

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»  
АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ ІНСТИТУТ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
Директор АДІ ДВНЗ «ДонНТУ»  
М. М. Чальцев

2014 р.

Кафедра «Екологія та безпека життєдіяльності»

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ  
З ДИСЦИПЛІНИ «БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ»  
(ДЛЯ СТУДЕНТІВ УСІХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ)**

**00/00-0000-00**

«РЕКОМЕНДОВАНО»

Навчально-методична комісія  
факультету «Автомобільні  
дороги»

Протокол №

від

2014 р.

«РЕКОМЕНДОВАНО»

Кафедра

«Екологія та безпека  
життєдіяльності»

Протокол № \_\_\_\_

від

2014 р

УДК 50(07)

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Безпека життєдіяльності» (для студентів усіх спеціальностей) [Електронний ресурс] / укладачі: С. П. Висоцький, О. В. Грабар, В. О. Кутовий. – Електрон. дані: – Горлівка: ДВНЗ «ДонНТУ» АДІ, 2014. – 1 електрон. опт. диск (CD-R); 12 см. – Системні вимоги: Pentium; 32 MB RAM; WINDOWS 98/2000/NT/XP; MS Word 97–2000. – Назва з титул. екрану.

Укладачі:

Висоцький С. П., д.т.н., проф.  
Грабар О. В., к.т.н., доц.  
Кутовий В. О.

Відповідальний за випуск:

Висоцький С. П., д.т.н., проф.

Рецензент:

Герасименко В. Г., к.т.н., доц.  
каф. «БіЕАД»

© Державний вищий навчальний заклад  
«Донецький національний технічний університет»  
Автомобільно-дорожній інститут, 2014

**ЗМІСТ**

ПРАКТИЧНА РОБОТА №1 ПРИРОДНЕ ОСВІТЛЕННЯ .....	4
1.1 Вступ.....	4
1.2 Визначення абсолютного та відносного освітлення .....	4
1.3 Визначення потрібної площі вікон.....	7
ПРАКТИЧНА РОБОТА №2 ШТУЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ .....	11
2.1 Основні положення розрахунку штучного освітлення .....	12
2.2 Приклад розрахунку .....	17
ПРАКТИЧНА РОБОТА №3 ДОСЛІДЖЕННЯ ЕВАКУАЦІЙНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ВИРОБНИЧИХ БУДІВЕЛЬ .....	19
3.1 Вступ.....	19
3.2 Визначення розрахункового часу евакуації .....	19
3.3 Визначення необхідного часу евакуації .....	23
3.4 Приклад розрахунку евакуації людей із приміщень будівель різного призначення.....	24
ПРАКТИЧНА РОБОТА №4 ДОСЛІДЖЕННЯ ЕВАКУАЦІЙНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ПОБУТОВИХ ПРИМІЩЕНЬ.....	28
ПРАКТИЧНА РОБОТА №5 ПОПЕРЕДЖЕННЯ ВИБУХІВ, ПОЖЕЖ І ОТРУЄННЯ ЛЮДЕЙ ПРИ РОЗЛИВІ ЛЕГКОЗАЙМИСТИХ.....	32
5.1 Основні положення.....	32
5.2 Приклад розрахунку .....	36
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 6 РОЗРАХУНОК ЗАГАЛЬНООБМІННОЇ ВЕНТИЛЯЦІЇ ВИРОБНИЧОГО ПРИМІЩЕННЯ.....	38
ПРАКТИЧНА РОБОТА №7 РОЗРАХУНОК ВЕНТИЛЯЦІЙНОГО ОБ'ЄМУ ПОВІТРЯ.....	41
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	44

## **ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1 «ПРИРОДНЕ ОСВІТЛЕННЯ»**

**Мета роботи:** освоїти методику виконання світлотехнічних розрахунків природного виробничого освітлення.

### **1.1 Вступ**

Проектування виробничого освітлення поділяється на три частини: світлотехнічну, електричну й кошторисно-економічну. Основними задачами світлотехнічної частини є вибір системи освітлення, виду світильників і джерела світла, визначення їх раціональної кількості, потужності, світлорозподілу й розміщення у виробничих приміщеннях.

Раціонально спроектоване освітлення приміщень дозволяє підвищити якість, продуктивність та безпеку праці. Правильно спроектоване освітлення зменшує кількість нещасних випадків. Дослідження показують, що при правильному освітленні продуктивність труда підвищується приблизно на 15 %.

Неправильне освітлення чинить шкоду зору працюючих, може бути причиною таких захворювань, як короткозорість, різь в очах, катаракта, головні болі; знижує розумову й фізичну працездатність, збільшує кількість помилок у виробничих процесах, аварій і нещасних випадків, особливо в осінньо-зимові місяці, по мірі збільшення використання штучного освітлення. Освітлення, що відповідає технічним і санітарно-гігієнічним нормам, називається раціональним.

У виробничих приміщеннях використовується природне й штучне освітлення. Природне освітлення полягає у проникненні всередину будівлі сонячного світла через вікна й верхні світлові ліхтарі та істотно відрізняється від штучного за своєю інтенсивністю, спектральним составом, а також більш сприятливим біологічним впливом на людину й бактерицидною дією на приміщення, що освітлюється.

### **1.2 Визначення абсолютного та відносного освітлення**

Зовнішнє освітлення не постійне й визначається висотою сонця над горизонтом, станом хмарності, прозорістю атмосфери та станом земного покриву (від снігу, зелені й т.д.). Величина зовнішнього освітлення (не враховуючи самих ранніх й пізніх часів) дорівнює для зимових місяців від 2 до 25000 лк, для літніх – від 5 до 25000 лк. Тому освітленість у приміщенні

нормується не по абсолютній величині, а по відносній – коефіцієнту природної освітленості  $K_{ПО}$ .

У закритих приміщеннях світлове середовище істотно денатуроване, а природні оптичні фактори ослаблені, так як світлопрорізи складають відносно невелику частину огорожень, пропускаючи близько 50 % світла, що падає на них, і лише незначну долю ультрафіолетового випромінювання, що володіє бактерицидною дією.

Ступінь освітленості природним світлом усередині приміщень залежить від пори дня й року, стану погоди, а також місця розташування приміщення й планування будівлі, орієнтації вікон, числа й величини віконних прорізів.

Для забезпечення повноцінного світлового середовища у виробничих приміщеннях діючими нормами та правилами (СНіП 11-4-79 «Природне і штучне освітлення. Норми проектування») регламентується мінімальна величина коефіцієнта природної освітленості ( $K_{ПО}$ ), режим і тривалість інсоляції.

Коефіцієнт природної освітленості в будь-якій точці приміщення величина постійна, так як природна освітленість у цій точці, при будь-яких зовнішніх умовах, знаходиться в прямій та постійній залежності від зовнішнього освітлення.

$$K_{ПО} = \frac{E_{ВН}}{E_3} \cdot 100 \%, \quad (1.1)$$

де  $E_{ВН}$  – освітлення в даній точці приміщення, лк;

$E_3$  – одночасна освітленість зовнішньої точки, що знаходиться на горизонтальній площині, яка освітлена розсіяним світлом усього небозводу, лк.

Нормативне значення  $K_{ПО}$  для приміщень, розташованих у I, II, IV, V світлових поясах визначаються за формулою:

$$K_{ПОН}^{I,II,IV,V} = K_{ПОН}^{III} \cdot m \cdot C_k, \quad \%, \quad (1.2)$$

де  $K_{ПОН}^{III}$  – нормоване значення для III поясу світлового клімату (таблиця 1.1);

$m$  – коефіцієнт світлового клімату, що дорівнює:

I пояс –  $m = 1,2$ ;

II пояс –  $m = 1,1$ ;

IV пояс –  $m = 0,9$ ;

V пояс –  $m = 0,8$ .

$C_k$  – коефіцієнт сонячності клімату (табл. 1.2).

Таблиця 1.1 – Нормовані значення  $K_{ПОН}$ 

Приміщення, пости й виробничі ділянки	Характеристика зорової роботи	Розряд зорової роботи	Нормоване значення $K_{ПОН}$ , %	
			При верхньому або верхньому й боковому освітленні	При боковому освітленні
Миття та прибирання автомобілів	Груба	VI	2,0	0,5
ЩО (щоденне обслуговування) автомобілів	Загальне спостереження за ходом виробничого процесу	VIII	1,0	0,3
ТО та ПР (технічного обслуговування та поточного ремонту), деревообробний, оббивний, шиномонтажний	Малої точності	Va	3,0	1,0
Ремонту електрообладнання, ремонту приборів живлення, моторний, агрегатний, слюсарно-механічний	Середньої точності	IVa	4,0	1,5
Ковальсько-ресорний, зварювальний, бляхарський, акумуляторний, ремонту приладів живлення, компресорна	Середньої точності	IVб	4,0	1,5

Примітка: дані таблиці розраховані при  $E_3 = 5000$  лк

Таблиця 1.2 – Значення коефіцієнта сонячності клімату  $C_k$ 

Пояс світлового клімату		При світлових прорізах, що орієнтовані по сторонах горизонту (азимут)						У зенітних фонарях
		У зовнішніх стінах будівель			У прямокутних і трапецієподібних ліхтарях			
		136–225°	226–315° 46–135°	316–45°	69–113° 249–293°	24–68° 114–158° 204–248° 294–338°	159–203° 339–203°	
I		0,9	0,95	1	1	1	1	1
II		0,85	0,9	1	0,95	1	1	1
IV	Північніше 50° п. ш.	0,75	0,8	1	0,85	0,9	0,95	0,9
	50° п. ш. та південніше	0,7	0,75	0,95	0,8	0,85	0,99	0,85
V	Північніше 40° п. ш.	0,65	0,7	0,9	0,75	0,8	0,85	0,75
	40° п. ш. та південніше	0,6	0,65	0,85	0,7	0,75	0,8	0,65

### 1.3 Визначення потрібної площі вікон

Потрібна для заданих виробничих умов площа вікон визначається за формулами:

– при боковому освітленні приміщень

$$S_0 = \frac{S_0 \cdot K_{\text{ПОН}} \cdot k_3 \cdot \eta_0}{100 \cdot \tau_0 \cdot r_1} \cdot K_{3Д}, \text{ м}^2, \quad (1.3)$$

– при верхньому освітленні приміщень

$$S_{\text{Л}} = \frac{S_{\text{П}} \cdot K_{\text{ПОН}} \cdot k_3 \cdot \eta_{\text{Л}}}{100 \cdot \tau_0 \cdot r_2 \cdot k_{\text{Л}}}, \text{ м}^2, \quad (1.4)$$

де  $S_0$  – площа світлових прорізів (у світі) при боковому освітленні,  $\text{м}^2$ ;

$S_{\text{Л}}$  – площа світлових ліхтарів (у світі) при верхньому освітленні,  $\text{м}^2$ ;

$S_{\text{П}}$  – площа підлоги приміщення,  $\text{м}^2$ ;

$K_{ПОН}$  – нормоване значення коефіцієнта природної освітленості;

$k_3$  – коефіцієнт запасу, який враховує зниження  $K_{ПОН}$  в освітленості у процесі експлуатації, внаслідок забруднення пилом, кіптявою та іншими аерозолями й старіння світлопрозорих заповнень у світових прорізах, а також зниження віддзеркалювальних властивостей поверхонь приміщення ( $k_3 = 1,3 \dots 2,0$ );

$\eta_0$  – світлова характеристика вікон, ( $\eta_0 = 6,5 \dots 66$ );

$k_{3\partial}$  – коефіцієнт, який ураховує затінення вікон будівлями, що стоять навпроти ( $k_{3\partial} = 1,0 \dots 1,7$ );

$\tau_0$  – загальний коефіцієнт світлопроникності, що визначається за формулою:

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5, \quad (1.5)$$

де  $\tau_1$  – коефіцієнт, світлопроникності матеріалу (табл. 1.3);

$\tau_2$  – коефіцієнт, що враховує втрати світла у плетінні світлопрорізу (табл. 1.3);

$\tau_3$  – коефіцієнт, що враховує втрати світла в несучих конструкціях (при боковому світлі  $\tau_3 = 1$ ; при верхньому світлі  $\tau_3 = 0,8 \dots 0,9$ );

$\tau_4$  – коефіцієнт, що враховує втрати світла в сонцезахисних пристроях (при боковому світлі  $\tau_4 = 1$ ; при верхньому світлі  $\tau_4 = 0,6 \dots 1,0$ );

$\tau_5$  – коефіцієнт, що враховує втрати світла в захисній сітці, яка встановлена під ліхтарями ( $\tau_5 = 0,9$ );

$r_1$  – коефіцієнт, що враховує підвищення  $K_{ПО}$  при боковому освітленні, завдяки світлу, яке віддзеркалюється від поверхонь приміщення й шару, що підстилається та прилягає до будівлі: залежить від співвідношення  $B/h$ ,  $l/B$ ,  $L/B$ , коефіцієнтів віддзеркалювання стелі, підлоги, стін (рис. 1.1, табл. 1.4);

$\eta_L$  – світлова характеристика ліхтаря або світлового прорізу в площині покриття, ( $\eta_L = 3,4 \dots 16$ );

$r_2$  – коефіцієнт, що враховує підвищення  $K_{ПО}$  при верхньому освітленні, завдяки світлу, що віддзеркалюється від поверхонь приміщення;

$k_L$  – коефіцієнт, що враховує тип ліхтаря ( $k_L = 1,0 \dots 1,4$ ).

