

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

Навчально-науковий інститут пожежної та техногенної безпеки

Кафедра державного нагляду у сфері пожежної та техногенної безпеки

**Пожежна безпека будівель та споруд
Методичні вказівки
до виконання курсового проекту
на тему: «Розрахунок систем протидимного захисту будівель»**

Рекомендовано до друку кафедрою
державного нагляду у сфері пожежної
та техногенної безпеки НУЦЗ України
(протокол від 25 серпня 2025 № 1)

Укладачі: Ю. А. Отрош, Н. В. Рашкевич

Рецензент: кандидат технічних наук, доцент **О. Б. Васильєв**, начальник
Дарницького районного управління Головного управління
Державної служби України з надзвичайних ситуацій у м. Києві.

Пожежна безпека будівель та споруд: методичні вказівки до виконання
курсowego проекту на тему: «Розрахунок систем протидимного захисту
будівель» / Укладачі: Ю.А. Отрош, Н.В. Рашкевич. Ч.: НУЦЗУ, 2025. – 38 с.

В методичних вказівках викладені вимоги та зміст розділів при
виконанні курсового проекту з навчальної дисципліни «Пожежна
безпека будівель та споруд» для здобувачів вищої освіти, які
навчаються на другому (магістерському) рівні вищої освіти
Національного університету цивільного захисту України, галузь знань
26 «Цивільна безпека».

1 ВИМОГИ ДО КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

При виконанні курсового проекту слід користуватися нормативними актами з питань пожежної безпеки, що діють в Україні, підручниками та цими методичними вказівками.

Пояснювальна записка виконується комп'ютерним текстом об'ємом 25–30 арк. Титульний лист роботи містить тему проекту, прізвище та ініціали його виконавця.

На початку пояснювальної записки підшивається завдання, що видається викладачем кафедри.

Зміст роботи повинен відображати вміння здобувача вищої освіти працювати зі спеціальною літературою, державними будівельними нормами, узагальнювати та аналізувати заходи протидимного захисту об'єктів.

Враховуючи досвід практичної роботи органів державного нагляду у сфері пожежної безпеки дозволяється запропонувати з відповідним обґрунтуванням своє інженерне рішення з забезпечення безпеки людей, запобігання або обмеження розповсюдження диму, а також створення умов для успішного гасіння пожежі.

В розрахунках розмірності фізичних величин подаються в одиницях Міжнародної системи (СІ).

Кожен розділ курсового проекту розпочинається з нової сторінки.

Зміст розділів ілюструється рисунками або схемами, що їх пояснюють.

До пояснювальної записки додається графічна частина курсового проекту.

Вибір варіанту курсового проекту здійснюється відповідно до останньої цифри залікової книжки слухача (додатки 3,4).

Курсовий проект подається викладачеві або методисту факультету (для заочної форми здобуття освіти) згідно з графіком навчального процесу.

2 ЗМІСТ ТА МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

Курсовий проект складається з пояснювальної записки та графічної частини. Пояснювальну записку складають вступ та розділи проекту.

Вступ повинен містити назву та адресу об'єкта, його функціональне призначення, дані про пожежі, що виникли на подібних об'єктах за останні 2-3 роки в Україні, а також задачі органів державного нагляду у сфері пожежної безпеки по проведенню заходів із забезпечення пожежної безпеки об'єкта, їх обґрунтування законодавчими актами. Об'єм вступу до 2-х сторінок.

3 РОЗДІЛИ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

3.1 Протидимний захист будівлі

При експертизі протидимного захисту об'єкту треба дати характеристику діючого захисту і порівняти прийняті рішення з вимогами нормативних актів з питань пожежної безпеки.

Відповідно до ДСТУ 2272-2006 Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять, протидимний захист (ПДЗ) – комплекс організаційних заходів і технічних засобів, спрямованих на запобігання впливу на людей диму, підвищеної температури та токсичних продуктів горіння.

Сучасні тенденції у галузі проектування та будівництва об'єктів передбачають будівництво будівель підвищеної поверховості, в тому числі із масовим перебуванням людей. Пожежі в подібних будовах, при незабезпеченості їх протидимним захистом, приймають затяжний характер, вимагають додаткового залучення сил та засобів на евакуацію людей і гасіння пожежі. Самостійна евакуація людей при цьому виключається, бо продукти горіння поширюючись по будові блокують евакуаційні шляхи і виходи.

3.2. Методика розрахунку систем штучного димовидалення

Димові гази, що видаляються системою, розраховують з урахуванням продуктів горіння, що надходять у коридор з палаючого приміщення, витрат повітря через відкритий дверний проріз у коридорі палаючого поверху і підсмоктування повітря через нещільності шахти димовидалення і закриті клапани на « непалаючих» поверхах будинку.

Методика розрахунку систем димовидалення із коридорів та холів полягає в наступному:

1. Визначаємо витрати диму, який треба видалити із коридору або холу:
- для житлових будинків:

$$G_{\text{В}}^{\text{Ж}} = 3420 B n H_{\text{Д}}^{1,5}, \text{ кг/год}; \quad (3.1)$$

- для громадських, адміністративних та виробничих будівель та споруд:

$$G_{\text{В}}^{\text{Г В}} = 4300 B n H_{\text{Д}}^{1,5} K_{\text{Д}}, \text{ кг/год}, \quad (3.2)$$

де: В – ширина дверей, що відчиняються на виході із коридору або холу до сходових клітин або ззовні, м;

п – коефіцієнт, який залежить від ширини дверей, і визначається за табл. 3.6;

Таблиця 3.1 - Значення коефіцієнта n

Будівлі та споруди	Коефіцієнт n при значені В в м				
	0,6	0,9	1,2	1,8	2,4
Житлові	1,00	0,82	0,70	0,51	0,41
Громадські та виробничі	1,05	0,91	0,80	0,62	0,5

H_d – висота дверей, м: при $H_d < 2$ м - приймати $H_d = 2$ м;

при $H_d > 2,5$ м - приймати $H_d = 2,5$ м;

K_d – коефіцієнт, який залежить від частоти відкривання дверей:

$K_d = 1$ - при евакуації 25 чол. і більше через одні двері;

$K_d = 0,8$ - при евакуації менше ніж 25 чол. через одні двері.

2. Вибираємо димовий клапан і визначаємо його площу вільного перетину $S_{дк}$, м² за табл. 3.2.

Таблиця 3.2 - Площа вільного перетину клапанів димовидалення

Клапан	Площа вільного перетину, $S_{дк}$, м ²
КПДШГ – 25	0,25
КПДШВ – 25	0,25
КПДШК – 25	0,25
КПДШК – 30	0,30
КПДШВ – 35	0,35
КПДШВ – 40	0,40
КДП – 5	0,20
КЕ – 1	0,20

3. Визначаємо масову швидкість диму в перетині димового клапану, V_m :

$$V_m = \frac{G_B}{S_{дк}}, \text{ кг/с м}^2 \quad (3.3)$$

4. Визначаємо втрати тиску в димовому клапані:

$$\Delta P_1 = K_T(z_1 + z_2) \frac{V_m^2}{2\rho}, \text{ Па} \quad (3.4)$$

де: K_T – поправочний коефіцієнт для коефіцієнтів місцевих опорів z , який визначається за табл.3.3;

z_1 – коефіцієнт опору тиску входу в димовий клапан, який визначається за табл.3.4;

z_2 – коефіцієнт опору приєднання димового клапану до шахти, який визначається за табл. 3.5;

ρ – густина диму для коридорів та холів, приймається 0,61 кг/м³.

Таблиця 3.3 - Поправочний коефіцієнт для коефіцієнтів місцевих опорів z

K_t	Температура газу, °C
0,66	300
0,55	450
0,45	600

Таблиця 3.4 - Коефіцієнт опору тиску входу в димовий клапан

z_1	Кут входу, °
2,2	90
1,32	45

Таблиця 3.5 - Коефіцієнт опору приєднання димового клапану до шахти

z_2	Клапан
0,3	КПДШ
0,2	КДП - 5, КЕ - 1

5. Визначаємо площу перетину димової шахти, $S_{дш}$.

