, хв при об'ємі приміщення тис.м ³				
	905	10	20	40	60
Зорові зали в театрах, клубах, будинках культури та інші зали з колосинковою сценою	1,5	2	2,5	2,5	-
Глядацькі, концертні, лекційні зали та зали зборів, виставочні та інші зали без колосникової сцени (кінотеатри, цирку, їдальні та ін.)	2	3	3,5	4	4,5
Торгові зали магазинів	1,5	2	2,5	2,5	-

Таблиця 6

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				

При проміжних об'ємах необхідний час евакуації треба визначити по інтерполяції.

ЗАДАЧА 1.

Побудувати стандартну криву “температура-час” і відмінити на ній температуру для $T = 5; 10; 15$ і 30 хвилин, а також 1; 1,5; 2; 3; 4 і 5 годин. Крім того, пояснити, для чого необхідна ця крива.

ЗАДАЧА 2.

Визначити температуру t годин після початку пожежі:

- 1) у приміщенні;
- 2) на поверхні залізобетонної конструкції, яка має об'ємну вагу γ .

Температура розвивається за стандартним режимом. Початковою температурою задатись самостійно.

№ варіанта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
параметр	30	60	80	90	120	135	150	180	30	60
γ , кг/м ³	1000	1500	2000	2300	2450	1000	1500	2000	2300	2450

№ варіанта	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
параметр	80	90	120	135	150	180	30	60	80	90
γ , кг/м ³	1000	1500	2000	2300	2450	1000	1500	2000	2300	2450

ЗАДАЧА 3.

У приміщенні цеху може статися розлив рідини, мінімальна кількість якої m . Внутрішні розміри цеху $A \times B \times H$. Температура у приміщенні t ... Необхідно визначити, до якої категорії вибухопожежонебезпеки належить виробництво.

ЗАДАЧА 4.

Знайти час, через який на поверхні, що не гріється залізобетонної плити температура дійде до значення t . Товщина плити X , об'ємна вага , температура розвивається за стандартним режимом.

Таблиця до задачі № 3

№вар. парам.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Ацетон	Бензол	Спирт бутиловий	Ксилол	Октан	Стирол	Толуол	Оцтова кислота	Хлор- бензол	Бензин АН-93
m , кг	15	10	13	12	22	11	10	14	20	21
A , м	36	24	48	72	90	36	24	48	72	90
B , м	24	12	36	12	24	12	24	12	36	36
H , м	4	4,5	6	12	10	4,5	6	12	10	4
t , °C	18	20	25	16	22	18	20	25	16	22

№вар. парам.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	Масло трансформаторне	Ацетон	Бензол	Ксилол	Октан	Стирол	Толуол	Хлор- бензол	Бензин АН-93	Масло трансформаторне
m , кг	13	19	13	20	11	20	19	10	10	22
A , м	36	24	72	90	24	16	48	90	72	48
B , м	12	12	36	36	12	24	36	24	12	12
H , м	4,4	6	12	10	4	4,5	6	12	10	4,5
t , °C	18	20	25	16	22	18	20	25	16	22

Таблиця до задачі № 4

№вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
парам.										
$t, ^\circ\text{C}$	120	140	160	180	100	120	140	160	180	100
$X, \text{см}$	4,0	4,5	5,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	4,5
$\gamma, \text{кг/м}^3$	1000	1500	2000	2300	2450	1000	1500	2000	2300	2450

№вар.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
парам.										
$t, ^\circ\text{C}$	100	120	140	160	180	100	120	140	160	180
$X, \text{см}$	5,0	5,5	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5	4,0	4,5	5,0
$\gamma, \text{кг/м}^3$	1000	1500	2000	2300	2450	1000	1500	2000	2300	2450

ЗАДАЧА 5.

Знайти кількість генераторів, порошку та води, які потребуються для гасіння керосину, що знаходиться у резервуарі діаметром d .

№вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
парам.																				
$d, \text{м}$	10	12	16	18	20	25	30	35	40	43	46	11	14	22	27	32	37	41	45	48

ЗАДАЧА 6.