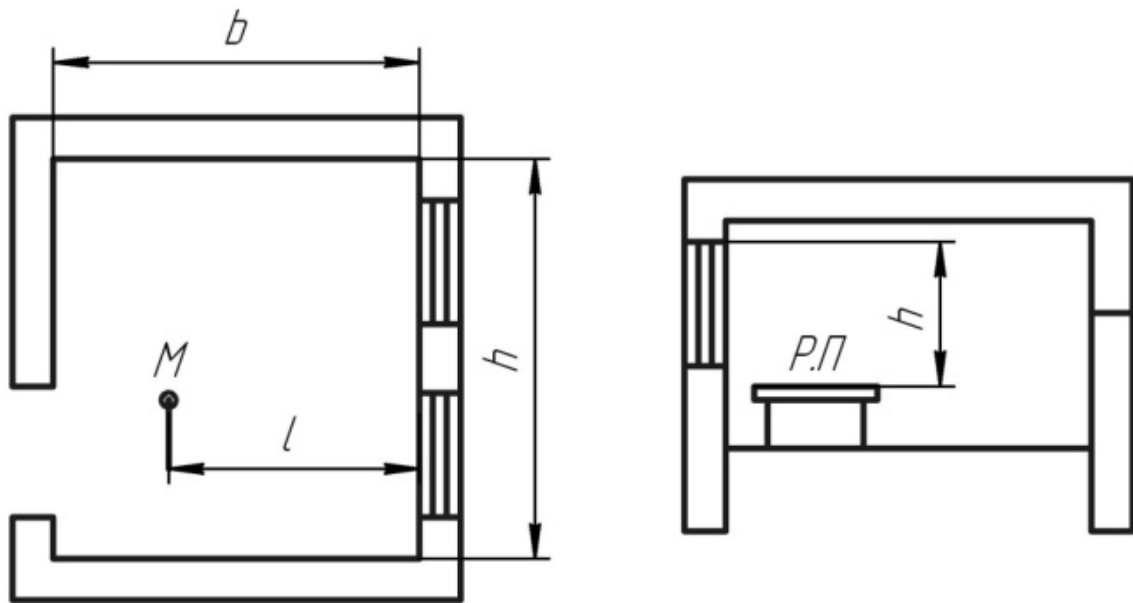


Таблиця 1.3 – Значення коефіцієнтів світлопропускання  $\tau_1$ ,  $\tau_2$ 

Вид світлопропускаючого матеріалу	$\tau_1$	Вид плетіння	$\tau_2$
Скло листове: – одинарне; – подвійне; – потрійне	0,9 0,8 0,75	Плетіння вікон і ліхтарів промислових будівель: а) дерев'яні: – одинарні; – спарені; – подвійні розділені	0,75 0,7 0,6
Скло листове візерункове або армоване	0,6		
Скло, що відбиває тепло з плівковим покриттям: – титановим; – олово-сурм'яним; – кобальтовим	0,7 0,65 0,65		
Склопластик листовий, плоский або хвилястий: – безбарвний; – слабо пофарбований; – інтенсивно пофарбований	0,75 0,6 0,5	Плетіння вікон житлових і громадських будівель: – одинарні; – спарені; – подвійні роздільні	0,8 0,75 0,65
Органічне скло: – прозоре; – матове	0,9 0,5		

Таблиця 1.4 – Значення коефіцієнту  $r_1$ 

Відношення глибини приміщення $B$ до висоти від рівня умовної робочої поверхні до верху вікна	Відношення відстані $l$ розрахункової точки від зовнішньої стіни до глибини приміщення $B$	$r_1$ при боковому однобічному освітленні								
		Середньозважений коефіцієнт віддзеркалювання $\rho_{cp}$								
		0,5			0,4			0,3		
		Відношення ширини приміщення $L$ до його глибини $B$								
		0,5	1	2 і більше	0,5	1	2 і більше	0,5	1	2 і більше
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1–1,5	0,1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1,05	1	1
	0,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1
	1	2,1	1,9	1,5	1,8	1,6	1,3	1,4	1,3	1,32
Більше 1,5–2,5	0,1	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1	1
	0,3	1,3	1,3	1,2	1,1	1,15	1,1	1,15	1,1	1,05
	0,5	1,85	1,6	1,3	1,5	1,35	1,2	1,3	1,2	1,1
	0,7	2,45	2,15	1,7	2	1,7	1,4	1,55	1,4	1,25
Більше 2,5–4	0,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1	1	1	1	1
	0,2	1,15	1,1	1,05	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1,05
	0,3	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1	1,1	1,1	1,05
	0,4	1,35	1,25	1,2	1,2	1,15	1,1	1,15	1,1	1,1
	0,5	1,6	1,45	1,3	1,35	1,25	1,2	1,25	1,15	1,1
	0,6	2	1,75	1,45	1,6	1,45	1,3	1,4	1,3	1,2
	0,7	2,6	2,2	1,7	1,9	1,7	1,4	1,6	1,5	1,3
	0,8	3,6	3,1	2,4	2,35	2,0	1,55	1,9	1,7	1,4
	0,9	5,3	4,2	3	2,9	2,45	1,9	2,2	1,85	1,5
	1	7,2	5,4	4,3	3,6	3,1	2,4	2,6	2,2	2,7
Більше 4	0,1	1,2	1,15	1,1	1,1	1,1	1,05	1,05	1,05	1
	0,2	1,4	1,3	1,2	1,2	1,15	1,1	1,1	1,05	1,05
	0,3	1,75	1,5	1,3	1,4	1,3	1,2	1,25	1,2	1,1
	0,4	2,4	2,1	1,8	1,6	1,4	1,3	1,4	1,3	1,2
	0,5	3,4	2,9	2,5	2	1,8	1,5	1,7	1,5	1,3
	0,6	4,6	1,8	3,1	2,4	2,1	1,8	2	1,8	1,5
	0,7	6	4,7	3,7	2,9	2,6	2,1	2,3	2	1,7
	0,8	7,4	5,8	4,7	3,4	2,9	2,4	2,6	2,3	1,9
	0,9	9	7,1	5,6	4,3	3,6	3	3	2,6	2,1
1	10	7,3	5,7	5	4,1	3,5	3,5	3	2,5	



$L$  – ширина приміщення;  $B$  – глибина приміщення;  $M$  – контрольна точка;  $l$  – відстань від наріжної стіни до точки  $M$ ;  $h$  – відстань від рівня умовної робочої поверхні до верху вікна  $Р.П.$  – робоча поверхня

Рисунок 1.1 – Схема приміщення до світлотехнічного розрахунку

## ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2 «ШТУЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ»

**Мета роботи:** освоїти методику виконання світлотехнічних розрахунків штучного виробничого освітлення.

### 2.1 Основні положення розрахунку штучного освітлення

У залежності від освітлюваної поверхні штучне освітлення поділяється на:

- загальне, призначено для освітлення всього робочого приміщення, включаючи проходи, проїзди;
- місцеве, призначено лише для освітлення робочої поверхні;
- комбіноване, що складається з місцевого й загального освітлення; необхідне мінімальне освітлення створюється загальним рівномірним освітленням, а низько встановлені над робочим місцем лампи освітлення збільшують освітленість до необхідної.

У залежності від застосованих джерел світла освітлювальні установки поділяються на системи з лампами розжарювання та з газорозрядними джерелами світла.

Відомо три методи розрахунку штучного освітлення: метод коефіцієнта використання світлового потоку, точковий метод, метод розрахунку за питомою потужністю. Метод коефіцієнта використання світлового потоку використовується для розрахунку освітлення горизонтальних робочих поверхонь при рівномірному їх освітленні. Розрахунок виконують за формулою:

$$F = \frac{E_H \cdot S \cdot K_3 \cdot z \cdot 100}{n \cdot N \cdot \eta}, \text{ лм,} \quad (2.1)$$

де  $F$  – світловий потік лампи, лм (табл. 2.3 і 2.4);

$E_H$  – нормативна освітленість, лк (табл. 2.1);

$S$  – площа освітлюваного приміщення, м<sup>2</sup>;

$K_3$  – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості через забруднення й старіння лампи (табл. 2.2);

$z$  – коефіцієнт нерівномірності освітлення, ( $z = 1, 1,1 \dots 1,5$ );

$n$  – число ламп у світильнику;

$N$  – число світильників;

$\eta$  – коефіцієнт використання світлового потоку, що визначений за табл. 2.5 і 2.6 в залежності від віддзеркалювання від стелі, стін і робочої поверхні й світлового індексу приміщення  $i$ , який визначається за формулою:

$$i = \frac{L \cdot B}{H_p \cdot (L + B)}, \quad (2.2)$$

де  $L$  – довжина приміщення, м;

$B$  – ширина приміщення, м;

$H_p$  – висота світильників над робочою поверхнею, м.

Таблиця 2.1 – Нормативна освітленість робочих поверхонь на автотранспортних підприємствах при штучному освітленні

Приміщення, пости й виробничі ділянки	Розряд та підрозряд зорової роботи	Нормативне значення освітленості $E_H$ , лк	
		при газорозрядних лампах	при лампах розжарювання
Миття та прибирання автомобілів	VI	150	150
ЩО автомобілів	VIIIa	75	30
ТО і ПР, деревообробний, оббивний, шиномонтажний	Va	200	150
Ремонту електрообладнання, ремонту приборів живлення, моторний, агрегатний, слюсарно-механічний	IVa	300	200
Ковальсько-ресорний, зварювальний, бляхарський, акумуляторний, ремонту приладів живлення, компресорна	IVб	200	150

Таблиця 2.2 – Коефіцієнт запасу  $K_3$

Характеристика об'єкта	$K_3$ при лампах розжарювання	$K_3$ при газорозрядних лампах
Приміщення з високим виділенням пилу, диму, кіптяви	1,7	2,0
Приміщення з середнім виділенням пилу, диму, кіптяви	1,5	1,8
Приміщення з малим виділенням пилу, диму, кіптяви	1,3	1,5
Зовнішнє освітлення світильниками	1,3	1,5
Прожекторне освітлення	1,5	–

Таблиця 2.3 – Характеристики газорозрядних ламп

Тип лампи	Потужність, Вт	Світловий потік, лм	Тип лампи	Потужність, Вт	Світловий потік, лм
Люмінесцентні лампи			Ртутні лампи високого тиску		
ЛДЦ-15	15	500	ДРЛ-80	80	3200
ЛД-15		590	ДРЛ-125	125	5600
ЛХБ-15		670	ДРЛ-250	250	12500
ЛТБ-15		700	ДРЛ-400	400	22000
ЛБ-15		760	ДРЛ-700	700	35000
ЛДЦ-20	20	820	Негалогенні лампи		
ЛД-20		920	ДРИ-250	250	16000
ЛХБ-20		935	ДРИ-500	500	37500
ЛБ-20		975	ДРИ-700	700	58000
ЛТБ-20		1180			
ЛДЦ-30	30	1450	Натрієві лампи високого тиску		
ЛД-30		1640			
ЛХБ-30		1720	ДнаТ-400	400	36000
ЛТБ-30		1720			
ЛБ-30		2100			
ЛДЦ-40	40	2100			
ЛД-40		2340			
ЛХБ-40		2600			
ЛТБ-40		2580			
ЛБ-40		3000			
ЛДЦ-65	65	3050			
ЛД-65		3570			
ЛХБ-65		3820			
ЛТБ-65		3980			
ЛБ-65		4550			
ЛДЦ-80	80	3600			
ЛД-80		4250			
ЛХБ-80		4440			

Таблиця 2.4 – Характеристика ламп розжарювання

Тип лампи	Потужність, Вт	Світловий потік, лм	Тип лампи	Потужність, Вт	Світловий потік, лм
B220-15	15	105	Г220-150	150	2000
B220 -25	25	220	Б220-150	150	2100
Б220-40	40	400	Г220-200	200	2800
БК220-40	40	460	Б220-200	200	2920
Б220-60	60	715	Г220-300	300	4600
БК220-60	60	790	Г220-500	500	8300
Б220-100	100	1350	Г220-750	750	13100
БК220-100	100	1450	Г220-1000	1000	18600