6. Визначаємо масову швидкість диму в димовій шахті:

$$V_{ш} = \frac{G_B}{S_{дш}}, \text{ кг/с м}^2 \quad (3.5)$$

7. Визначаємо швидкісний тиск в димовій шахті:

$$P_{дш} = \frac{V_{дш}^2}{2\rho}, \text{ Па} \quad (3.6)$$

8. Визначаємо втрати тиску в димовій шахті:

$$\Delta P_2 = K_{тр} \Delta P_{тр} K_6 l, \text{ Па} \quad (3.7)$$

де: $K_{тр}$ – коефіцієнт тертя, який визначається за табл. 3.6;

$\Delta P_{тр}$ – втрати тиску на тертя, який визначається за табл.3.7;

K_6 – коефіцієнт, який залежить від будівельного матеріалу шахти димовидалення, який визначається за табл. 3.8.

Таблиця 3.6 - Коефіцієнт тертя

$K_{тр}$	Температура диму, °C
9,6	300
8,0	450
6,45	600

Таблиця 3.7 - Втрати тиску на тертя

Швидкісний тиск, $P_{дш}$, Па	Витрати тиску на тертя, $\Delta P_{тр}$, Па при перетині димової шахти, м ²			
	0,25	0,35	0,5	0,7
30	0,10	0,09	0,06	0,06
40	0,13	0,11	0,08	0,07
50	0,16	0,14	0,10	0,09
60	0,19	0,17	0,12	0,11
70	0,22	0,19	0,14	0,12
80	0,25	0,22	0,16	0,14
90	0,28	0,24	0,18	0,16
100	0,31	0,27	0,20	0,17
110	0,34	0,29	0,22	0,19
120	0,37	0,32	0,24	0,20
130	0,40	0,34	0,26	0,21
140	0,43	0,37	0,27	0,22
150	0,46	0,39	0,29	0,25
160	0,49	0,41	0,31	0,26
170	0,52	0,45	0,33	0,28
180	0,55	0,47	0,35	0,30
190	0,58	0,49	0,37	0,31
200	0,61	0,54	0,40	0,33

Таблиця 3.8 - Коефіцієнт, який залежить від будівельного матеріалу шахти димовидалення

K_6	Матеріал
1,7	Бетон, шлакобетон
2,1	Цегла
2,7	Штукатурка по сітці
1,0	Сталеві повітроводи

9. Визначаємо загальні втрати тиску:

$$\Delta P_3 = \Delta P_1 + \Delta P_2, \text{Па} \quad (3.8)$$

10. Визначаємо витрати диму через нещільності димового клапану на верхньому поверсі:

$$G_k = 0,0112(S_{дк} \Delta P_3)^{0,5}, \text{кг/с} \quad (3.9)$$

11. Визначаємо відсоткове відношення :

$$\frac{G_k}{G_B} 100\% \quad (3.10)$$

12. Визначаємо збільшення густини суміші диму і повітря в димовій шахті за табл. 3.9.

Таблиця 3.9 - Збільшення щільності суміші диму і повітря в димовій шахті

$\frac{G_k}{G_B} 100\%$	3,2	3,0	2,8	2,6	2,4	2,2	2,0	1,8	1,6
$\Delta\rho_{д,к}$ г/м ³	0,01	0,009	0,008 4	0,007 8	0,007 2	0,006 6	0,006 1	0,005 5	0,004 9

13. Визначаємо густину диму у гирлі димової шахти:

$$\rho_{\Gamma} = 0,61 + \Delta\rho_{д} (N_{\Pi} - 1), \text{ кг/м}^3 \quad (3.11)$$

де: N_{Π} – кількість поверхів будівлі або ділянок системи димовидалення.

14. Визначаємо витрати диму у гирлі димової шахти:

$$G_{\Gamma} = \frac{0,81 G_B \rho_{\Gamma}}{1 - 0,83 \rho_{\Gamma}}, \text{ кг/с} \quad (3.12)$$

15. Визначаємо масову швидкість у гирлі шахти:

$$V_{\Gamma} = \frac{G_{\Gamma}}{S_{дш}}, \text{ кг/см}^2 \quad (3.13)$$

16. Визначаємо швидкісний тиск в гирлі шахти:

$$P_{\Gamma} = \frac{V_{\Gamma}^2}{2\rho_{\Gamma}}, \text{ Па} \quad (3.14)$$

17. Визначаємо коефіцієнт опору всієї димової шахти:

$$z_{дш} = \frac{9,6 \Delta P_{\Gamma p} K_{\sigma} l}{P_{\Gamma}} + 0,3 K_T (N_{\Pi} - 1) \quad (3.15)$$

де: $K_T = 0,75$ – коефіцієнт зниження температури та підвищення густини диму.

18. Визначаємо втрати тиску в шахті:

$$\Delta P_{\text{ш}} = 0,5(P_{\text{дш}} + P_{\text{Г}})z_{\text{дш}} + \Delta P_{\text{з}}, \text{Па} \quad (3.16)$$

19. Визначаємо втрати тиску в повітроводі приєднання димової шахти до вентилятора:

$$\Delta P_{\text{в}} = 9,6\Delta P_{\text{тр}}K_{\text{с}}l_{\text{в}} + \sum zK_{\text{т}}P_{\text{Г}}, \text{Па} \quad (3.17)$$

де: $K_{\text{т}} = 0,75$ – коефіцієнт, який враховує зміну температури в повітроводі;

$\sum z = 0,5$ – сумарний коефіцієнт опору повітровода.

20. Визначаємо опір системи до вентилятора:

$$\Delta P_{\text{с}} = \Delta P_{\text{ш}} + \Delta P_{\text{в}}, \text{Па} \quad (3.18)$$

21. Визначаємо підсмоктування повітря через нещільності шахти:

$$G_{\text{п}} = G_{\text{п,с}}\Pi_{\text{с}}l_{\text{с}} + G_{\text{п,п}}\Pi_{\text{п}}l_{\text{п}} + 0,1(G_{\text{Г}} - G_{\text{в}}), \text{кг/с} \quad (3.19)$$

де: $G_{\text{п,с}}$ – питоме підсмоктування повітря через нещільності шахти і повітроводу із сталевих листів або монолітного залізобетону, приймається по класу П за табл. 3.10;

$G_{\text{п,п}}$ – питоме підсмоктування повітря через нещільності шахти і повітроводу із плит або цегли, приймається по класу Н за табл.3.15;

$\Pi_{\text{с}}, \Pi_{\text{п}}$ – периметр перерізу, м.

Для прямокутних повітроводів вводиться коефіцієнт 1,1.

22. Визначаємо загальні витрати диму:

$$\Sigma G = G_{\text{Г}} + G_{\text{п}}, \text{кг/с} \quad (3.20)$$

Таблиця 3.15 - Питоме підсмоктування повітря

Клас пов.	Статичний тиск в місці приєднання повітроводу до вентилятора, $\Delta P_{\text{с}}$, Па										
во-	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200
дів	Питоме підсмоктування провітря, $G_{\text{п,с(п)}} \cdot 10^{-3}$ кг/с м ²										
П	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0
Н	1,2	1,9	2,5	3,1	3,6	4,0	4,5	4,8	5,4	5,7	6,0

23. Визначаємо кількість збільшення витрат:

$$K = \frac{\Sigma G}{G} \quad (3.21)$$

24. Визначаємо кількість разів збільшення сумарних витрат тиску на

всмоктувані:

$$K_i = \frac{1 + K^2}{2} \quad (3.22)$$

25. Визначаємо сумарні втрати тиску:

$$\sum \Delta P = \Delta P_c \cdot K_i, \text{ Па} \quad (3.23)$$

26. Визначаємо густину диму перед вентилятором:

$$\sum \rho = \left[\frac{\sum G}{\frac{G_B}{0,61} + \frac{(\sum G - G_B)}{1,2}} \right], \text{ кг/м}^3 \quad (3.24)$$

27. Визначаємо температуру диму:

$$t_d = \frac{(353 - 273 \sum \rho)}{\sum \rho}, ^\circ\text{C} \quad (3.25)$$

28. Визначаємо природний тиск:

$$\Delta P_{пр} = H(\gamma_n - \gamma_d) + H_B(\gamma_n - \gamma_r), \text{ Па} \quad (3.26)$$

де: H, H_B – відстань від рівня землі до відмітки розміщення вентилятора та від відмітки розміщення вентилятора до верхньої точки повітроводу видалення диму, м;

$\gamma_n = 3463/(273 + t_n)$ – питома вага диму за нормальних умов, Н/м^3 ;

$\gamma_r = 9,81 \cdot \sum \rho$ – питома вага диму у гирлі системи, Н/м^3 ;

$\gamma_d = 4,9 (\sum \rho + 0,61)$ – питома вага диму, Н/м^3 .