Знайти розрахунковий час t_p евакуації людей з приміщення і порівняти його з необхідним t_n . При необхідності, розрахувати такі параметри евакоходів і евакошляхів, які забезпечать вимогу $t_p \leq t_n$.

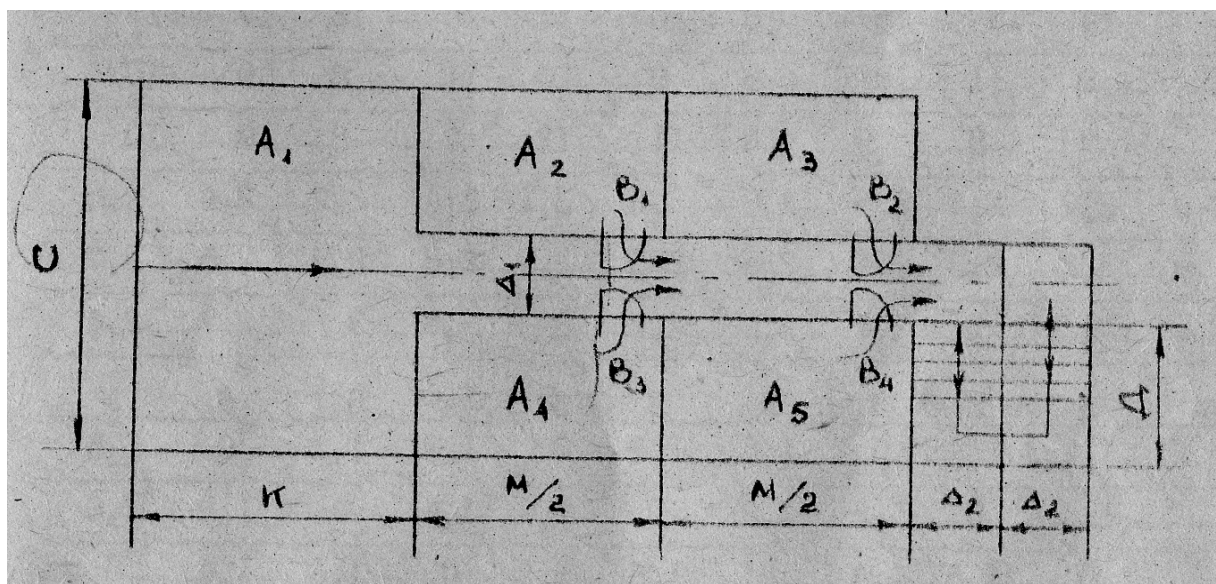
Висота поверху 4,5 м.

Споруда має ступінь вогнестійкості N .

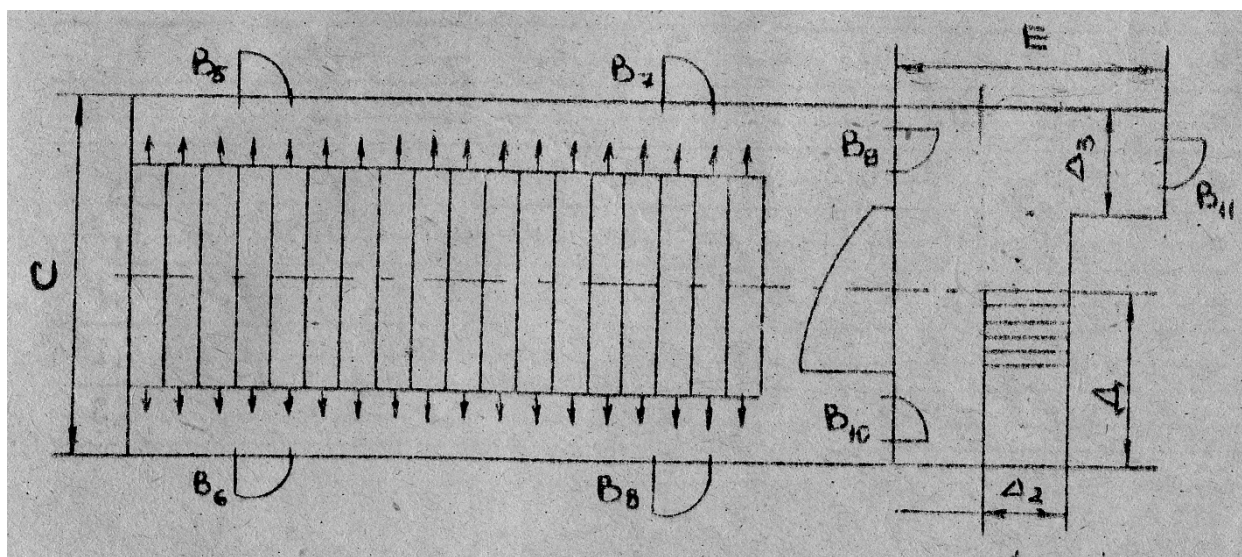
Зал першого поверху має X рядів по Y місць у кожному. Ширина дверей B : (якщо $B = 0$ м, двері зачинені). Ширина проходів Δ_i . Відстань між спинками стільців Z , довжина ряду стільців T . Кількість працюючих у приміщенні другого поверху A ; Категорія виробництва на другому поверсі L .