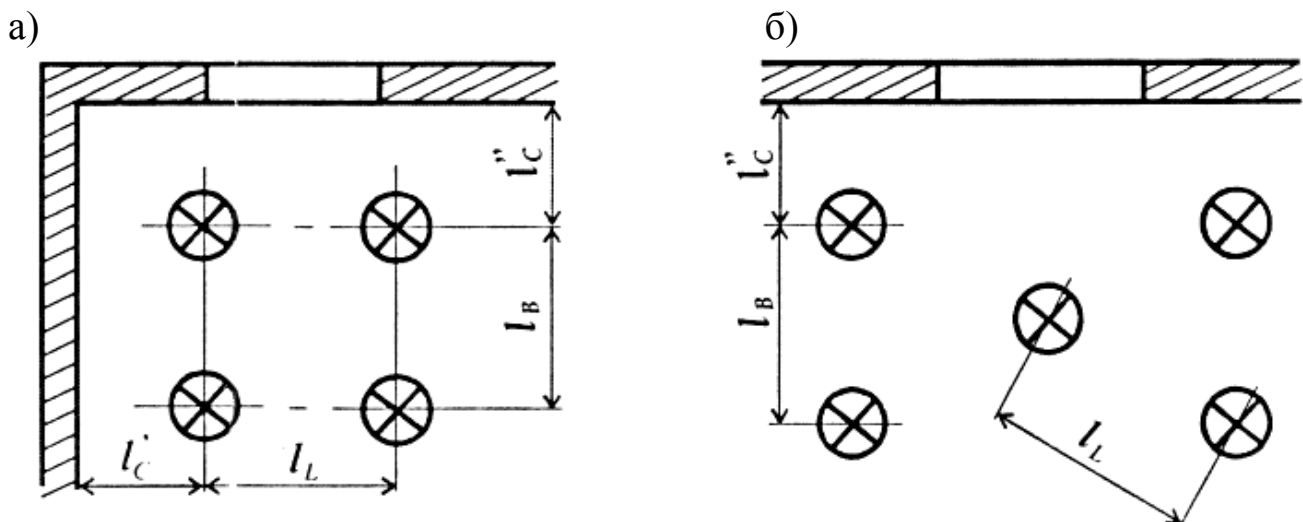
Обрані параметри освітлювальної установки не повинні відрізнятися від результатів розрахунку більш ніж  $\Delta = -10...+20\%$ , у протилежному випадку необхідно або збільшити число ламп, або їх потужність.

Розміщатися світильники в приміщенні можуть або в прямокутному порядку або в шаховому (рис 2.1).

Рекомендовані значення:

$$l'_c = \left( \frac{1}{3} - \frac{1}{2} \right) l_L;$$

$$l''_c = \left( \frac{1}{3} - \frac{1}{2} \right) l_B.$$



а) прямокутне розміщення світильників; б) шахове розміщення світильників

Рисунок 2.1 – Схеми розміщення світильників

Таблиця 2.5 – Значення коефіцієнта використання світлового потоку світильників із лампами розжарювання, %

$i$	СЗЛ					СУ					ПСХ					ПНП					Н4Б-300 з відбивачем					В4А-200 з відбивачем														
	$\rho_n$	$\rho_c$	$\rho_p$																																					
	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0	70	70	50	30	0
	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0	50	50	30	10	0
	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0
0,5	31	29	27	25	24	20	18	16	14	12	19	18	13	9	7	22	20	14	10	9	31	29	25	22	21	19	18	15	12	12										
0,6	38	36	33	30	29	33	32	25	21	19	24	23	16	12	10	25	24	18	14	12	34	32	28	25	24	22	21	17	14	14										
0,7	42	40	36	34	33	47	43	38	33	31	28	27	19	14	12	30	27	21	18	17	37	35	31	28	27	24	23	19	17	16										
0,8	46	44	39	36	35	51	48	42	38	36	30	29	21	16	13	33	30	24	20	20	40	38	33	31	30	27	25	21	19	18										
0,9	48	46	41	39	38	53	50	44	40	38	33	31	23	18	15	36	33	26	22	21	43	40	36	33	32	29	27	22	21	20										
1,0	50	48	43	41	40	56	52	46	42	40	35	33	25	20	16	38	35	27	24	22	45	42	38	35	34	30	28	24	22	21										
1,1	52	49	44	42	41	58	54	48	44	45	37	35	26	21	17	40	37	29	25	23	47	44	40	37	36	32	30	26	24	23										
1,25	54	51	47	44	43	61	57	51	47	45	40	37	28	23	19	42	39	31	27	25	50	46	42	39	38	34	32	28	25	24										
1,5	57	53	50	47	46	66	61	55	51	49	43	40	31	25	21	46	42	34	30	27	53	49	45	43	42	38	35	31	28	27										
1,75	60	55	52	49	48	69	64	59	54	52	46	42	34	28	23	49	44	37	32	29	56	51	47	45	44	40	37	33	30	29										
2,0	62	56	53	51	50	73	66	62	57	55	49	44	36	30	25	51	46	40	34	30	58	52	49	47	46	42	38	35	32	31										
2,25	64	58	55	53	51	75	68	64	60	58	51	46	38	32	26	53	48	42	36	32	60	54	51	48	47	43	39	36	34	33										
2,5	65	59	56	54	52	78	70	65	62	60	53	47	39	33	28	55	50	44	38	33	61	55	52	50	48	45	40	37	35	34										
3,0	68	61	58	56	54	81	73	68	65	63	56	50	42	36	30	59	53	46	40	36	63	56	53	51	50	47	42	39	37	36										
3,5	70	62	59	58	56	84	74	70	67	65	59	52	44	38	32	61	55	48	42	38	65	57	55	53	51	49	43	41	39	38										
4,0	71	63	60	58	57	86	76	72	69	67	61	53	46	40	34	63	56	49	44	40	66	58	56	54	52	50	44	42	40	39										
5,0	72	63	61	59	58	88	77	74	71	69	63	55	48	42	36	65	57	50	46	41	68	59	57	55	54	52	46	43	41	40										

Примітка:  $\rho_n$ ,  $\rho_c$ ,  $\rho_p$  – коефіцієнти віддзеркалювання стелі, стін і підлоги відповідно, %



Таблиця 2.6 – Значення коефіцієнта використання світлового потоку світильників із газорозрядними лампами, %.

$i$	ОДР					ПВЛ-1					ВОД, ВЛВ, ВЛН					ВЛО				СДДРЛ				СЗ4ДРЛ			
$\rho_n$	70	70	50	30	0	70	70	50	50	0	70	70	50	50	0	70	70	50	30	70	70	50	30	70	70	50	30
$\rho_c$	50	50	30	10	0	50	50	50	30	0	50	50	50	30	0	50	50	30	10	50	50	30	10	50	50	30	10
$\rho_p$	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0	30	10	10	10	0	30	10	10	10	30	10	10	10	30	10	10	10
0,5	29	28	24	21	19	18	17	13	10	9	19	18	17	14	10	24	21	18	15	31	30	25	21	36	35	31	28
0,6	33	32	27	24	23	23	22	17	13	12	23	22	20	17	13	27	26	22	19	37	36	30	26	44	42	37	34
0,7	37	35	30	27	26	26	25	20	16	14	26	25	24	20	16	31	29	25	22	42	39	33	30	50	47	42	39
0,8	40	38	33	29	29	29	28	22	18	16	29	27	26	22	18	34	32	28	25	45	43	37	33	54	51	46	43
0,9	43	41	36	32	32	32	30	24	20	18	32	30	28	25	20	36	34	30	28	46	46	40	37	57	54	49	46
1,0	46	44	38	34	34	34	32	26	22	20	34	32	30	27	21	38	36	32	30	51	48	43	39	60	56	51	48
1,1	48	46	41	36	36	36	34	28	24	22	36	33	31	28	22	41	38	34	32	54	50	45	41	62	58	54	50
1,25	51	48	44	39	39	39	36	30	26	24	38	35	33	30	24	43	40	36	34	58	53	48	44	65	60	56	53
1,5	55	52	47	43	42	43	39	33	29	27	41	38	36	33	27	44	42	38	36	62	57	52	49	70	64	60	67
1,75	59	54	50	46	45	46	42	36	31	29	44	40	38	35	29	48	44	40	38	66	60	55	52	73	66	63	60
2,0	62	56	52	49	47	48	44	38	33	31	46	42	40	37	31	50	46	42	40	69	62	58	54	75	68	65	62
2,25	64	58	54	51	49	51	45	40	35	39	48	43	41	39	33	52	47	44	41	71	64	60	56	77	69	66	63
2,5	66	60	55	52	51	52	47	41	37	34	49	44	42	40	34	54	48	45	42	73	65	61	58	79	70	67	65
3,0	69	62	58	55	53	55	49	43	39	36	52	46	44	42	36	56	50	47	45	76	68	64	61	81	72	69	67
3,5	71	63	59	57	55	57	51	45	41	38	54	48	46	44	38	58	51	48	46	78	70	65	63	83	73	70	68
4,0	72	64	61	58	56	59	52	47	43	40	55	49	47	45	40	59	52	49	48	81	71	68	65	85	74	72	69
5,0	75	65	62	60	58	62	54	49	45	41	57	50	48	47	41	61	54	51	49	83	73	69	67	86	76	73	71

Примітка:  $\rho_n$ ,  $\rho_c$ ,  $\rho_p$  – коефіцієнти віддзеркалювання стелі, стін і підлоги відповідно, %.



## 2.2 Приклад розрахунку

Визначити необхідну кількість ламп для забезпечення загальної рівномірної освітленості ділянки ремонту приборів системи живлення розмірами 10×6 м. Лампи – люмінесцентні типу ЛБ-40, укладені в світильники типу ОДР по дві штуки у кожний. Висота підвісу світильників  $H_p = 2,5$  м, коефіцієнти віддзеркалювання для стелі, стін і робочої поверхні відповідно 50, 30 і 10 %. Виділення пилу, кіптяви й диму в приміщенні малі. Коефіцієнт нерівномірності освітлення  $z = 1,3$ .

### Рішення

1. Із таблиць для заданих умов вибираємо наступні значення:

- нормативна освітленість  $E_H = 300$  лк;
- коефіцієнт запасу  $K_3 = 1,5$ ;
- світловий потік однієї лампи  $F = 3000$  лм.

2. Визначаємо світловий індекс приміщення:

$$i = \frac{L \cdot B}{H_p \cdot (L + B)} = \frac{10 \cdot 6}{2,5 \cdot (10 + 6)} = 1,5$$

3. Визначаємо коефіцієнт використання світлового потоку, із таблиці 2.6  $\eta = 47\%$ .

4. Визначаємо необхідну кількість світильників:

$$N = \frac{E_H \cdot S \cdot K_3 \cdot z \cdot 100}{n \cdot F \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 60 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot 100}{2 \cdot 3000 \cdot 47} = 12,4 \approx 12 \text{ св.}$$

5. Визначаємо необхідну кількість ламп:

$$M = N \cdot n = 12 \cdot 2 = 24 \text{ л.}$$

6. Визначаємо загальний світловий потік від розрахованої кількості ламп:

$$F_3 = \frac{E_H \cdot S \cdot K_3 \cdot z \cdot 100}{\eta} = \frac{300 \cdot 60 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot 100}{47} = 74680,8 \text{ лм.}$$

7. Визначаємо загальний світловий потік від розрахованої кількості ламп:

$$F_3' = M \cdot F = 24 \cdot 3000 = 72000 \text{ лм.}$$

8. Визначаємо відмінність фактичного загального світлового потоку від необхідного:

$$\Delta = \frac{100 \cdot (F_3 - F_3')}{F_3'} = \frac{100 \cdot (72000 - 74680,8)}{74680,8} = -3,6\%$$

що входить у допустимі межі.

9. Розміщуємо світильники в прямокутному порядку в три ряди по чотири світильника у ряді (рисунок 2.2).