29. Визначаємо тиск на вентиляторі:

$$\Delta P_B = \sum \Delta P - \Delta P_{пр}, \text{ Па} \quad (3.27)$$

30. Визначаємо необхідну продуктивність вентилятора:

$$L_B = \frac{3600 \sum G}{\sum \rho}, \text{ м}^3/\text{год} \quad (3.28)$$

31. Визначаємо необхідний тиск на вентиляторі:

$$P_B = \frac{1,2 \Delta P_B}{\sum \rho}, \text{ Па} \quad (3.29)$$

Виходячи із визначених параметрів обладнання системи протидимного захисту, треба зробити висновок про відповідність прийнятого обладнання вимогам нормативних актів або запропонувати свій варіант системи ПДЗ (підбір вентилятора з електродвигуном виконується за довідниками).

3.3. Практичний розрахунок системи штучного димовидалення

Приклад 1. Розрахувати протидимний захист коридорів 12-поверхового житлового будинку.

Вихідні дані для розрахунку:

температура зовнішнього повітря в теплий період року 24,5°C.

ширина більшої створки дверей з коридору на сходову клітку 0,6 м,

висота дверей 2 м.

висота поверху 2,8 м.

Шахта з бетонних плит розмірами перерізу 0,5х0,5 м, повітропровід приєднання димової шахти до вентилятору - сталевий довжиною 4 м.

Розв'язок:

1. Визначимо витрати диму який необхідно видалити з коридору:

$$G_g = 3420 \cdot B \cdot n \cdot H_g^{1,5} = 3420 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 2^{1,5} = 5807,16 \frac{\text{кг}}{\text{год}}$$

У=0,6 м – ширина дверей з коридору в сходову клітку або назовні (більшої створки двостворкових дверей за умовою).

n=1 – коефіцієнт залежний від ширини дверей (по табл. 3.1)

H_g=2 м – висота дверей (за умовою).

2. Вибираємо димовий клапан КДП–5 із площею вільного перетину 0,2 м² (по табл. 3.2).

3. Визначимо масову швидкість диму в димовому клапані:

$$V_{\text{ок}} = \frac{G_g}{S_{\text{ок}}} = \frac{1,61}{0,2} = 8,05 \frac{\text{кг}}{\text{с} \cdot \text{м}^2}$$

4. Визначаємо втрати тиску в димовому клапані:

$$\Delta P_1 = K_T (Z_1 + Z_2) \cdot \frac{V_{\text{дж}}^2}{2\rho} = 0,66 \cdot (1,32 + 0,2) \cdot \frac{6480}{1,22} = 53,3 \text{ Па}$$

K_T = 0,66 при t = 300 °C – поправочний коефіцієнт місцевих опорів (табл. 3.3);

Z₁ = 1,32 (при куті входу 45° - по табл. 3.4) для клапана КДП – 5
10 коефіцієнт опору тиску входу в димовий канал;

$Z_2 = 0,2$ (табл. 3.5 для клапана КДП - 5) по таблиці – коефіцієнт опору приєднання клапана до шахти;

$\rho = 0,61 \text{ кг/м}^3$ – густина диму прийнята для коридорів і холів.

5. Визначаємо площу поперечного перерізу шахти (проектуємо, задаємо) розмірами $0,5 \times 0,5 \text{ м}$ прямокутного перетину $S_{\text{дш}} = 0,5 \times 0,5 = 0,25 \text{ м}^2$.

6. Масова швидкість у перетині шахти:

$$V_{\text{дш}} = \frac{G_{\text{в}}}{S_{\text{дш}}} = \frac{1,61}{0,25} = 6,44 \frac{\text{кг}}{\text{с} \cdot \text{м}^2}$$

7. Швидкісний тиск у димовій шахті:

$$P_{\text{дш}} = \frac{V_{\text{дш}}^2}{2\rho} = \frac{41,47}{2 \cdot 0,61} = 34 \text{ Па}$$

8. Втрати тиску в димовій шахті на 1-ій ділянці до димового клапана на наступному поверсі:

$$\Delta P_2 = K_{\text{тр}} \cdot \Delta P_{\text{тр}} \cdot K_6 \cdot l = 9,6 \cdot 0,11 \cdot 2,8 \cdot 1,7 = 5,03 \text{ Па}$$

$K_{\text{тр}} = 9,6$ – коефіцієнт тертя для $t = 300^\circ\text{C}$ (по таблиці 3.6);

$\Delta P_{\text{тр}} = 0,11$ ін $P_{\text{дш}} = 33,9 \text{ Па}$ і $S_{\text{дш}} = 0,25 \text{ м}^2$ по таблиці 3.7 – втрати тиску на тертя;

$K_6 = 1,7$ (для бетону по таблиці 3.8) – коефіцієнт, що залежить від будівельного матеріалу;

$l = 2,8 \text{ м}$ – довжина i -ї ділянки шахти (до наступного поверху).

9. Загальні втрати тиску:

$$\Delta P_3 = \Delta P_1 + \Delta P_2 = 53,29 + 5,03 = 58,32 \text{ Па}$$

10. Втрати диму через нещільності димового клапана на верхньому поверсі:

$$G_{\text{к}} = 0,0112(S_{\text{ок}} \cdot \Delta P_3)^{0,5} = 0,0112(0,2 \cdot 58,32)^{0,5} = 0,038 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

11. Визначаємо процентне відношення втрати диму через нещільності димового клапана до загальної втрати диму

$$\frac{G_{\text{к}}}{G_{\text{в}}} \cdot 100\% = \frac{0,038}{1,61} \cdot 100 = 2,36\%$$

12. Збільшення густини суміші диму і повітря в димовій шахті:

$\Delta \rho_{\text{д}} = 0,0071 \text{ кг/м}^3$ по таблиці 3.9 в залежності від процентного

співвідношення.

13. Густина диму в гирлі димової шахти

$$\rho_e = 0,61 + \Delta\rho_o (N_o - 1) = 0,61 + 0,0071 \cdot (12 - 1) = 0,69 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$N_o = 12$ кількість поверхів у будинку (ділянок системи димовидалення).

14. Витрата диму в гирлі шахти:

$$G_e = \frac{0,81 \cdot G_o \cdot \rho_e}{1 - 0,83 \cdot \rho_e} = \frac{0,81 \cdot 1,61 \cdot 0,69}{1 - 0,83 \cdot 0,69} = \frac{0,9}{0,43} = 2,09 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

15. Масова швидкість в гирлі шахти:

$$V_e = \frac{G_e}{S_{\text{гирл}}} = \frac{2,09}{0,25} = 8,36 \frac{\text{кг}}{\text{с} \cdot \text{м}^2}$$

16. Швидкісний тиск в гирлі шахти:

$$P_{yc} = \frac{V_e^2}{2\rho_e} = \frac{8,36^2}{2 \cdot 0,69} = 50,64 \text{Па}$$

17. Коефіцієнт опору всієї димової шахти:

$$Z_{\text{гирл}} = \frac{9,6 \cdot \Delta P_{mp} \cdot K_o \cdot l}{P_{yc}} + 0,3 \cdot K_T \cdot (Nn - 1) =$$
$$\frac{9,6 \cdot 0,11 \cdot 1,7 \cdot (2,8 \cdot 11)}{50,64} + 0,3 \cdot 0,75 \cdot (12 - 1) = 3,57$$

$K_T = 0,75$ – коефіцієнт зниження температури і підвищення густини диму.