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
A_1	0	20	25	30	35	40	35	30	25	20	0	20	25	30	35	40	35	30	25	0
A_2	8	6	0	10	8	0	12	18	0	12	14	0	10	10	0	14	10	0	12	14
A_3	6	0	14	10	0	14	11	0	12	10	0	16	12	0	12	4	0	10	12	0
A_4	0	10	12	0	6	18	-	4	18	0	12	16	0	8	8	0	8	12	0	16
A_5	12	0	8	8	12	0	12	6	10	0	14	10	18	0	6	0	12	0	10	20

2-й поверх



1-й поверх



№вар. парам.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
N	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I
X	18	19	20	21	18	19	20	21	18	19
Y	16	17	18	19	20	16	17	18	19	20
Z, м	0,9	1,0	1,1	1,1	0,9	1,0	1,0	1,1	0,9	0,9
T, м	9,6	10,2	10,8	11,4	12,0	9,6	10,2	10,8	11,4	12,0
c, м	13,6	14	14,5	15	16	15	16,5	17	16	15,5
к, м	15	14	16	12	10	11	12	10	12	13
M, м	14	15	16	18	20	21	20	16	17	17
Д, м	9	11	10	8	9	10	11	8	9	10
E, м	7	8	9	10	11	12	7	8	9	10
Δ ₁ , м	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	2,2	2,4	2,6
Δ ₂ , м	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	2,8	2,7
Δ ₃ , м	3,5	3	2,7	2,6	2,7	3	3,5	3	2,7	2,6
L	A	Б	B	A	Б	B	A	Б	B	A
B ₁ , м	1,2	1,4	0	1,6	1,2	0	1,2	1,2	0	1,6
B ₂ , м	1,4	0	1,2	1,2	0	1,4	1,4	0	1,2	1,6
B ₃ , м	0	1,6	1,4	0	1,6	1,6	0	1,6	1,4	0
B ₄ , м	1,6	0	1,6	1,4	1,4	0	1,6	1,4	1,6	0
B ₅ , м	0		0	1,8	1,9	2,0	1,8	1,8	2,0	1,7
B ₆ , м	2,0	0	1,6	1,8	0	2,0	1,7	1,8	2,0	0
B ₇ , м	2,0	1,6	0	1,8	1,9	2,0	0	1,8	0	1,7
B ₈ , м	2,0	1,6	1,6	0	1,9	2,0	1,7	0	0	1,7
B ₉ , м	2,0	2,2	2,3	1,9	0	2,2	0	2,0	1,9	2,1
B ₁₀ , м	2,0	2,2	2,2	1,9	2,2	0	2,0	2,0	1,9	2,1
B ₁₁ , м	2,2	2,3	2,4	2,3	2,2	2,3	2,4	2,3	2,2	2,3