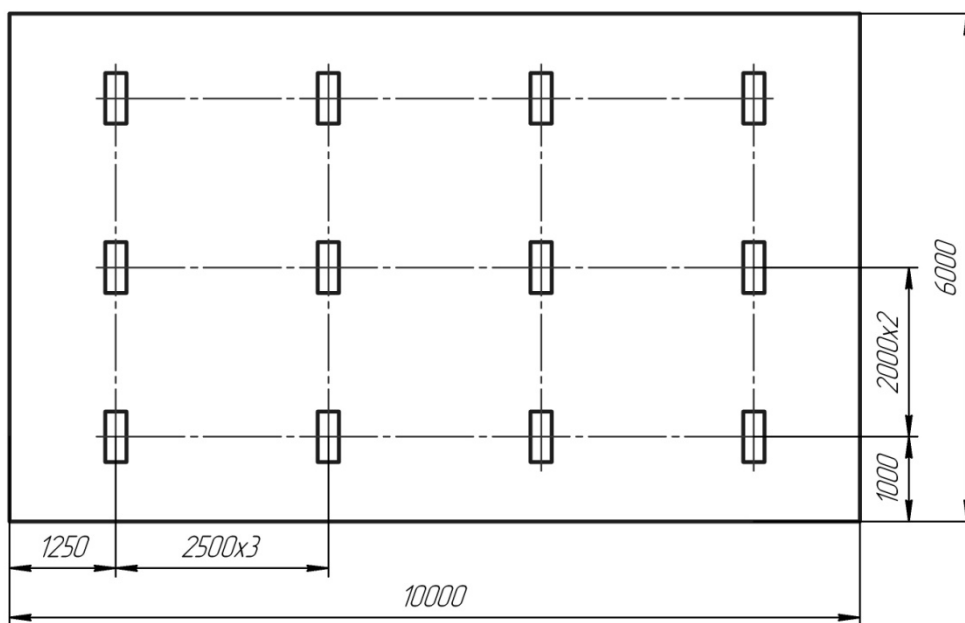


Рисунок 2.2 – Схема розміщення світильників у приміщенні

## ПРАКТИЧНА РОБОТА №3

### ДОСЛІДЖЕННЯ ЕВАКУАЦІЙНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ВИРОБНИЧИХ БУДІВЕЛЬ

**Мета роботи:** Освоїти методику оцінки евакуаційних можливостей будівель і їхньої реконструкції для забезпечення термінової евакуації персоналу при виникненні небезпеки.

#### 3.1 Вступ

Статистика виробничих пожеж, пожеж у житловій зоні та інших надзвичайних ситуацій говорить про те, що життя людей при виникненні небезпеки прямо залежить від можливості швидко залишити небезпечну зону, від наявності і стану евакуаційних виходів, їхньої пропускної здатності і т.д. Саме через неможливість терміново евакуюватися з палаючого приміщення загинули під час пожежі:

- 1967 р., м. Брюссель (Бельгія) - 400 чол.;
- 1972 р., м. Сан-Паулу (Бразилія) 179 чол.;
- 1977 р., штат Кентуккі (США) - 390 чол.;
- 1998 р., м. Самара (Росія) - 68 чол.

Оскільки виникнення пожежі можливе в будь-якому приміщенні, то облік аварійної евакуації людей обов'язковий для будь-якого приміщення й, у цілому, будинку або спорудження.

#### 3.2 Визначення розрахункового часу евакуації

Відповідно до вимог СНіП II-2-80 евакуаційні шляхи повинні забезпечувати евакуацію всіх людей, що знаходяться в приміщеннях будівель і споруджень, протягом необхідного часу евакуації. Час, протягом якого всі люди можуть вийти з приміщення або з будівлі, визначається розрахунком і називається розрахунковим. Час, протягом якого ще можлива евакуація людей у безпечних умовах, називають необхідним часом евакуації і визначають за таблицями, приведеними у додатку 1 СНіП II-2-80.

Для забезпечення безпечної евакуації людей із приміщень і будівель розрахунковий час евакуації  $t_{роз}$  повинен бути менше необхідного часу евакуації людей  $t_{нб}$

$$t_{роз} \leq t_{нб}, \quad (3.1)$$

Розрахунковий час евакуації людей із приміщень і будівель визначають, виходячи з довжини евакуаційних шляхів і швидкості руху людських

потоків на всіх ділянках шляху від найбільш віддалених місць до евакуаційних виходів.

При розрахунку весь шлях руху людського потоку поділяють на ділянки (прохід, коридор, дверний проріз, сходовий марш) довжиною  $l_i$  і шириною  $\delta_i$ .

Початковими ділянками є проходи між робочими місцями, устаткуванням, рядами крісел, столами і т.п. Шлях по сходовій клітці визначається довжиною маршів. Довжина шляху в прорізі приймається рівною нулевій при товщині стіни менш 0,7 м.

Розрахунковий час евакуації людей  $t_{роз}$  визначають як суму часу руху людського потоку по окремих ділянках шляху  $t_i$  за формулою:

$$t_{роз} = t_1 + t_2 + \dots + t_i. \quad (3.2)$$

Час руху людського потоку по першій ділянці шляху:

$$t_1 = \frac{l_1}{v_1}. \quad (3.3)$$

Щільність потоку на цій ділянці шляху визначають за формулою:

$$D_1 = \frac{N_1 \cdot f}{l_1 \cdot \delta_1}, \quad (3.4)$$

де  $N_1$  - число людей на першій ділянці, чел.;

$f$  - середня площа горизонтальної проекції людини:

- дорослої в літньому одязі - 0,1 м<sup>2</sup>;
- дорослої в зимовому одязі - 0,125 м<sup>2</sup>.

Значення швидкості руху потоку людей у залежності від щільності потоку наведено в таблиці 2.1. Там же дані залежності інтенсивного руху людського потоку  $q$  від його щільності і швидкості руху.

Інтенсивність руху не залежить від ширини потоку, а є функцією щільності і визначається за формулою

$$q = D \cdot v, \text{ м/хв або чел/хв.} \quad (3.5)$$

Пропускна здатність потоку буде дорівнювати

$$Q = D \cdot v \cdot \delta, \text{ м}^2/\text{хв.} \quad (3.6)$$

Величину швидкості руху людського потоку  $v_i$  на ділянках шляху, що впливають після першого, приймають за табл. 2.1 у залежності від інтенсивності руху потоку. Інтенсивність руху потоку по кожній з ділянок

$$q_i = \frac{q_{i-1} \cdot \delta_{i-1}}{\delta_i}, \quad (3.7)$$

де  $\delta_i, \delta_{i-1}$  – ширина розглянутої  $i$ -ої і попередньої їй  $i-1$  ділянки шляху, м;

$q_i, q_{i-1}$  – значення інтенсивності руху потоку по розглянутій  $i$ -ій та попередній їй  $i-1$  ділянці шляху, м/хв.

Якщо  $q_i$  менше або дорівнює  $q_{max}$ , то час руху на ділянці шляху варто визначати за формулою

$$t_i = \frac{l_i}{v_i}. \quad (3.8)$$

При цьому значення  $q_{max}$  варто приймати рівним, м/хв:

- для горизонтальних шляхів 12,42 м/хв;
- для дверних прорізів 13,27 м/хв;
- для сходів униз 9,05 м/хв;
- для сходів нагору 9,17 м/хв;

Якщо значення  $q_i$  більше  $q_{max}$ , то ширину  $\delta_i$  даної ділянки шляху варто збільшити так, щоб дотримувалася умова  $q_i < q_{max}$ . При неможливості виконання цієї умови інтенсивність і швидкість руху потоку по ділянці шляху і визначають за таблицею 3.1 при значенні  $D = 0,9$ .

При злитті на початку ділянки і двох і більш людських потоків інтенсивність руху визначають за формулою:

$$q_i = \frac{\sum q_{i-1} \cdot \delta_{i-1}}{\delta_i}, \text{ м/хв}, \quad (3.9)$$

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

$\delta_{i-1}$  – ширина ділянок шляху до злиття, м;

$\delta_i$  – ширина розглянутої  $i$ -ої ділянки шляху, м.

Якщо значення  $q_i$  більше  $q_{max}$ , то ширину  $\delta_i$  даної ділянки шляху варто збільшити.

Таблиця 3.1- Розрахункова таблиця параметрів руху людей при аварійних умовах евакуації з будівель

Щільність $D$	Горизонтальний шлях		Прорізи		Сходи вниз		Сходи нагору	
	$v$	$q$	$v$	$q$	$v$	$q$	$v$	$q$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,02	78,35	1,57	91,66	1,84	58,75	1,17	53,99	1,08
0,04	72,31	2,89	85,60	3,42	57,21	2,29	51,29	2,05
0,06	66,74	4,00	80,30	4,82	55,18	3,32	48,35	2,90
0,08	61,71	4,94	75,04	6,00	53,20	4,26	45,23	3,62
0,10	57,10	5,71	70,29	7,03	51,04	5,11	42,01	4,20
0,12	52,92	6,35	65,94	7,90	48,76	5,86	38,75	4,65
0,14	49,15	6,88	61,78	8,65	46,54	6,51	35,70	5,00
0,16	45,68	7,31	57,92	9,27	44,27	7,08	32,76	5,34
0,18	42,61	7,67	54,45	9,80	41,96	7,55	30,14	5,43
0,20	39,85	7,97	51,25	10,25	38,82	7,96	27,80	5,56
0,22	37,32	8,21	48,22	10,60	37,70	8,30	25,74	5,66
0,24	35,13	8,43	45,57	10,94	35,60	8,34	24,04	5,77
0,26	33,16	8,62	43,07	11,20	33,65	8,78	22,69	5,87
0,28	31,40	8,79	40,82	11,42	31,73	8,88	21,43	6,00
0,30	29,87	8,96	38,79	11,64	29,94	8,93	20,50	6,15
0,32	28,49	9,12	36,92	11,81	28,23	9,04	19,77	6,32
0,34	27,29	9,31	35,21	11,97	26,62	9,05	19,15	6,51
0,36	26,22	9,44	33,67	12,12	25,11	9,04	18,71	6,74
0,40	24,48	9,79	30,97	12,36	22,30	8,92	17,99	7,19
0,42	23,78	9,99	29,82	12,52	20,97	8,81	17,70	7,43
0,14	23,14	10,18	28,72	12,64	19,74	8,69	17,44	7,67
0,46	22,55	10,37	27,67	12,72	18,59	8,54	17,16	7,90
0,48	22,07	10,59	26,75	12,84	17,44	8,37	16,91	8,11
0,50	21,62	10,81	25,87	12,94	16,35	8,18	16,66	8,33
0,52	21,21	11,03	25,06	13,03	15,27	7,94	16,39	8,53
0,56	20,43	11,44	23,51	13,16	13,37	7,49	15,83	8,86
0,58	20,07	11,64	22,76	13,21	12,54	7,27	15,57	9,03
0,60	19,72	11,83	22,07	13,24	11,72	7,03	15,33	9,19
0,62	19,36	12,00	21,39	13,25	10,99	6,81	14,80	9,17
0,64	18,99	12,15	20,74	13,27	10,30	6,58	14,31	9,16
0,06	18,58	12,26	20,02	13,21	9,66	6,38	13,82	9,12
0,68	18,16	12,35	19,32	13,16	9,05	6,15	13,34	9,07
0,70	17,72	12,40	18,71	13,10	8,57	6,00	12,88	9,01
0,72	17,20	12,42	18,11	13,04	8,11	5,83	12,44	8,95
0,74	16,73	12,39	17,47	12,92	7,70	5,70	11,98	8,87
0,76	16,20	12,31	16,87	12,82	7,37	5,60	11,58	8,79
0,78	15,62	12,18	16,25	12,67	7,08	5,52	11,16	3,71
0,80	15,00	12,00	15,61	12,49	6,84	5,47	10,77	8,62
0,92	14,39	11,80	14,97	12,27	6,63	5,43	10,37	8,51
0,90	13,64	11,46	14,29	12,01	6,32	5,43	9,98	8,38
0,86	12,91	11,10	13,62	11,72	6,32	5,42	9,59	8,25
0,88	12,13	10,67	12,89	11,34	6,14	5,41	9,17	8,06
0,90	11,31	10,18	12,14	10,93	6,03	5,41	8,76	7,88
0,92	10,52	9,68	11,42	10,50	5,86	5,38	8,30	7,64



### 3.3 Визначення необхідного часу евакуації

Необхідний час евакуації людей  $t_{нб}$  із зальних приміщень громадських будівель I і II ступеня вогнестійкості приймають за таблицею 3.2.

Таблиця 3.2 - Необхідний час евакуації людей з будівель I і II ступеня вогнестійкості.

Приміщення	Необхідний час евакуації, хв., при об'ємі приміщення, тис. м <sup>3</sup>				
	до 5	10	20	40	60
Зорові, концертні, лекційні зали і зали зборів, виставочні й інші (кінотеатри, криті спортивні спорудження, їдальні)	2	3	3,5	4	4,5

Необхідний час евакуації людей із приміщень у будівлях III і IV ступенів вогнестійкості приймають за таблицею 3.1, але зменшують на 30%, а з приміщень у будівлях V ступеня вогнестійкості на 50%. При об'ємі приміщення більше 60 тис. м<sup>3</sup> необхідний час евакуації людей визначається за формулою:

$$t_{нб} = 0,115 \cdot V^{\frac{1}{3}}, \text{ хв.}, \quad (3.10)$$

де  $V$  - обсяг приміщення, м<sup>3</sup>.