18. Втрати тиску в шахті:

$$\Delta P_{\text{ш}} = 0,5(P_{\text{гирл}} + P_e) \cdot Z_{\text{гирл}} + \Delta P_z = 0,5 \cdot (34 + 50,64) \cdot 3,57 + 58,32 = 209,38 \text{Па}$$

19. Втрати тиску у повітроводі приєднання до димової шахти і вентилятора

$$\Delta P_e = 9,6 \Delta P_{Tp} \cdot K_o \cdot l_e + Z_{\Sigma} K_T \cdot P_e = 9,6 \cdot 0,11 \cdot 1 \cdot 4 + 0,5 \cdot 0,75 \cdot 50,64 = 23,21 \text{Па}$$

$K_o = 1$ – для металевого повітроводу;

$l_o = 4$ м – довжина повітроводу;

$K_m = 0,75$ – коефіцієнт, що враховує зміна температури;

$Z_{\Sigma} = 0,5$ – сумарний коефіцієнт опору повітроводу.

20. Опір системи до вентилятора:

$$\Delta P_c = \Delta P_{\text{ш}} + \Delta P_e = 209,38 + 23,21 = 232,59 \text{Па}$$

21. Підсмоктування повітря через нещільності шахти:

$$Gn = G_{nc} \cdot P_c \cdot l_c + G_{nn} \cdot P_n \cdot l_n + 0,1(G_z - G_v) = 0,0004 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 1,1 + 0,0013 \cdot 2 \cdot 30,6 \cdot 1,1 + 0,1 \cdot (2,09 - 1,61) = 0,141 \approx 0,14 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

$G_{nc} = 0,43 \cdot 10^{-3} \text{ кг/с} \cdot \text{м}^2$ – питоме підсмоктування повітря через нещільності повітроводу зі сталевих листів (табл. 3.10);

$P_c = 2 \text{ м}$ – периметр повітроводу;

$l_c = 4 \text{ м}$ – довжина повітроводу;

$G_{nn} = 0,0013 \text{ кг/с} \cdot \text{м}^2$ – питоме підсмоктування повітря через нещільності шахти з бетонних плит (табл. 3.10);

P_n – периметр шахти, м;

l_n – довжина шахти, м.

22. Визначаємо загальні витрати диму до вентилятора

$$\Sigma G = G_z + Gn = 2,09 + 0,14 = 2,23 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

G_r – витрата диму в гирлі шахти.

23. Відношення збільшення витрати

$$K = \frac{\Sigma G}{G_z} = \frac{2,23}{2,09} = 1,067$$

24. Збільшення сумарних утрат тиску на підсмоктуванні

$$K_i = \frac{1 + k^2}{2} = \frac{1 + 1,07^2}{2} = 1,07$$

25. Сумарні втрати тиску на підсмоктуванні

$$\Sigma \Delta P = \Delta P_c \cdot K_i = 232,59 \cdot 1,07 = 248,87 \text{ Па}$$

26. Густина диму перед вентилятором:

$$\Sigma \rho = \frac{\Sigma G}{\frac{G_v}{0,61} + \frac{\Sigma G - G_v}{1,2}} = \frac{2,23}{2,64 + \frac{2,23 - 1,61}{1,2}} = 0,71 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

27. Температура диму перед вентилятором:

$$t_d = \frac{353 - 273 \Sigma \rho}{\Sigma \rho} = \frac{353 - 159,17}{0,71} = 224^\circ \text{C}$$

28. Природний тиск за рахунок різниці питомих ваг зовнішнього повітря і газів для теплого періоду року (параметри Б) і враховуються зі знаком "мінус":

$$\Delta P_{np} = H(\gamma_n - \gamma_o) + H_B(\gamma_n - \gamma_y) = 33,6 \cdot 173,71 + 4 \cdot 18,68 = 192,39 \text{ Па}$$

$H = 33,6 \text{ м}$ – висота димової шахти від осі димового клапана на першому поверсі до осі вентилятора;

$H_B = 4 \text{ м}$ – відстань по вертикалі від осі вентилятора до випуску диму в атмосферу;

$\gamma_n = 3463 / (273 + t_n) = 3463 / 297,5 = 11,64 \text{ Н/м}^3$ – питома вага зовнішнього повітря;

$\gamma_y = 9,81 \cdot \Sigma \rho = 9,81 \cdot 0,71 = 6,97 \text{ Н/м}^3$ – питома вага газів перед вентилятором;

$\gamma_d = 4,9(\Sigma \rho + 0,61) = 4,9(0,71 + 0,61) = 6,47 \text{ Н/м}^3$ – середня питома вага газів після вентилятора.

29. Втрати тиску для розрахунку потужності вентилятора

$$\Delta P_B = \Sigma \Delta P - \Delta P_{ест} = 248,87 - 192,39 = 56,48 \text{ Па}$$

30. Необхідна продуктивність вентилятора

$$Z_B = \frac{3600 \cdot \Sigma G}{\Sigma \rho} = \frac{3600 \cdot 2,23}{0,71} = 11307,4 \text{ м}^3 / \text{год}$$

31. Необхідний тиск на вентиляторі:

$$P_B = \frac{1,2 \Delta P_B}{\Sigma \rho} = \frac{1,2 \cdot 56,48}{0,71} = 95,46 \text{ Па}$$

В установці прийнятий радіальний даховий вентилятор ВКРС – 7,1 ДУ $z=6$ працюючий на одному валу з електродвигуном потужністю 2,2 кВт при 935 об/хв, продуктивністю 12000 м³/год, забезпечує статичний тиск 110 Па при температурі димових газів $t_b = 224^\circ \text{C}$.

3.4. Методика розрахунку підпору повітря в сходову клітину

Подачу зовнішнього повітря при пожежі для протидимного захисту будівель слід передбачати:

- в незадимлювані сходові клітки типу Н2 і Н4;
- в тамбур-шлюзи незадимлюваних сходових кліток типу Н3;
- в ліфтові шахти в будівлях з незадимлюваними сходовими клітками, якщо на виході з л/ш відсутні тамбури-шлюзи;
- в тамбур-шлюзи перед ліфтами у підвальному поверсі громадських, адміністративно-побутових та виробничих будівель;
- в тамбур-шлюзи перед сходами у підвальних поверхах з приміщеннями категорії “В”;
- в машинне відділення ліфту в будівлях категорії “А” і “Б”, якщо в ліфтовій шахті надлишковий тиск не підтримується.

При розрахунку підпору повітря в сходову клітину виходимо з умов найбільш несприятливого розвитку пожежі, а саме:

- пожежа виникає у холодний (зимовий) період (якщо швидкість вітру більше в теплий період, то розрахунок ведеться в теплий період);
- пожежа виникає у квартирі, що розташована на першому поверсі з навітряної сторони будинку;
- скло віконних прорізів у палаючій квартирі зруйновано;
- вхідні двері палаючої квартири відкриті в коридор;
- зовнішні вхідні двері сходової клітки розташовані з підвітряної сторони будинку і відкриті для евакуації людей;
- усі віконні прорізи і внутрішні двері сходової клітки, а також двері ліфтових шахт закриті;
- кабіни ліфту знаходяться на нижньому поверсі, двері в ліфтову шахту на цьому поверсі відкриті;
- зовнішні тиски на рівні всіх дверних прорізів сходової клітки і шахт ліфтів (крім палаючого поверху), а також віконних прорізів сходової клітки приймаються рівними зовнішнім тискам на цих рівнях з підвітряної сторони будинку.

Повітря слід подавати вентилятором у верхню зону сходової клітки. При визначенні розрахункового тиску, необхідного для підбору номера і типу вентилятора по довідниках, враховуємо наступне:

- місце повітрязабору розташоване з підвітряної сторони в зоні розрідження;
- тиск на закриті двері на шляхах евакуації не повинен перевищувати 150 Па;
- при русі повітря від місця повітрязабору до випуску в сходову клітину, а також по сходовій клітині виникають гідравлічні опори.

Крім цього, вентилятор повинен пересилити гравітаційний тиск, що виникає через різні значення $\rho_{\text{зовн.}}$ і $\rho_{\text{вн.}}$, і створити на рівні вхідних дверей

першого поверху надлишковий тиск не менше 20 Па.