№вар. парам.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
N	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I
X	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Y	16	17	18	19	20	16	17	18	19	20
Z, м	1,1	1,0	1,0	0,9	1,0	1,1	1,1	1,0	0,9	0,9
T, м	9,6	10,2	10,8	11,4	12,0	9,6	10,2	10,8	11,4	12,0
c, м	17	17	15	15,5	15,5	14,5	15	16,5	16	15,5
к, м	13	18	14	17	18	20	18	17	19	21
M, м	18	13	17	14	8	12	10	14	10	8
Д, м	11	8	9	10	11	8	9	10	11	8
E, м	11	12	8	9	10	11	12	8	9	10
Δ ₁ , м	2,8	3,0	3,2	3,4	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2
Δ ₂ , м	2,6	2,5	2,4	2,3	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7
Δ ₃ , м	2,7	3	3,5	3	2,7	2,6	2,7	3	3,5	3
L	B	B	A	B	B	A	B	B	A	B
B ₁ , м	1,2	0	1,6	1,4	0	1,2	1,6	0	1,6	1,2
B ₂ , м	0	1,4	1,4	0	1,4	1,6	0	1,4	1,4	0
B ₃ , м	1,4	1,2	0	1,2	1,6	0	1,4	1,2	0	1,6
B ₄ , м	1,6	0	1,6	1,4	1,4	0	1,6	1,4	1,6	0
B ₅ , м	0	2,0	1,7	1,8	2,0	1,9	1,7	1,6	2,1	2,0
B ₆ , м	1,6	0	1,7	1,8	2,0	1,9	1,7	1,6	2,1	2,0
B ₇ , м	1,6	2,0	0	1,8	2,0	1,9	1,7	1,6	2,1	2,0
B ₈ , м	1,6	2,0	1,7	0	2,0	1,9	1,7	1,6	2,1	2,0
B ₉ , м	0	2,0	2,2	1,9	0	2,0	2,1	2,2	2,0	1,9
B ₁₀ , м	2,2	2,0	0	1,9	2,1	0	0	0	0	1,9
B ₁₁ , м	2,4	2,3	2,2	2,3	2,2	2,4	2,3	2,4	2,2	2,4

ЛІТЕРАТУРА

1. Золотницький Н.Д., Пчелинцев В.А. Охрана труда в строительстве. – М.: Высшая школа, 1978.
2. Кобевник В.Ф. Охрана труда. – Київ: Вища школа, 1990.
3. Орлов Г.Г. Охрана труда в строительстве. – М.: Высшая школа, 1984.
4. Пчелинцев В.А. и др. Охрана труда в производстве строительных изделий и конструкций. – М.: Высшая школа, 1986.
5. Русин В.И. и др. Охрана труда в строительстве. Инженерные решения. Справочник. – Киев: Будівельник, 1990.
6. Сборник противопожарных норм и правил строительного проектирования / Сост. В.В.Денисенко. – 4-е изд., перераб. и доп. – Л.: Будівельник, 1990.
7. Филиппов В.И. Охрана труда при эксплуатации строительных машин. – М.: Высшая школа, 1984.
8. ГОСТ 12.1.004-85. Пожарная безопасность. Общие требования.
9. ГОСТ 12.1.033-81. Пожарная безопасность. Термины и определения (переиздан в 1985 г.).
10. ГОСТ 12.1.010-76. Взрывобезопасность. Общие требования (переиздан в 1985 г.).
11. ГОСТ 12.1.044-84. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения(переиздан в 1985г.).
12. Общесоюзные нормы технологического проектирования (ОНТП 24-86), 1986.
13. Строительные нормы и правила. СНиП 2.01.02-85. Противопожарные нормы. М., 1986.
14. Строительные нормы и правила. СНиП 2.09.02-85. Производственные здания. М., 1986.
15. Строительные нормы и правила. СНиП 2.01.02-85. Противопожарные нормы. М., 1986 (расчет эвакуационных путей).

16. Строительные нормы и правила. СНиП 2.09.03-85. Сооружения промышленных предприятий. М., 1986.
17. Кудлаенко В.Д. Пожарная профилактика в строительстве. М., Высшая инженерная пожарно-техническая школа МВД СССР, 1985.