У громадських і допоміжних будівлях промислових підприємств I, II, III ступенів вогнестійкості з коридорами, що служать для евакуації людей, необхідний час для евакуації людей від дверей найбільш віддалених приміщень до виходу назовні або в найближчу сходову клітку приймають: від приміщень, розташованих між двома сходовими клітками або зовнішніми виходами – 1 хв.; від приміщень з виходом до тупикового коридору – 0,5 хв.

Для будівель IV ступеня вогнестійкості необхідний час евакуації зменшується на 30%, а для будівель V ступеня вогнестійкості – на 50%.

У громадських і допоміжних будівлях промислових підприємств I, II, III ступенів вогнестійкості необхідний час евакуації людей по сходах варто приймати: для будівель висотою до 5 поверхів включно – 5 хв.; від будівель висотою від 5 до 9 поверхів – 10 хв.

Для будівель IV ступеня вогнестійкості необхідний час евакуації зменшується на 30%, а для будівель V ступеня вогнестійкості – на 50%.

Необхідний час евакуації людей із приміщень виробничих будівель I, II, III ступенів вогнестійкості приймають за таблицею 3.2 у залежності від

категорії виробництва з вибухо- і пожежонебезпеки та обсягу приміщень.

Таблиця 3.3 - Необхідний час евакуації, хв., з виробничих будівель I, II і III ступенів вогнестійкості

Категорія виробництва	Обсяг приміщення, тис. м <sup>3</sup>				
	до 15	30	40	50	60 і більше
А, Б, Є	0,5	0,75	1	1,5	1,75
В	1,25	2	2	2,5	3
Г, Д	Не обмежується				

Для виробничих будівель промислових підприємств I, II і III ступенів вогнестійкості з коридорами, що служать для евакуації людей, необхідний час евакуації людей від дверей найбільш віддалених приміщень до виходу назовні або в найближчу сходову клітку приймають:

- від приміщень, розташованих між двома сходовими клітками або зовнішніми виходами для будівель з категоріями виробництва А, Б и Е – 1 хв.; з категорією В – 2 хв.; категоріями Г и Д – 3 хв;

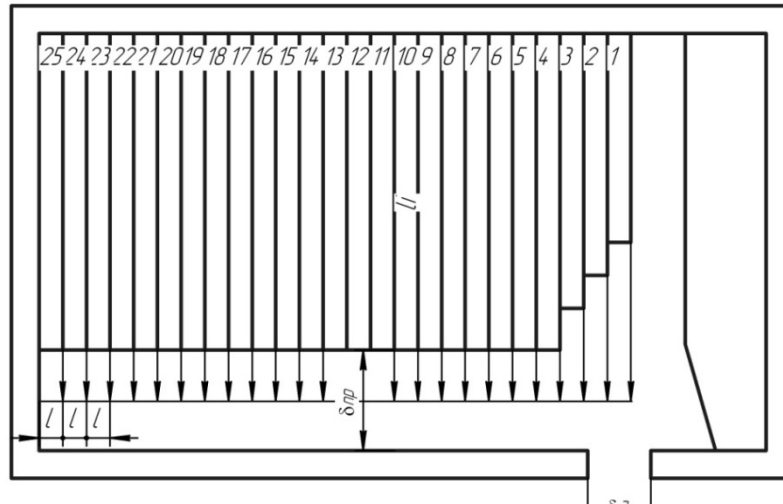
- від приміщень з виходом до тупикового коридору – 0,5 хв.

Для будівель IV ступеня вогнестійкості необхідний час евакуації людей зменшується на 30%, а для будівель V ступеня вогнестійкості – на 50%.

Необхідний час евакуації людей по сходах визначається аналогічно часу для громадських і допоміжних приміщень.

### 3.4 Приклад розрахунку евакуації людей із приміщень будівель різного призначення

Умова: Визначити розрахунковий час евакуації людей із залу зборів підприємства і порівняти його з необхідним. Будинок II ступеня вогнестійкості, зал має 20 рядів по 18 місць у ряді і 3 ряди з числом місць 16, 14 та 12. Для виходу людей призначені двоє дверей шириною 260 мм, ширина проходів  $\delta_{np} = 2,3$  м. Відстань між спинками крісел 0,9 м, довжина ряду 9 м. Схема залу представлена на рис. 4.1. Розміри залу: довжина 25 м, ширина 13,6 м, висота 5 м.



$l$  – відстань між спинками крісел;  $\delta_{пр}$  – ширина проходу;  $\delta_d$  – ширина дверей;  
 $l_i$  – довжина ряду

Рисунок 3.1 – Схема планування залу зборів

Рішення. Загальне число людей, що можуть знаходитися в залі:

$$N_0 = 18 \cdot 20 + 16 \cdot 1 + 14 \cdot 1 + 12 \cdot 1 = 402 \text{ чол.}$$

Оскільки зал у плані симетричний, то для розрахунку приймаємо один людський потік з половинним числом глядачів, тобто  $N = 201$  чол.

Приймаючи, що всі люди – дорослі в зимовому одязі, площа горизонтальної проекції людини складе  $f = 0,125 \text{ м}^2$ .

Параметри руху людських потоків у рядах місць залу:

- щільність потоку визначаємо з таблиці 3.1

$$D_p = \frac{N_p \cdot f}{l_p \cdot \delta_p} = \frac{9 \cdot 0,125}{4,5 \cdot 0,5} = 0,50;$$

- швидкість руху з таблиці 3.1

$$v_p = 21,62 \text{ м/хв};$$

- інтенсивність руху

$$q_p = 10,81 \text{ м/хв};$$

- пропускна здатність

$$Q_p = D_p \cdot v_p \cdot \delta_p = 0,50 \cdot 21,62 \cdot 0,5 = 5,41 \text{ м}^2/\text{хв.}$$

Час виходу людей у прохід

$$t_p = \frac{l_p}{v_p} = \frac{4,5}{21,62} = 0,21 \text{ хв.}$$

Інтенсивність руху при злитті потоків із усіх рядів, приймаючи 3 неповних ряди за 2 повних

$$q = \frac{Q_p \cdot m}{\delta} = \frac{5,41 \cdot 22}{2,3} = 51,75 \text{ м/хв} > q_{\max}.$$

Рух у проході стабілізується, тобто його інтенсивність стає постійною в момент виходу всіх людей з рядів або при досягненні потоком максимальної щільності

$$D_{ip} = \frac{Q_p \cdot t_p}{\delta \cdot l} = \frac{5,41 \cdot 0,21}{2,3 \cdot 0,9} \approx 0,55.$$

По табл. 2.1 визначаємо, що при цій щільності інтенсивність руху близька до максимальної. На першій ділянці проходу

$$q_1 = \frac{Q_p}{\delta} = \frac{5,41}{2,3} = 2,35 \text{ м/хв.}$$

Для цього значення знайдемо відповідні значення щільності та швидкості руху:

$$D_1 = 0,02 + \frac{(0,04 - 0,02) \cdot (2,35 - 1,57)}{2,89 - 1,57} = 0,032;$$

$$v_1 = 78,35 + \frac{(72,31 - 78,35) \cdot (2,35 - 1,57)}{2,89 - 1,57} = 74,78 \text{ м/хв.}$$

На другій ділянці проходу:

$$q_2 = q_1 + \Delta q = q_1 + q_1 = 2,35 + 2,35 = 4,7 \text{ м/хв};$$

Цьому значенню інтенсивності відповідає щільність  $D_2 = 0,075$  і швидкість руху потоку  $v_2 = 62,99$  м/хв.

На третій ділянці:

$$q_3 = q_2 + \Delta q = 4,7 + 2,35 = 7,05 \text{ м/хв};$$

$$D_3 = 0,15; \quad v_3 = 47,78 \text{ м/хв.}$$

На четвертій ділянці:

$$q_4 = q_3 + \Delta q = 7,05 + 2,35 = 9,4 \text{ м/хв};$$

$$D_4 = 0,35; \quad v_4 = 26,55 \text{ м/хв.}$$

На п'ятій ділянці:

$$q_5 = q_4 + \Delta q = 9,4 + 2,35 = 11,75 \text{ м/хв};$$

$$D_5 = 0,59;$$

$$v_5 = 19,92 \text{ м/хв.}$$

На шостій ділянці:

$$q_6 = q_5 + \Delta q = 11,75 + 2,35 = 14,1 \text{ м/хв} > q_{\max} = 12,42 \text{ м/хв.}$$

Таким чином, подальший рух потоку людей у проході буде проходити з інтенсивністю  $q_i = 11,75 \text{ м/хв}$ , при щільності  $D_i = D_6 = 0,59$ , зі швидкістю  $v_i = 19,92 \text{ м/хв}$ .

Час руху потоку людей від найбільш віддаленого місця до виходу

$$t_{\text{роз}} = \frac{l_p}{v_p} + \frac{l_1}{v_1} + \frac{l_2}{v_2} + \frac{l_3}{v_3} + \frac{l_4}{v_4} + \frac{\sum l_i}{V_i}.$$

З огляду на те, що загальна довжина евакуаційного шляху дорівнює  $l_{\text{ш}} = 22 \cdot 0,9 = 18,8 \text{ м}$ , а довжина перших чотирьох розрахункових ділянок  $l_{1-4} = 4 \cdot 0,9 = 3,6 \text{ м}$ , тоді:

$$\sum l_i = 18,8 - 3,6 = 15,2 \text{ м.}$$

Таким чином, час руху потоку до виходу

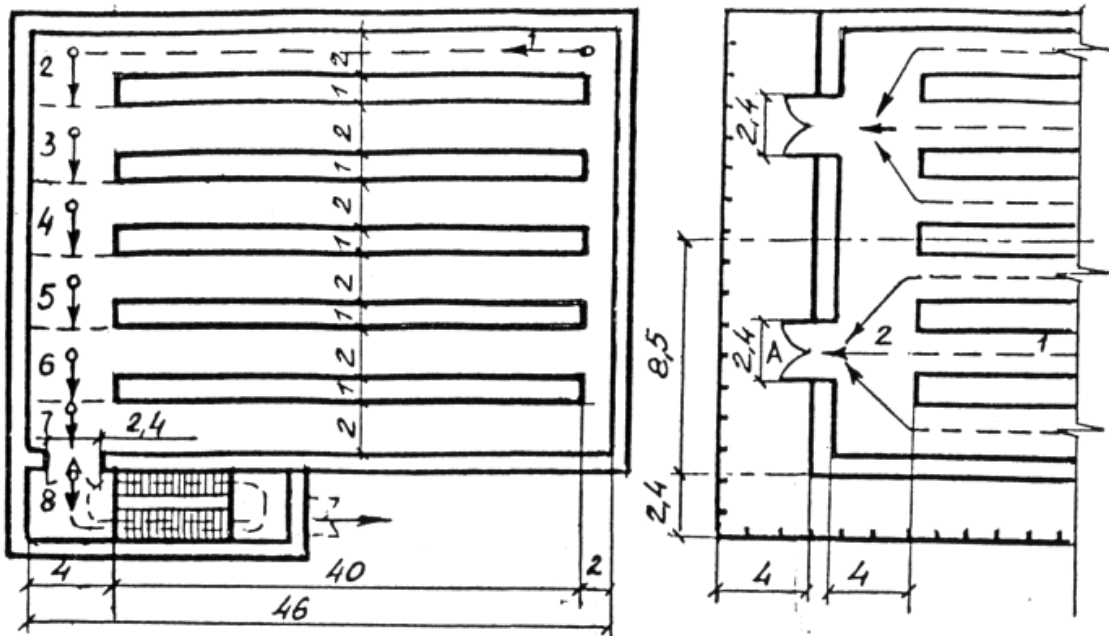
$$t_{\text{роз}} = 0,21 + \frac{0,9}{74,78} + \frac{0,9}{62,99} + \frac{0,9}{47,78} + \frac{0,9}{26,55} + \frac{15,2}{19,92} = 1,1 \text{ хв.}$$

Необхідний час евакуації для залу зборів обсягом до 5 тис. м<sup>3</sup> у відповідності зі СНіП II-2-80 повинен бути не більш 2 хв (табл. 3.2). Таким чином, вимога  $t_{\text{роз}} \leq t_{\text{нб}}$  виконана.

## ПРАКТИЧНА РОБОТА №4 ДОСЛІДЖЕННЯ ЕВАКУАЦІЙНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ПОБУТОВИХ ПРИМІЩЕНЬ

### Приклад розрахунку

**Умова:** Визначити розрахунковий час евакуації людей з їдальні підприємства, розташованої на другому поверсі. Об'єм залу  $V_3 = 3300 \text{ м}^3$ , площа  $F_3 = 782 \text{ м}^2$ , площа, яка зайнята столами,  $F_c = 200 \text{ м}^2$ . Ширина маршів сходових кліток і дверей входу до сходової клітки на відмітці 3,60 м і виході з неї на відмітці 0,00 м дорівнює 2,4 м. Будівля II ступеня вогнестійкості (рис. 4.1).