З урахуванням вищевикладеного необхідний напір вентилятора визначається:

$$\Delta P_{\text{вент}} = \Delta P_{\text{гр.п.з.}} + \Delta P_{\text{в.1}} + \Delta P_{\text{с.к.}} + \Delta P_{\text{м}} - P_{\text{з.п.з.}}, \quad (3.30)$$

де: $\Delta P_{\text{гр.п.з.}}$ - розрахунковий гравітаційний тиск на рівні повітрязабору, Па;

$\Delta P_{\text{в.1}}$ - тиск, створюваний вентилятором на рівні входних дверей першого поверху, Па;

$\Delta P_{\text{с.к.}}$ - втрати тиску при русі повітря в сходовій клітині, Па;

$\Delta P_{\text{м}}$ - місцеві і лінійні втрати напору мережі повітропроводів, Па;

$P_{\text{з.п.з.}}$ - вітровий тиск із підвітряної сторони будинку на рівні повітрязабору, Па.

Розрахунковий гравітаційний тиск на рівні повітрязабору

$$\Delta P_{\text{гр.п.з.}} = g h_{\text{п.з.}} (\rho_{\text{зовн}} - \rho_{\text{вн}}), \quad (3.31)$$

де: $h_{\text{п.з.}}$ - висота від рівня землі при вході в сходову клітку до рівня повітрязабору, м.

Тиск, створюваний вентилятором на рівні входних дверей першого поверху визначається:

$$\Delta P_{\text{в.1}} = P_{\text{н.1}} - \Delta P_{\text{гр.1}} + \Delta P_{\text{н}}, \quad (3.32)$$

де: $P_{\text{н.1}}$ - вітровий тиск із навітряної сторони будинку на рівні першого поверху, Па;

$\Delta P_{\text{гр.1}}$ - розрахунковий гравітаційний тиск на рівні першого поверху, Па;

$\Delta P_{\text{н}}$ - нормований надлишковий тиск, приймається відповідно до вимог будівельних норм 20 Па.

Вітровий тиск на всіх рівнях визначається при розрахунковій швидкості вітру $v_{\text{в}}$:

$$P_{\text{н}}; P_{\text{з}} = k \frac{\rho_{\text{з}} \cdot v_{\text{в}}^2}{2}, \quad (3.33)$$

Аеродинамічний коефіцієнт k приймається для навітряної сторони рівним 0,8, а для підвітряної – 0,6.

Розрахункова швидкість вітру визначається по емпіричній формулі:

$$V_{\text{в.1}} = V_{\text{в.н}} \sqrt{2,5 \frac{18 + h_{\text{пр.1}}}{60 + h_{\text{пр.1}}}}, \quad (3.34)$$

де: $V_{в.н}$ - нормативна швидкість вітру, м/с;

$h_{пр.і}$ - висота від рівня землі при вході в сходову клітку до середини i -го поверху, м.

Нормативна швидкість вітру $v_{в.н}$ приймається по будівельних нормах як середня швидкість вітру за місяць січень, але не менш 5 м/с.

При визначенні гравітаційного тиску на рівні входних дверей першого поверху будинку геометрична висота $h_{пр.1}$ з припустимою для практики точністю визначається як відстань по висоті від рівня землі при вході в сходову клітку до середини першого поверху:

$$\Delta P_{гр.1} = g h_{пр.1} (\rho_{зовн} - \rho_{вн}), \quad (3.35)$$

де

$$h_{пр.1} = 0,5 h_{пов.1} + \Delta h_0, \quad (3.36)$$

Δh_0 - різниця позначок по абсолютній величині між рівнем землі при вході в сходову клітку і підлогою першого поверху, м.

Втрати тиску при русі повітря в сходовій клітці визначаються з урахуванням коефіцієнтів місцевих опорів ξ :

$$\Delta P_{с.к.} = \sum \xi_{с.к.} \frac{\rho \cdot v_{л}^2}{2}, \quad (3.37)$$

У практичних розрахунках коефіцієнт місцевого опору маршів і площадок сходової клітки в межах одного поверху приймається рівним 20:

$$\sum \xi_{с.к.} = 20 N, \quad (3.38)$$

де: N - число поверхів.

При цьому швидкість повітря в горизонтальному перетині сходової клітини визначається без врахування маршів і площадок:

$$V_{с.к.} = G_{вент} / F_{с.к.} \cdot \rho_v. \quad (3.39)$$

Гідравлічний опір мережі повітропроводів визначається з урахуванням виду матеріалу, форми, довжини і конструктивних особливостей повітропроводів:

$$\Delta P_c = \sum R_{y.c} l_{y.c} + \sum \left(\xi \frac{\rho_n V_1^2}{2} \right), \quad (3.40)$$

де: $R_{д.м.}$ - коефіцієнт лінійних втрат напору на ділянці мережі, Па/м;

$l_{д.м.}$ - довжина ділянки мережі, м;

V_i - швидкість руху повітря на i -тій ділянці мережі, м/с.

Маючи дані по зовнішніх тисках і розподілу тисків по висоті сходової клітини, можна визначити кількість повітря, що подається вентилятором.

Перепад тисків між сходовою кліткою і зовнішнім середовищем визначається по рівнянню:

$$\Delta P_{p.i} = \Delta P_{гр.i} + \Delta P_{в.i} - P_{з.i}, \quad (3.41)$$

де: $P_{з.i}$ - вітровий тиск із підвітряної сторони будинку на висоті i -го поверху, Па.

На величину $\Delta P_{p.i}$ впливає і тиск, що створює вентилятор для компенсації втрат напору при русі повітря по сходовій клітині. Однак у практичних розрахунках цією величиною нехтують, що виключає рішення задачі методом послідовних наближень. При цьому кількість повітря, яку необхідно подавати в сходову клітину, збільшують на 20 %:

$$Q_{вент} = 1.2 G_{вент} / \rho_n, \quad (3.42)$$

Витрати повітря, що подаються вентилятором, повинні компенсувати втрати повітря через відкритий дверний проріз при виході зі сходової клітки $G_{дв}$, а також втрати через щілини в дверних $G_{щ.дв}$ та віконних прорізах $G_{щ.в}$ на усіх поверхах:

$$G_{вент} = G_{дв} + \sum G_{щ.дв.i} + G_{щ.в.i}, \quad (3.42)$$

$$G_{дв} = \mu_{дв} F_{дв.вх} \sqrt{2 \Delta P_{р.вх} \rho_v}, \quad (3.43)$$

$$G_{щ.дв.i} = \mu_{щ} F_{щ.дв.пов} \sqrt{2 \Delta P_{р.1} \rho_v}, \quad (3.44)$$

$$G_{щ.в.i} = J F_{в.пов} \sqrt{\Delta P_{р.1}}, \quad (3.45)$$

де: $\mu_{дв, щ}$ - коефіцієнт витрат через дверні прорізи і щілини дверей відповідно;

$F_{дв.вх}$ - площа зовнішнього дверного прорізу при вході в сходову клітину, м²;

$\Delta P_{р.вх}$ - розрахунковий перепад тисків між сходовою клітиною і зовнішнім

середовищем на рівні входу в будинок, Па;

$F_{\text{щ,дв.пов.}}$ - площа щілин дверей, що з'єднують об'єм сходових кліток на поверсі будинку з різними приміщеннями, м^2 ;

J - повітропроникність віконних прорізів, $\text{кг}/(\text{с м}^2 \text{Па}^{0,5})$;

$F_{\text{в.пов}}$ - площа віконних прорізів у сходовій клітці на одному поверсі, м^2 .

Коефіцієнт витрат μ приймається для відкритих дверних прорізів рівним 0,64; для щілин дверей сходових кліток 0,6.

Ширина щілин у притворах повинна прийматися максимально припустимою з урахуванням зносу в процесі експлуатації. У практичних розрахунках для дверей сходових кліток приймають $\delta_{\text{щ,дв}} = 4 \text{ мм}$.