а – вихідна схема; б – перероблена за результатами розрахунків; 1, 2,...8 – ділянки шляху.

Рисунок 4.1 - Розрахункові схеми планування їдальні

Шлях евакуації від найбільш віддаленої від виходу точки до виходу назовні складається з восьми ділянок, у межах яких ширина шляху й інтенсивність руху може бути прийнята незмінною. Людські потоки з проходів зливаються з потоком, що рухається по збірному проході, і направляються через сходову клітку назовні. Ширина кожного із шести проходів  $\delta_{np} = 2 \text{ м}$ , довжина їх, включаючи шлях руху від стіни, складає  $l_{np} = 42 \text{ м}$ . Ділянки № 2...6 мають довжину  $l_i = 3 \text{ м}$ , ширину  $\delta_i = 4 \text{ м}$ , ділянка № 7 має довжину  $l_7 = 2 \text{ м}$ , а ширину  $\delta_i = 7 \text{ м}$ .

**Рішення.** Для розрахунку необхідно знати можливе число людей у залі їдальні. Згідно до СНіП II-77-80 на одну людину приходиться  $1,35 \text{ м}^2$ , отже розрахункове число людей складає:

$$N = \frac{F_3}{1,35} = \frac{782}{1,35} = 579 \text{ чол.}$$

Середня щільність людського потоку

$$D_{сер} = \frac{N \cdot f}{F_3 - F_c} = \frac{579 \cdot 0,125}{782 - 200} = 0,12.$$

Визначимо час проходження кожної ділянки шляху.

Ділянка №1 (прохід):  $D_1 = D_{сер} = 0,12$ ;  $l_1 = 42 \text{ м}$ ; з таблиці 2.1  $q_1 = 6,35 \text{ м/хв}$ ;  $v_1 = 52,92 \text{ м/хв}$ ;

$$t_1 = \frac{42}{52,92} = 0,79 \text{ хв.}$$

Ділянка №2 (розширення шляху)

$$q_2 = \frac{q_1 \cdot \delta_1}{\delta_2} = \frac{6,35 \cdot 2}{4} = 3,2 \text{ м/хв};$$

$$v_2 = 70,75 \text{ м/хв}; \quad t_2 = \frac{3}{70,75} = 0,04 \text{ хв.}$$

Ділянка №3 (злиття потоків). Інтенсивність руху у всіх потоках приймається однаковою:

$$q_3 = \frac{q_2 \cdot \delta_2 + q_1 \cdot \delta_1}{\delta_3} = \frac{3,2 \cdot 4 + 6,35 \cdot 2}{4} = 6,38 \text{ м/хв};$$

$$v_3 = 52,71 \text{ м/хв}; \quad t_3 = \frac{3}{52,71} = 0,06 \text{ хв.}$$

Ділянка №4 (злиття потоків):

$$q_4 = \frac{q_3 \cdot \delta_3 + q_1 \cdot \delta_1}{\delta_4} = \frac{6,38 \cdot 4 + 6,35 \cdot 2}{4} = 9,56 \text{ м/хв};$$

$$v_4 = 25,56 \text{ м/хв}; \quad t_4 = \frac{3}{25,56} = 0,12 \text{ хв.}$$

Ділянка №5 (злиття потоків):

$$q_5 = \frac{q_4 \cdot \delta_4 + q_1 \cdot \delta_1}{\delta_5} = \frac{9,56 \cdot 4 + 6,35 \cdot 2}{4} = 12,74 \text{ м/хв} > q_{\max} = 12,42 \text{ м/хв.}$$

Отже, на ділянці 5 і тим більше на ділянках 6 і 7 виникає скупчення людей, причому ширина ділянок 5, 6 і 7 однакова і складає 4 м, а ділянкою, що лімітує пропускну здатність евакуаційного шляху, є марш сходів шириною 2,4 м, тому що інтенсивність руху при скупченні по марше сходів менше інтенсивності руху в дверному прорізі.

Час евакуації по ділянках 5...7, на яких до основних потоків додаються три потоки з проходів, з урахуванням затримки руху в сходового маршу дорівнює:

$$\begin{aligned} t_{5...7} &= \frac{l_{5...7}}{v_{ск}} + N \cdot f \left( \frac{1}{q_{ск} \cdot \delta_m} - \frac{1}{q_4 \cdot \delta_4 + 3q_1 \cdot \delta_1} \right) = \\ &= \frac{8}{10,52} + 579 \cdot 0,125 \left( \frac{1}{5,38 \cdot 2,4} - \frac{1}{9,56 \cdot 4 + 3 \cdot 6,35 \cdot 2} \right) = \\ &= 0,76 + 4,66 = 5,42 \text{ хв.} \end{aligned}$$

Розрахунковий час евакуації людей із залу

$$t_{рас} = \sum t_i = 0,79 + 0,04 + 0,06 + 0,12 + 5,42 = 6,43 \text{ хв.},$$

так як  $t_{роз} > t_{нб} = 2 \text{ хв.}$  (табл. 3.1).

Приклад варіанта, переробленого з метою забезпечення безпечної евакуації людей, показаний на рис. 2.1, б. У цьому варіанті з залу їдальні передбачено два евакуаційних виходи шириною по 2,4 м на зовнішній балкон. Ширина балкону прийнята 4 м для розміщення всіх людей, що евакуюються. При цьому на кожного, хто евакуюється, приходиться близько  $0,4 \text{ м}^2$ , що в два рази перевищує норму для розвантажувальних площадок. З балкону на рівень землі ведуть евакуаційні сходи шириною по 2,4 м.

Визначимо розрахунковий час евакуації через евакуаційний вихід А. Границі зон розміщення людей, що евакуюються через цей вихід, показані штрих-пунктирними лініями, ширина зони складає 8,5 м.

Ділянка 1 така ж, як у попередньому варіанті планування, отже,  $q_1 = 6,35 \text{ м/хв}$ ;  $t_1 = 0,79 \text{ хв.}$

Ділянка 2 характеризується злиттям трьох людських потоків із проходів у збірному проході при русі до виходу. Інтенсивність руху на цій ділянці

$$q_2 = \sum_1^3 \frac{q_1 \cdot \delta_1}{\delta_2} = \frac{3 \cdot 6,35 \cdot 2}{8,5} = 4,48 \text{ м/хв.}$$

При такій незначній ефективності руху



$$v_2 = 64,17 \text{ м/хв}; \quad t_2 = \frac{4}{64,17} = 0,06 \text{ хв.}$$

Інтенсивність руху в дверному прорізі

$$q_{\delta_6} = \frac{q_2 \cdot \delta_2}{\delta_{\delta_6}} = \frac{4,48 \cdot 8,5}{2,4} = 15,86 \text{ м/хв} > q_{\max} = 13,27 \text{ м/хв.}$$

Перед дверима скупчуються люди, рух затримується. Час затримки

$$\begin{aligned} \Delta t &= N_{ДВ} \cdot f \cdot \left( \frac{1}{q_{ДВ} \cdot \delta_{ДВ}} - \frac{1}{q_2 \cdot \delta_2} \right) = \\ &= \frac{579}{2} \cdot 0,125 \cdot \left( \frac{1}{10,50 \cdot 2,4} - \frac{1}{4,48 \cdot 8,5} \right) = 0,49 \text{ хв.} \end{aligned}$$

Розрахунковий час евакуації

$$t_{роз} = 0,79 + 0,06 + 0,49 = 1,34 < t_{нб} = 2 \text{ хв.}$$

Умова безпеки при новому, переробленому варіанті планування, дотримується.

## ПРАКТИЧНА РОБОТА №5 ПОПЕРЕДЖЕННЯ ВИБУХІВ, ПОЖЕЖ І ОТРУЄННЯ ЛЮДЕЙ ПРИ РОЗЛИВІ ЛЕГКОЗАЙМИСТИХ РЕЧОВИН

### 5.1 Основні положення

У роботі зі шкідливими, отруйними й небезпечними речовинами в невеликих кількостях при випадковому їхньому розливі можуть виникнути небезпечні аварійні ситуації, що приводять до отруєння людей, пожежі й вибуху. Зазвичай, це лабораторії, склади різних виробництв, станцій, ВУЗів, шкіл і т.д.

При проектуванні, експлуатації приміщень, де можуть знаходитися небезпечні сильнодіючі отруйні речовини, необхідно заздалегідь установити гранично допустиму вибухобезпечну концентрацію (ГДВК) парів цих речовин і гранично допустиму концентрацію (ГДК).

ГДВК можна визначити за нижньою концентраційною межею спалахування газів або парів у повітрі та за молекулярною вагою. Спочатку визначається нижня межа спалахування за формулою:

$$C_{нмс} = \Phi_n \cdot M \cdot 0,40, \text{ г/см}^3, \quad (5.1)$$

де  $C_{нмс}$  – нижня межа спалахування (вагова концентрація), г/см<sup>3</sup>;

$M$  – молекулярна вага (таблиця 5.1);

$\Phi_n$  – нижня межа спалахування (об'ємна концентрація), %.

Значення  $\Phi_n$  та  $M$  наведено в таблиці 5.1.

Гранично допустима вибухобезпечна концентрація визначається за формулою:

$$ПДВК = 0,05 \cdot C_{нмс}, \text{ г/см}^3. \quad (5.2)$$

Таблиця 5.1 – Вибухонебезпечність основних промислових речовин

Речовина	M	$\Phi_n$ , %	$K_{бе}$	$K'_{бе}$	$D_0$ , см <sup>2</sup> /с
1	2	3	4	5	6
Аміак	17,03	17	1,38	1,63	0,198
Анілін	93,128	1,32	1,37	1,79	0,0622
Ацетон	58,08	2,91	1,5	1,84	0,109
Бензин	95,2	1,1	2	4	0,0623

Продовження таблиці 5.1.

1	2	3	4	5	6
Бензол	78,113	1,43	1,37	1,61	0,0775
Ксилол	106,167	1	2	4	0,0671
Метан	16,0426	5,28	1,26	1,38	0,196
Сірководень	34,076	4	1,45	1,95	0,141
Стирол	104,151	1,06	1,32	1,64	0,0674
Толуол	92,14	1,25	1,4	1,7	0,0753
Формальдегід	30,026	7	1,3	4	0,146
Хлорбензол	112,558	1,4	1,53	2,08	0,0628
Циклогексан	84,161	1,31	1,75	2,77	0,0648
Етилен	28,054	3,11	1,2	1,4	0,0109

Після встановлення, з урахуванням властивостей небезпечних і шкідливих речовин, основних параметрів безпеки необхідно оцінити організацію виробничих умов праці, що впливають на аварійність робіт. Ступінь важкості аварії за інших рівних умов буде залежати від кількості рідини, що випарилася, при її аварійному (випадковому) розливі.

Для такої оцінки попередньо розраховуємо об'єм, який займає граммоля при заданій температурі повітря, речовин, що зберігаються на складі, виробництві, лабораторії:

$$V_t = V_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t_p), \text{ см}^3, \quad (5.3)$$

де  $V_t$  – обсяг граммоля при заданій температурі повітря,  $\text{см}^3$ ;

$V_0$  – обсяг граммоля при  $t_p = 0^\circ\text{C}$ ,  $\text{см}^3$  (можна прийняти  $V_0 = 22413 \text{ см}^3$ );

$\alpha$  – постійна величина,  $\alpha = 0,00367$ ;

$t_p$  – температура поверхні рідини, що випаровується.

Для заданої температури розраховуємо коефіцієнт дифузії рідини, що випаровується:

$$D_t = D_0 \cdot \left( \frac{273 + t_p}{T_0} \right)^2, \text{ см}^2/\text{с}, \quad (5.4)$$

де  $D_t$  – коефіцієнт дифузії рідини, що випаровується,  $\text{см}^2/\text{с}$ ;

$T_0$  – температура, при якій визначений коефіцієнт дифузії  $D_0$ ,  $^\circ\text{K}$ .

Значення  $D_0$  визначені при температурі  $T_0 = 273^\circ\text{K}$  та наведено в таблиці 5.1.

Розраховуємо кількість рідини, що випарувалася з площі випадкового розливу:

$$g = \beta \cdot K \cdot D_t \cdot \frac{M}{V_t} \cdot P_{нас} \cdot F, \text{ г/с}, \quad (5.5)$$

де  $\beta$  – коефіцієнт, що враховує вплив швидкості й температури повітряного потоку;

$K$  – коефіцієнт випаровуваності;

$P_{нас}$  – тиск пари при температурі поверхні рідини, що випаровується, Па;

$F$  – площа випаровування,  $\text{м}^2$ .