Повітронепроникливість ущільнених віконних прорізів приймається для одинарних і спарених вікон рівною $0,0024 \text{ кг}/(\text{с м}^2 \text{Па}^{0,5})$, для подвійних роздільних вікон $J=0,0016 \text{ кг}/(\text{с м}^2 \text{Па}^{0,5})$.

Якщо повітря проходить через кілька дверних прорізів, наприклад, через тамбур при вході в сходову клітку, у розрахунок приймається один "приведений проріз".

Еквівалентна площа такого прорізу визначається в залежності від їхнього розташування по рівняннях:

при послідовному розташуванні припливних отворів:

$$F_{\text{э}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{F_1^2} + \frac{1}{F_2^2} + \dots + \frac{1}{F_i^2}}}, \quad (3.46)$$

при паралельному розташуванні припливних отворів:

$$F_{\text{е}} = F_1 + F_2 + \dots + F_i. \quad (3.47)$$

При одних дверях, що самозакриваються, з коридору в сходову клітку еквівалентна площа прорізу на поверсі визначаються по формулі:

$$F_{\text{е.щ}} = F_{\text{щ,дв}} + 1,4 \cdot 10^{-4} F_{\text{з.п.}}, \quad (3.48)$$

де: $F_{\text{з.п}}$ - загальна площа приміщень на одному поверсі, з яких евакуюють людей через проріз, м^2 .

Метою розрахунку системи підпору повітря до сходової клітини або ліфтової шахти є визначення витрат повітря і необхідного тиску, який повинен створювати вентилятор. За цими характеристиками підбирається тип і номер вентилятору, потужність і кількість обертів електродвигуна і порівнюється з тими які є в даній системі.

3.5. Практичний розрахунок системи підпору повітря

Приклад 1. Визначити тиск вентилятора та його продуктивність для створення підпору повітря до незадимлюваної сходової клітки 2-го типу житлового будинку підвищеної поверховості при виникненні пожежі в квартирі на першому поверсі.

Вихідні дані для розрахунку:

$F_o = 1 \text{ м}^2$ (площа вікна);	$h_n = 3 \text{ м}$ (висота поверху);
$H_d = 2 \text{ м}$ (висота входних дверей);	$h_{bl} = 3 \text{ м}$ (висота 1 поверху);
$F_{cx} = 16 \text{ м}^2$ (площа сходів);	$b_d = 0,9 \text{ м}$ (ширина входних дверей);
$t_b = 18^\circ \text{C}$ (на сходах);	$h_n = 75 \text{ м}$ (рівень
повітрязабору);	
$b_{щ} = 4 \text{ мм}$ (ширина щілин притворів);	24 поверхова будівля;
$P_n = 1,21 \text{ кг/м}^3$ (густина повітря);	м. Київ (місто);
$h_{bx} = 1,5 \text{ м}$ (висота дверного рівня);	
Розрахункова температура зовнішнього повітря:	$t_3 = -25^\circ \text{C}$

Розв'язок:

1. Визначаємо вихідні данні яких недостає:
Густина зовнішнього повітря при $t_3 = -25^\circ \text{C}$

$$\rho_3 = \rho_o \frac{T_o}{T_3} = 1,29 \cdot \frac{273}{248} = 1,42 \text{ кг / м}^3$$

де: ρ_o - густина повітря при 0°C , кг/м^3 ;

$T_o = 273^\circ \text{K}$, що відповідає $t = 0^\circ \text{C}$;

T_3 = зовнішня температура повітря, $^\circ \text{K}$;

нормативна швидкість повітря для м. Києва $v_n^H = 4,3 \text{ м/с}$

2. Визначаємо гравітаційний тиск на сходах на рівні входу в будівлю, першого поверху, “поверхів представників” і на рівні повітрязабору:

$$\Delta P_{гр} = h_n \cdot q(\rho_n - \rho_b) \cdot H / \text{м}^2,$$

де h_n – геометрична висота середини проїзду відносно умовного рівня землі біля входу до сходів, м;

q – прискорення вільного падіння $= 9,81 \text{ м}^2/\text{с}$;

$$\Delta P_{гр}^{1пов.} = h_n \cdot q (P_n - P_o) = 1,5 \cdot 9,81 \cdot (1,42 - 1,21) = 3,09 \text{ Н/м}^2$$

$$\Delta P_{гр}^{1пов.} = 3,0 \cdot 9,81 \cdot (1,42 - 1,21) = 6,18 \text{ н/м}^2$$

$$\Delta P_{гр}^{3пов.} = 9 \cdot 9,81 \cdot (1,42 - 1,21) = 18,54 \text{ н/м}^2$$

$$\Delta P_{гр}^{6пов.} = 18 \cdot 9,81 \cdot (1,42 - 1,21) = 37,08 \text{ н/м}^2$$

$$\Delta P_{\text{зр}}^{9\text{пов.}} = 27 \cdot 9,81 \cdot (1,42 - 1,21) = 55,62 \text{ Н/м}^2$$

$$\Delta P_{\text{зр}}^{12\text{пов.}} = 36 \cdot 9,81 \cdot (1,42 - 1,21) = 74,16 \text{ Н/м}^2$$

$$\Delta P_{\text{зр}}^{18\text{пов.}} = 54 \cdot 9,81 \cdot (1,42 - 1,21) = 111,25 \text{ Н/м}^2$$

$$\Delta P_{\text{зр}}^{21\text{пов.}} = 63 \cdot 9,81 \cdot (1,42 - 1,21) = 129,79 \text{ Н/м}^2$$

$$\Delta P_{\text{зр}}^{23\text{пов.}} = 72 \cdot 9,81 \cdot (1,42 - 1,21) = 148,33 \text{ Н/м}^2$$

$$\Delta P_{\text{зр}}^{в.пов.} = 75 \cdot 9,81 \cdot (1,42 - 1,21) = 154,51 \text{ Н/м}^2$$

3. Визначаємо розрахункову швидкість вітру по висоті будівлі:

$$v_{\text{в}} = v_{\text{в}}^{\text{н}} \cdot \sqrt{2,5 \frac{18+h}{60+h}}, \text{ м/с}$$

$$v_{\text{в.}}^{\text{вхід}} = 4,3 \cdot \sqrt{2,5 \frac{18+1,5}{60+1,5}} = 3,92 \text{ м/с}$$

$$v_{\text{в.}}^{1\text{поверх}} = 4,3 \cdot \sqrt{2,5 \frac{18+3,0}{60+3,0}} = 4,02 \text{ м/с}$$

$$v_{\text{в.}}^{3\text{поверх}} = 4,3 \cdot \sqrt{2,5 \frac{18+9,0}{60+9,0}} = 4,35 \text{ м/с}$$

$$v_{\text{в.}}^{6\text{поверх}} = 4,3 \cdot \sqrt{2,5 \frac{18+18}{60+18}} = 4,73 \text{ м/с}$$

$$v_{\text{в.}}^{9\text{поверх}} = 4,3 \cdot \sqrt{2,5 \frac{18+27}{60+27}} = 5,0 \text{ м/с}$$

$$V_{\text{в.}}^{12\text{поверх}} = 4,3 \cdot \sqrt{2,5 \frac{18+36}{60+36}} = 5,22 \text{ м/с}$$

$$V_{\text{в.}}^{15\text{поверх}} = 4,3 \cdot \sqrt{2,5 \frac{18+45}{60+45}} = 5,39 \text{ м/с}$$

$$V_{\text{в.}}^{18\text{поверх}} = 4,3 \cdot \sqrt{2,5 \frac{18+54}{60+54}} = 5,53 \text{ м/с}$$

$$V_{\text{в.}}^{21\text{поверх}} = 4,3 \cdot \sqrt{2,5 \frac{18+63}{60+63}} = 5,65 \text{ м/с}$$

$$V_{\text{в.}}^{23\text{поверх}} = 4,3 \cdot \sqrt{2,5 \frac{18+72}{60+72}} = 5,74 \text{ м/с}$$

$$V_{\text{в.}}^{в.поверх} = 4,3 \cdot \sqrt{2,5 \frac{18+75}{60+75}} = 5,77 \text{ м/с}$$

4. Визначаємо необхідний тиск на рівні першого поверху з навітряної сторони і по висоті будівлі з підвітряної сторони:

$$P_{\text{в}} = \frac{k \cdot P_{\text{н}} \cdot V_{\text{в}}^2}{2}, \text{ Н/м}^2$$

де k – аеродинамічний коефіцієнт; його найбільше значення при лобовому напрямку вітру: для надвітряної сторони 0,8; для підвітряної сторони - 0,6

$$P_{\epsilon}^{н.с.} = \frac{k \cdot p_n \cdot v_{\epsilon}^2}{2} = \frac{0,8 \cdot 1,42 \cdot 4,02^2}{2} = 9,18 \text{ Н/м}^2$$

$$P_{\epsilon(вхід)}^{н.с.} = \frac{-0,6 \cdot 1,42 \cdot 3,92^2}{2} = -6,55 \text{ Н/м}^2$$

$$P_{\epsilon(1поверх)}^{н.с.} = \frac{-0,6 \cdot 1,42 \cdot 4,02^2}{2} = -6,88 \text{ Н/м}^2$$

$$P_{\epsilon(3поверх)}^{н.с.} = \frac{-0,6 \cdot 1,42 \cdot 4,35^2}{2} = -8,06 \text{ Н/м}^2$$

$$P_{\epsilon(6поверх)}^{н.с.} = \frac{-0,6 \cdot 1,42 \cdot 4,73^2}{2} = -9,53 \text{ Н/м}^2$$

$$P_{\epsilon(9поверх)}^{н.с.} = \frac{-0,6 \cdot 1,42 \cdot 5^2}{2} = -10,63 \text{ Н/м}^2$$

$$P_{\epsilon(12пов.)}^{нз.} = \frac{-0,6 \cdot 1,42 \cdot 5,22^2}{2} = -11,61 \text{ Н/м}^2$$

$$P_{\epsilon(15пов.)}^{нз.} = \frac{-0,6 \cdot 1,42 \cdot 5,39^2}{2} = -12,38 \text{ Н/м}^2$$

$$P_{\epsilon(18пов.)}^{нз.} = \frac{-0,6 \cdot 1,42 \cdot 5,53^2}{2} = -13,03 \text{ Н/м}^2$$

$$P_{\epsilon(21пов.)}^{нз.} = \frac{-0,6 \cdot 1,42 \cdot 5,65^2}{2} = -13,6 \text{ Н/м}^2$$

$$P_{\epsilon(23пов.)}^{нз.} = \frac{-0,6 \cdot 1,42 \cdot 5,74^2}{2} = -14,04 \text{ Н/м}^2$$

$$P_{\epsilon(в.з.)}^{нз.} = \frac{-0,6 \cdot 1,42 \cdot 5,77^2}{2} = -14,18 \text{ Н/м}^2$$

5. Визначаємо тиск сходової клітини при увімкненій системі підпору на рівні входних дверей першого поверху та на рівні поверхів, які розташовані вище:

а) На рівні першого поверху:

$$P_{с.к.1} = \frac{0,8 \cdot P_n \cdot V_B^2}{2} - h_{п} \cdot g \cdot (P_n - P_B) + 20,0 \text{ Н/м}^2$$

$$P_{с.к.1} = \frac{0,8 \cdot 1,42 \cdot 4,02^2}{2} - 3 \cdot 9,81 \cdot (1,42 - 1,21) + 20 = 23,0 \text{ Н/м}^2$$

б) На рівні поверхів, які розташовані вище:

$$P_{с.к.} = P_{с.к.1} + h_{п} \cdot g \cdot (P_n - P_B), \text{ Н/м}^2$$

$$P_{с.к.}^{1пов.} = 23 + 3 \cdot 9,81 \cdot (1,42 - 1,21) = 23 + 6,18 = 29,18 \text{ Н/м}^2$$

$$P_{с.к.}^{3пов.} = 23 + 9 \cdot 9,81 \cdot (1,42 - 1,21) = 41,54 \text{ Н/м}^2$$

$$P_{с.к.}^{6пов.} = 23 + 18 \cdot 9,81 \cdot (1,42 - 1,21) = 60,08 \text{ Н/м}^2$$

$$\begin{aligned}
P_{\text{с.к.}}^{9\text{пов.}} &= 23 + 27 \cdot 9,81 \cdot (1,42 - 1,21) = 78,62 \text{ Н/м}^2 \\
P_{\text{с.к.}}^{12\text{пов.}} &= 23 + 36 \cdot 9,81 \cdot (1,42 - 1,21) = 97,16 \text{ Н/м}^2 \\
P_{\text{с.к.}}^{15\text{пов.}} &= 23 + 45 \cdot 9,81 \cdot (1,42 - 1,21) = 115,7 \text{ Н/м}^2 \\
P_{\text{с.к.}}^{18\text{пов.}} &= 23 + 54 \cdot 9,81 \cdot (1,42 - 1,21) = 134,25 \text{ Н/м}^2 \\
P_{\text{с.к.}}^{21\text{пов.}} &= 23 + 63 \cdot 9,81 \cdot (1,42 - 1,21) = 152,79 \text{ Н/м}^2 \\
P_{\text{с.к.}}^{23\text{пов.}} &= 23 + 72 \cdot 9,81 \cdot (1,42 - 1,21) = 171,33 \text{ Н/м}^2 \\
P_{\text{с.к.}}^{6.3} &= 23 + 75 \cdot 9,81 \cdot (1,42 - 1,21) = 177,51 \text{ Н/м}^2
\end{aligned}$$

6. Визначаємо перепад тиску, який виникає в об'ємі сходової клітини і зовнішнього середовища (з підвітряної сторони) по висоті будівлі:

$$P_{\text{с.к.}} - P_{\text{п.з.}} = P_{\text{с.к.}} - \left(\frac{-0,6 \cdot \rho_{\text{н}} \cdot v_{\text{в}}^2}{2} \right), \text{ Н/м}^2$$

При цьому, тиск в сходовій клітині на рівні входу в будівлі приймаємо рівним тиску на рівні першого поверху:

$$\text{На вході } P_{\text{с.к.}} - P_{\text{п.з.}} = 23,0 - \left(\frac{-0,6 \cdot 3,92 \cdot 1,42}{2} \right) = 29,55, \text{ Н/м}^2$$

$$\text{На 1-му поверсі } P_{\text{с.к.}} - P_{\text{п.з.}} = 29,18 - \left(\frac{-0,6 \cdot 4,02 \cdot 1,42}{2} \right) = 32,73, \text{ Н/м}^2$$

$$\text{На 3-му поверсі } P_{\text{с.к.}} - P_{\text{п.з.}} = 41,54 - \left(\frac{-0,6 \cdot 4,35 \cdot 1,42}{2} \right) = 49,6, \text{ Н/м}^2$$

$$\text{На 6-му поверсі } P_{\text{с.к.}} - P_{\text{п.з.}} = 60,08 - \left(\frac{-0,6 \cdot 4,73 \cdot 1,42}{2} \right) = 69,61, \text{ Н/м}^2$$

$$\text{На 9-му поверсі } P_{\text{с.к.}} - P_{\text{п.з.}} = 78,62 - \left(\frac{-0,6 \cdot 5 \cdot 1,42}{2} \right) = 89,25, \text{ Н/м}^2$$

$$\text{На 12-му поверсі } P_{\text{с.к.}} - P_{\text{п.з.}} = 97,16 - \left(\frac{-0,6 \cdot 5 \cdot 1,42}{2} \right) = 108,77, \text{ Н/м}^2$$

$$\text{На 15-му поверсі } P_{\text{с.к.}} - P_{\text{п.з.}} = 115,7 - \left(\frac{-0,6 \cdot 5 \cdot 1,42}{2} \right) = 128,08, \text{ Н/м}^2$$

$$\text{На 18-му поверсі } P_{\text{с.к.}} - P_{\text{п.з.}} = 134,25 - \left(\frac{-0,6 \cdot 5 \cdot 1,42}{2} \right) = 147,28, \text{ Н/м}^2$$

$$\text{На 21-му поверсі } P_{\text{с.к.}} - P_{\text{п.з.}} = 152,79 - \left(\frac{-0,6 \cdot 5 \cdot 1,42}{2} \right) = 166,39, \text{ Н/м}^2$$

$$\text{На 23-му поверсі } P_{\text{с.к.}} - P_{\text{п.з.}} = 171,33 - \left(\frac{-0,6 \cdot 5 \cdot 1,42}{2} \right) = 185,37, \text{ Н/м}^2$$

$$\text{На повітрязаборі } P_{\text{с.к.}} - P_{\text{п.з.}} = 177,51 - \left(\frac{-0,6 \cdot 5 \cdot 1,42}{2} \right) = 191,69, \text{ Н/м}^2$$