Значення коефіцієнта  $\beta$  визначаємо за таблицею 5.2.

Таблиця 5.2 – Значення коефіцієнта  $\beta$ .

Швидкість повітряного потоку над поверхнею рідини, $V_B$ , м/с	Розрахункова температура повітря, $^\circ\text{C}$				
	10	15	20	30	35
0,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
0,2	3,0	2,6	2,4	1,8	1,6
0,5	4,6	3,8	3,5	2,4	2,3
1,0	6,6	5,7	5,4	3,6	3,2
Більш 1,0	10,0	8,7	7,7	5,6	4,8

Величина коефіцієнта  $K$  залежить від площі розливу (випаровування) і дорівнює:

$K = 7,5$  при  $F = 0,25 \text{ м}^2$ ;

$K = 5,45$  при  $F = 0,5 \text{ м}^2$ ;

$K = 3,75$  при  $F = 1 \text{ м}^2$  і більш.

Площа випаровування можна визначити за кількістю сумішей або розчинів, що розлилися, з обліком розчинників, що містяться в них. Якщо вміст розчинників буде до 70% по вазі, то 1 л розчинів займе площу, яка дорівнює  $1 \text{ м}^2$ .

Якщо безпечна організація робочого місця передбачає в місцях можливого розливу рідини влаштування різних піддонів, пристроїв, кювет і т.д., то площа випару  $F$  дорівнює їх площі.

Тиск насиченої пари встановлюється за таблицею 5.3.

Таблиця 5.3 - Визначення тиску насиченого пари

Речовина	Тиск насиченої пари	Речовина	Тиск насиченої пари
1	2	1	2
Аміак	0,59	Сірководень	1,19
Анілін	3,2	Стирол	3,6
Ацетон	2	Толуол	3,2
Бензин	2,73	Формальдегід	1,04
Бензол	2,7	Хлорбензол	3,88
Ксилол	3,7	Циклогексан	2,9
Метан	0,555	Етилен	0,975

Вагова концентрація парів дорівнює:

$$C_{ваг} = \frac{g}{V}, \text{ г/м}^3, \quad (5.6)$$

де  $C_{ваг}$  – вагова концентрація парів шкідливих і небезпечних речовин, г/м<sup>3</sup>;

$V$  – об'єм повітря, що видаляється, м<sup>3</sup>/с.

Якщо в результаті розрахунків виявиться, що  $C_{ваг} > \text{ГДК}$  або  $\text{ГДВК}$ , то при їхньому розливі можлива аварія. Виділення шкідливих і отруйних речовин більше  $\text{ГДК}$  може привести до отруєння людей.

Тому як на стадії проектування, так і при виконанні робіт необхідно здійснити безпечну організацію виробничого процесу.

До основних умов безпечної організації виробничого процесу можна віднести наступні положення:

1. Безпечне транспортування, розлив, зберігання, робота зі шкідливими й небезпечними речовинами повинна враховувати правильну їхню розфасовку.

2. На робочих місцях повинне знаходитися не більш змінної потреби небезпечних і шкідливих речовин.

3. Місця робіт і розливу повинні бути обладнані різними піддонами, пристроями, кюветами та ін. При цьому їх площа повинна розраховуватися з обліком  $\text{ГДК}$ ,  $\text{ГДВК}$ , швидкості випаровування, змінної потреби й розфасовки речовин.

4. Вентиляція на всіх робочих місцях повинна бути розрахована так, щоб в аварійних умовах, з урахуванням площі випаровування, розфасовки й змінної потреби речовин, забезпечити мінімальну швидкість повітря в

розрахунковому прорізі.

## 5.2 Приклад розрахунку

Умова задачі:

Роботи ведуться в приміщенні (у витяжній шафі) з ацетоном, розфасованим в 2-літрові банки (змінна потреба 2 літра) швидкість руху повітря над поверхнею випаровування  $V_B = 0,6$  м/с, температура повітря над поверхнею випаровування в приміщенні  $t_p = 27^\circ\text{C}$ , кількість повітря, що видаляється вентилятором  $V = 0,4$  м<sup>3</sup>/з (паспортні дані). Для ацетону ГДК =  $0,35$  г/м<sup>3</sup>.

Розв'язання:

З таблиці 5.1 для ацетону знаходимо  $\Phi_n = 2,91\%$ ;  $D_0 = 0,109$  см<sup>2</sup>/с;  $M = 58,08$ .

Визначимо нижню межу спалахування парів ацетону в г/м<sup>3</sup>:

$$C_{нмс} = 2,91 \cdot 58,08 \cdot 0,40 = 67,37 \text{ г/см}^3.$$

Тоді ГДВК дорівнює:

$$\text{ГДВК} = 0,05 \cdot 67,37 = 3,37 \text{ г/см}^3.$$

У процесі роботи, у результаті можливої аварії, ацетон розлився. У цьому випадку необхідно визначити об'єм, який займе грамоль при заданій температурі:

$$V_t = 22413 \cdot (1 + 0,00367 \cdot 27) = 24634 \text{ см}^3.$$

Коефіцієнт дифузії дорівнює:

$$D_t = 0,109 \cdot \left( \frac{273 + 27}{273} \right)^2 = 0,13 \text{ см}^2/\text{с}.$$

При розливі 2-х літрів ацетону останній, з урахуванням його властивостей займе площу  $F = 2$  м<sup>2</sup>, тоді коефіцієнт  $K = 3,75$ . Для оцінки кількості рідини, що випаровується, необхідно встановити значення коефіцієнта  $\beta$  за таблицею 5.2, з урахуванням швидкості повітряного потоку над поверхнею рідини  $V_g$  і  $t_p$ .

У даному прикладі  $V_g = 0,6$  м/с і  $t_p = 27^\circ\text{C}$ , тому методом інтерполяції визначаємо значення коефіцієнта  $\beta = 4,34$ .

З таблиці 5.3 устанавлюється для ацетону тиск насиченого пару  $P_{нас} = 2$  мм рт. ст. =  $266,7$  Па ( $1$  Па =  $0,0075$  мм рт. ст.).

Кількість рідини, що випарувалася, складе:

$$g_{\text{вип}} = 4,34 \cdot 3,75 \cdot 0,13 \cdot \frac{58,08}{24634} \cdot 266,7 \cdot 2 = 2,661 \text{ г/с.}$$

Тоді вагова концентрація парів ацетону дорівнює:

$$C_{\text{ваг}} = \frac{2,661}{0,4} = 6,65 \text{ г/см}^3.$$

Отже,  $C_{\text{ваг}} > \text{ГДК}$  і  $\text{ГДВК}$ ;  $6,65 > 0,35$  (ГДК) і  $6,65 > 3,36$  (ГДВК).

При аварійному розливі 2-х літрів ацетону шкідливі пароподібні речовини, що виділилися, можуть привести до отруєння людей, а при наявності джерела запалення до вибуху, пожежі й загибелі людей.

Для створення безпечних умов праці необхідно переглянути організацію робіт. У цьому випадку розглянемо вплив на безпеку робіт одного параметра (фактора), наприклад, умови провітрювання. Вони дозволяють видаляти повітря зі швидкістю  $V = 1,2 \text{ м}^3/\text{с}$ . З таблиці 5.2, з урахуванням температури  $t_p = 27^\circ\text{C}$  і  $V_e = 1,2 \text{ м/с}$  методом інтерполяції, установлюємо, що коефіцієнт  $\beta = 6,23$ .

Кількість рідини, що випарувалася, складе:

$$g_{\text{вип}} = 6,23 \cdot 3,75 \cdot 0,13 \cdot \frac{58,08}{24634} \cdot 266,7 \cdot 2 = 3,820 \text{ г/с.}$$

Тоді

$$C_{\text{ваг}} = \frac{3,820}{1,2} = 3,18 \text{ г/см}^3.$$

При випадковому розливі 2-х літрів ацетону, за даних умов, вибуху й пожежі відбутися не може (навмисний підпал виключається), тому що  $C_{\text{ваг}} = 3,18 < \text{ГДВК} = 3,36$ . Однак отруєння й ненормальні умови праці при розливі 2-х літрів ацетону можуть бути, тому що  $C_e = 3,187 > \text{ГДК} = 0,35$ .

Наприклад, можна змінити розфасовку ацетону й працювати не з 2-х літровими обсягами, а з обсягами в 1 літр, або 0,5 літра. У такий спосіб можна в кожному конкретному випадку, оцінюючи аварійні умови праці, розробити основні безпечні параметри виробничого процесу й забезпечити безпеку життєдіяльності.

## ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 6 РОЗРАХУНОК ЗАГАЛЬНООБМІННОЇ ВЕНТИЛЯЦІЇ ВИРОБНИЧОГО ПРИМІЩЕННЯ

**Умова:** Знайти положення нейтральної зони у ковальсько-термічному відділенні (рис. 6.1). Температура повітря у верхніх аераційних прорізів приймається рівною  $+30^{\circ}\text{C}$ , температура зовнішнього повітря  $-10^{\circ}$ .

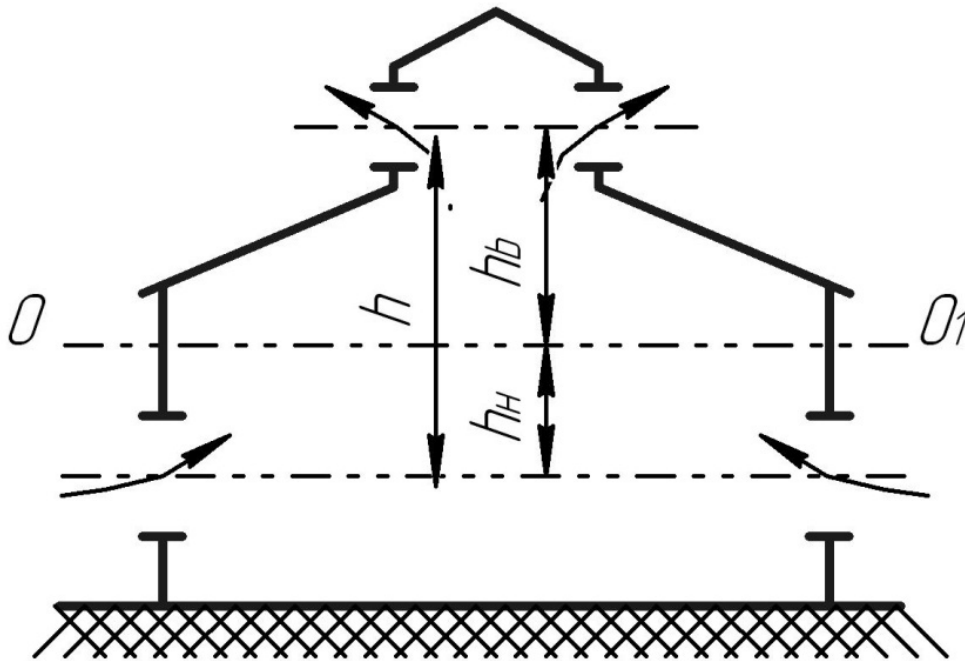


Рисунок 6.1 – Положення нейтральної зони 001.

Обчислити величину теплового напору, що змушує повітря рухатися у напрямках, зазначених на рис. 6.1, і швидкість його руху у нижніх і верхніх прорізах.

Визначити кількість повітря, що надходить до приміщення і видаляється з нього при даній різниці температур зовнішнього і внутрішнього повітря. Сумарна площа верхніх прорізів у літтарях  $F_B = 80\text{ м}^2$ , сумарна площа нижніх прорізів у літтарях  $F_H = 120\text{ м}^2$ , коефіцієнт, що враховує стиснення потоку повітря при проходженні його через отвір, приймається рівним  $\psi = 0,6$ . Відстань між геометричними осями нижніх і верхніх прорізів  $h = 8\text{ м}^2$ .

**Рішення.** Положення нейтральної зони визначаємо двома способами: відстанню нейтральної зони від геометричної вісі нижнього прорізу  $h_H$  і відстанню нейтральної зони від геометричної вісі верхнього прорізу  $h_B$ . Знаючи, що відстань між геометричними осями аераційних прорізів  $h = h_H + h_B$ , розрахунок проводимо за наступними формулами:



$$h_H = \frac{h}{\left(\frac{F_H}{F_B}\right)^2 \cdot \left(\frac{\gamma_{ЗОВ}}{\gamma_{ВН}} + 1\right)}, \text{ м}, \quad (6.1)$$

$$h_B = \frac{h}{\left(\frac{F_B}{F_H}\right)^2 \cdot \left(\frac{\gamma_{ВН}}{\gamma_{ЗОВ}} + 1\right)}, \text{ м}, \quad (6.2)$$

де  $\gamma_{ЗОВ}$  – питома вага зовнішнього повітря при відповідній температурі,  $\text{кг/м}^3$ ,

$\gamma_{ВН}$  – питома вага внутрішнього повітря при температурі приміщення,  $\text{кг/м}^3$ .

Визначаємо питому вагу повітря за формулою:

$$\gamma = \frac{353}{t + 273}, \text{ кг/м}^3, \quad (6.3)$$

де  $t$  – температура повітря,  $^{\circ}\text{C}$ .

Тоді питома вага зовнішнього та внутрішнього повітря дорівнює:

$$\gamma_{ЗОВ} = \frac{353}{30 + 273} = 1,165 \text{ кг/м}^3,$$

$$\gamma_{ВН} = \frac{353}{-10 + 273} = 1,342 \text{ кг/м}^3.$$

Спочатку визначаємо величину  $h_H$ , підставляючи в формулу значення параметрів:

$$h_H = \frac{8}{\left(\frac{120}{80}\right)^2 \cdot \left(\frac{1,342}{1,165} + 1\right)} = 1,65 \text{ м}.$$

Потім знаходимо відстань від геометричної вісі верхніх прорізів до нейтральної зони:

$$8 = h_B + 1,65, \text{ звідки } h_B = 8 - 1,65 = 6,35 \text{ м}.$$

Величину теплового напору визначаємо за формулою:

$$H = h(\gamma_{ЗОВ} - \gamma_{ВН})g, \text{ Па}, \quad (6.4)$$

де  $g = 9,81$  – коефіцієнт для переведення мм вод. ст. в Па.

Тоді розраховуємо величину теплового напору:

$$H = 8000(1,342 - 1,165)9,81 \approx 13877 \text{ Па}.$$

Швидкість руху повітря в прорізах визначаємо за наступними формулами:

а) у нижньому прорізі

$$V_H = \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot h_H \cdot (\gamma_{ЗОВ} - \gamma_{ВН})}{\gamma_{ВН}}}, \text{ м/с}, \quad (6.5)$$

б) у верхньому прорізі

$$V_B = \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot h_B \cdot (\gamma_{ЗОВ} - \gamma_{ВН})}{\gamma_{ВН}}}, \text{ м/с}. \quad (6.6)$$

Розрахуємо швидкість руху повітря в прорізах

а) у нижньому прорізі

$$V_H = \sqrt{\frac{2 \cdot 9,81 \cdot 1,65 \cdot (1,342 - 1,165)}{1,342}} \approx 2,1 \text{ м/с},$$

б) у верхньому прорізі

$$V_B = \sqrt{\frac{2 \cdot 9,81 \cdot 6,35 \cdot (1,342 - 1,165)}{1,342}} \approx 4,3 \text{ м/с}.$$

Обсяг повітря, що видаляється з приміщення під дією теплового напору, визначається за формулою

$$L = F'_B \cdot V_B \cdot 3600 = F_B \cdot V_B \cdot \psi \cdot 3600, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (6.7)$$

де  $F'_B$  – площа аераційних прорізів у ліхтарях, зменшена у наслідок стиснення потоку повітря при проходженні його через отвір,  $F'_B = F_B \cdot \psi$ ;

$\psi$  – коефіцієнт, що враховує стиснення потоку повітря при проходженні через отвір.

Підставляючи цифрові значення в формулу, отримаємо

$$L = 80 \cdot 0,6 \cdot 4,3 \cdot 3600 = 743040 \text{ м}^3/\text{год}.$$

## ПРАКТИЧНА РОБОТА №7 РОЗРАХУНОК ВЕНТИЛЯЦІЙНОГО ОБ'ЄМУ ПОВІТРЯ

**Умова:** В приміщенні технічного обслуговування автомобілів потрібно визначити вентиляційний об'єм повітря під впливом теплових надлишків і повітря при наступних даних.

Аеродинамічні коефіцієнти: нижніх фрамуг  $k_1 = 0,5$ ,  $k_3 = -0,5$ ; для верхніх фрамуг  $k_2 = 0,4$ ,  $k_4 = -0,6$ .

Площі фрамуг: нижніх –  $f_1 = 10 \text{ м}^2$ ,  $f_3 = 20 \text{ м}^2$ ; верхніх –  $f_2 = 15 \text{ м}^2$ ,  $f_4 = 25 \text{ м}^2$ . Відстань вісі фрамуг від рівня підлоги  $l_1 = 1,5 \text{ м}$ ,  $l_2 = 8 \text{ м}$ ,  $l_3 = 1 \text{ м}$ ,  $l_4 = 10 \text{ м}$ .

Температура зовнішнього повітря  $t_{ЗОВ} = 20^\circ \text{С}$ , температура повітря у приміщенні  $t_{ПРИМ} = 25^\circ \text{С}$ , температура видаленого із приміщення повітря  $t_{ВИД} = 43^\circ \text{С}$ . Барометричний тиск  $p_{БАР} = 745 \text{ мм рт. ст.} \approx 108 \cdot 10^3 \text{ Па}$ . Середня швидкість повітря  $V_{П} = 2,8 \text{ м/с}$ . Динамічний тиск повітря  $p_{П} = 0,49 \text{ Па}$ .

Під час відкриття фрамуг працює механічна витяжна вентиляція. Продуктивність системи механічного потоку  $G_{ПР} = 5,7 \text{ кг/с}$ , а системи механічної витяжки  $G_{ВИТ} = 11,5 \text{ кг/с}$ .

**Рішення.** Під впливом теплових надлишків, повітря і механічної витяжки у приміщенні встановлюється внутрішній надмірний тиск, відмінний по висоті цеху. Для визначення вентиляційного обміну приймаємо величину надмірного тиску на підлозі приміщення  $p_{НАД} = -0,2 \text{ Па}$ . Тоді надмірний тиск у поверхнях центрів фрамуг буде більше на величину добутку висоти центра фрамуг над підлогою на різницю щільності зовнішнього повітря і повітря усередині приміщення:

$$p_{nНАД} = p_{НАД} + l_n (\gamma_{ЗОВ} - \gamma_{СЕР.ПРИМ}), \text{ Па}, \quad (6.4)$$

$$\gamma_{ЗОВ} - \gamma_{СЕР.ПРИМ} = 1,181 - 1,126 = 0,055 \text{ кг/м}^3,$$

тоді

$$p_{1НАД} = -0,2 + 1,5 \cdot 0,055 \cdot 10^5 = -0,1175 \text{ Па};$$

$$p_{2НАД} = -0,2 + 8,0 \cdot 0,055 \cdot 10^5 = +0,2400 \text{ Па};$$

$$p_{3НАД} = -0,2 + 1,0 \cdot 0,055 \cdot 10^5 = -0,1450 \text{ Па};$$

$$p_{4НАД} = -0,2 + 10,0 \cdot 0,055 \cdot 10^5 = +0,3500 \text{ Па}.$$

Тиски розрядження, що утворюються вітром в центрах фрамуг, визначаються за формулами:

$$k_1 \cdot p_B = 0,5 \cdot 0,49 = +0,245; \quad k_2 \cdot p_B = 0,4 \cdot 0,49 = +0,196;$$

$$k_3 \cdot p_B = -0,5 \cdot 0,49 = -0,245; \quad k_4 \cdot p_B = -0,6 \cdot 0,49 = -0,294.$$

Величини надмірних тисків усередині приміщення і тиск вітру зовні показані на рис. 6.2.

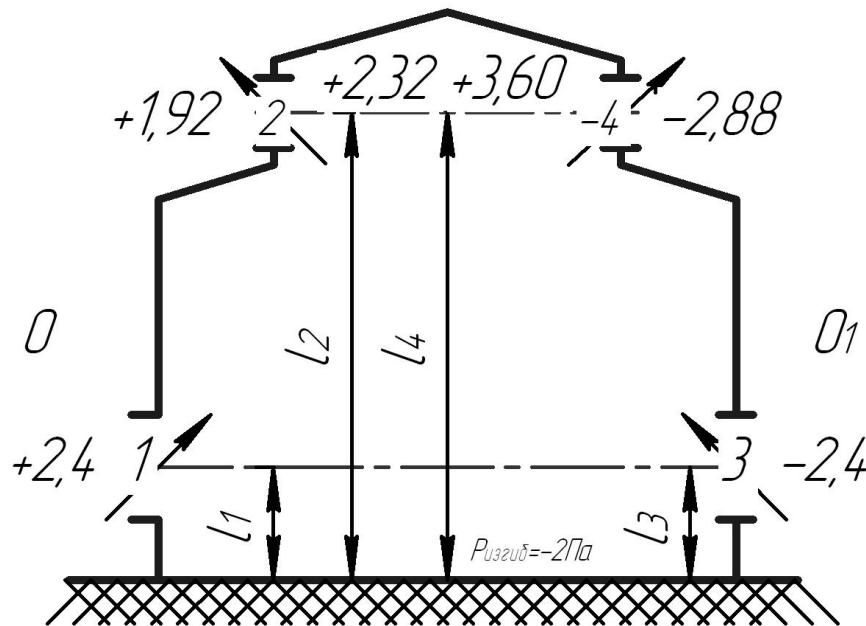


Рисунок 6.2 – Розташування фрамуг.

У першій фрамузі тиск вітру рівний  $24 \cdot 10^3$  Па, а усередині приміщення розрядження дорівнює  $24 \cdot 10^3$  Па, отже фрамуга 1 буде працювати на приплив.

Визначаємо різницю тиску і швидкості руху повітря в фрамугах фрамуга 1

$$0,245 - (-0,1175) = 0,3625 = \frac{V_1^2}{2g} \gamma_{20^\circ}, \text{ звідки } V_1 = 2,45 \text{ м/с};$$

фрамуга 2

$$0,24 - 0,196 = 0,044 = \frac{V_2^2}{2g} \gamma_{43^\circ}, \text{ звідки } V_2 = 0,837 \text{ м/с};$$

фрамуга 3

$$-0,145 - (-0,245) = 0,1 = \frac{V_3^2}{2g} \gamma_{25^\circ}, \text{ звідки } V_3 = 1,29 \text{ м/с};$$

фрамуга 4

$$0,35 - (-0,294) = 0,644 = \frac{V_4^2}{2g} \gamma_{43^\circ}, \text{ звідки } V_4 = 0,99 \text{ м/с}.$$

Складаємо баланс повітрообміну:

$$G_{\text{ПР}} + 0,65(V_1 \cdot f_1 + V_3 \cdot f_3) \gamma_{\text{ЗОВ}} = G_{\text{ВИГ}} + 0,65(V_2 \cdot f_2 + V_4 \cdot f_4) \gamma.$$

Підставляючи значення параметрів, одержимо:

$$5,7 + 0,65(2,45 \cdot 10 + 1,29 \cdot 20)1,81 = 11,5 + 0,65(0,837 \cdot 15 + 0,99 \cdot 25)1,095,$$

тобто що,  $44,3 > 38,0$  кг/с.

Через порівняльно невелике розходження балансу повітрообміну розрахунок цим можна закінчити і заключні результати записати в таблицю.

Витрату повітря визначаємо за формулою  $0,65 \cdot V \cdot \gamma_{\text{ЗОВ}}$ .

**ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ**

1. Желібо Є. П. Безпека життєдіяльності: Навч. посібник. – К.: Каравела, 2005. – 344 с.
2. Джигирей В. С. Безпека життєдіяльності: Підручник. – Вид 4-те, допов. – Львів: Афіша, 2001. – 256 с.
3. Яким Р. С. Безпека життєдіяльності людини: Навч. посібник. – Львів "Бескид Біт", 2005. – 304 с.
4. Бедрій Я. Безпека життєдіяльності. – Львів: Афіша, 1998. – 275 с.
5. Лапін В. М. Безпека життєдіяльності людини. – Львів: Львівський банківський коледж, 1998. – 192 с.
6. Пістун І. П. Безпека життєдіяльності. – Суми: Університетська книга, 1999. – 301 с.

ЕЛЕКТРОННЕ НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ВИДАННЯ

**Висоцький** Сергій Павлович  
**Грабар** Олена Вікторівна  
**Кутовий** Віталій Олександрович

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ  
З ДИСЦИПЛІНИ «БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ»  
(ДЛЯ СТУДЕНТІВ УСІХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ)**

Підписано до випуску \_\_. \_\_. 20\_\_ р. Гарнітура Times New.  
Умов. друк. арк. \_\_\_\_\_. Зам. № \_\_\_\_\_.

---

Державний вищий навчальний заклад  
«Донецький національний технічний університет»  
Автомобільно-дорожній інститут  
84646, м. Горлівка, вул. Кірова, 51  
E-mail: druknf@gambler.ru

Редакційно-видавничий відділ

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців, виготовників і розповсюджувачів  
видавничої продукції ДК № 2982 від 21.09.2007р.