7. Визначаємо кількість повітря, яке стравлюється через дверні та віконні прорізи сходової клітки, через відкритий дверний проріз при вході в будівлю:

$$G_{\text{д.}} = 3600 \cdot \varphi \cdot F_{\text{д.}} \cdot \sqrt{2 \cdot (\rho_{\text{с.к.}} - \rho_{\text{н.з.}}^{\text{ex}})} \cdot \rho_{\text{в}}, \text{ кг/год},$$

$$\text{де } F_{\text{д.}} = h_{\text{д.}} \cdot b_{\text{д.}}, \text{ м}^2$$

φ - коефіцієнт витрати, який приймається:

- для відкритих прорізів дверей $\varphi = 0,64$;
- для щілин дверей сходових кліток $\varphi = 0,6$;
- для дверей шахт ліфтів $\varphi = 0,7$.

Через щілини притворів дверей:

$$G_{\text{щ.д.}} = 3600 \cdot \varphi \cdot F_{\text{щ.д.}} \cdot \sqrt{2 \cdot (P_{\text{л.к.}} - P_{\text{н.з.}}^i)} \cdot \rho_{\text{в}}, \text{ кг/год}$$

$$\text{де } F_{\text{щ.д.}} = 2 \cdot (h_{\text{д.}} + b_{\text{д.}}) \cdot \delta_{\text{щ}}, \text{ м}^2$$

Через віконні прорізи:

$$G_0 = J \cdot F_0 \cdot \sqrt{(P_{\text{л.к.}} - P_{\text{н.з.}}^i)}, \text{ кг/год}$$

де J – проникнення повітря через нещільності віконних проїмів, приймається:

- для одинарних та спарених вікон $J = 8,62 \text{ кг}/(\text{м.ч.Н}^{0,5})$;
- для подвійних розділених вікон $J = 5,75 \text{ кг}/(\text{м.ч.Н}^{0,5})$.

$$F_{\text{д.}} = 2 \cdot 0,9 = 1,8 \text{ м}^2; \quad F_{\text{щ.д.}} = (2 \cdot 2 + 2 \cdot 0,9) \cdot 0,004 = 0,0232 \text{ м}^2$$

$$G_0 = 3600 \cdot 0,64 \cdot 1,8 \cdot \sqrt{2 \cdot (29,18 - (-6,55) \cdot 1,21)} = 35057,95 \text{ кг/год}$$

а) Кількість повітря через щілини та притвори дверей на всіх поверхах:

$$G_{\text{щ.д.}}^{1\text{пов.}} = 3600 \cdot 0,6 \cdot 0,0232 \cdot \sqrt{2 \cdot (29,18 - (-6,88) \cdot 1,21)} = 468,13 \text{ кг/год}$$

$$G_{\text{щ.д.}}^{3\text{пов.}} = 2 \cdot 3600 \cdot 0,6 \cdot 0,0232 \cdot \sqrt{2 \cdot (41,54 - (-8,06) \cdot 1,21)} = 1647 \text{ кг/год}$$

$$G_{\text{щ.д.}}^{6\text{пов.}} = 3 \cdot 3600 \cdot 0,6 \cdot 0,0232 \cdot \sqrt{2 \cdot (60,08 - (-9,53) \cdot 1,21)} = 1951 \text{ кг/год}$$

$$G_{\text{щ.д.}}^{9\text{пов.}} = 3 \cdot 3600 \cdot 0,6 \cdot 0,0232 \cdot \sqrt{2 \cdot (78,62 - (-10,63) \cdot 1,21)} = 2209 \text{ кг/год}$$

$$G_{\text{щ.д.}}^{12\text{пов.}} = 3 \cdot 3600 \cdot 0,6 \cdot 0,0232 \cdot \sqrt{2 \cdot (97,16 - (-11,61) \cdot 1,21)} = 2439 \text{ кг/год}$$

$$G_{\text{щ.д.}}^{15\text{пов.}} = 3 \cdot 3600 \cdot 0,6 \cdot 0,0232 \cdot \sqrt{2 \cdot (115,7 - (-12,38) \cdot 1,21)} = 2646 \text{ кг/год}$$

$$G_{\text{щ.д.}}^{18\text{пов.}} = 3 \cdot 3600 \cdot 0,6 \cdot 0,0232 \cdot \sqrt{2 \cdot (134,25 - (-13,03) \cdot 1,21)} = 2838 \text{ кг/год}$$

$$G_{\text{щ.д.}}^{21\text{пов.}} = 3 \cdot 3600 \cdot 0,6 \cdot 0,0232 \cdot \sqrt{2 \cdot (152,79 - (-13,6) \cdot 1,21)} = 3016 \text{ кг/год}$$

$$G_{\text{щ.д.}}^{23\text{пов.}} = 2 \cdot 3600 \cdot 0,6 \cdot 0,0232 \cdot \sqrt{2 \cdot (171,33 - (-14,04) \cdot 1,21)} = 2122 \text{ кг/год}$$

б) Кількість повітря через віконні прорізи на всіх поверхах:

$$\begin{aligned}
 G_0^{1нов.} &= 5,75 \cdot 1 \cdot \sqrt{29,18 - (-6,88)} = 34,53 \text{ кг/год} \\
 G_0^{3нов.} &= 2 \cdot 5,75 \cdot 1 \cdot \sqrt{41,54 - (-8,06)} = 121,5 \text{ кг/год} \\
 G_0^{6нов.} &= 3 \cdot 5,75 \cdot 1 \cdot \sqrt{60,08 - (-9,53)} = 143,9 \text{ кг/год} \\
 G_0^{9нов.} &= 3 \cdot 5,75 \cdot 1 \cdot \sqrt{78,62 - (-10,63)} = 163 \text{ кг/год} \\
 G_0^{12нов.} &= 3 \cdot 5,75 \cdot 1 \cdot \sqrt{97,16 - (-11,61)} = 180 \text{ кг/год} \\
 G_0^{15нов.} &= 3 \cdot 5,75 \cdot 1 \cdot \sqrt{115,7 - (-12,38)} = 195,2 \text{ кг/год} \\
 G_0^{18нов.} &= 3 \cdot 5,75 \cdot 1 \cdot \sqrt{134,25 - (-13,03)} = 209,3 \text{ кг/год} \\
 G_0^{21нов.} &= 3 \cdot 5,75 \cdot 1 \cdot \sqrt{152,79 - (-13,6)} = 222,5 \text{ кг/год} \\
 G_0^{23нов.} &= 2 \cdot 5,75 \cdot 1 \cdot \sqrt{171,33 - (-14,04)} = 156,6 \text{ кг/год}
 \end{aligned}$$

8. Визначаємо сумарні витрати повітря, які подаються в сходову клітину:

$$\sum_{i=1}^n G = G_d + \sum_{i=1}^n G_{уд} + \sum_{i=1}^n G_0$$

$$\sum_{i=1}^n G = 35057,95 + 19338,63 + 1426,53 = 55823 \text{ кг/год.}$$

9. Визначаємо продуктивність вентилятора:

$$\begin{aligned}
 Q_3 &= 1,1 \cdot \frac{\sum_{i=1}^n G}{P_0} \\
 Q_3 &= 1,1 \cdot \frac{55823}{1,21} = 50748 \text{ м}^3/\text{год}
 \end{aligned}$$

10. Визначаємо гідравлічний опір повітря при русі повітря по сходах:

$$\Delta P_{с.к.} = \zeta \frac{p_6 \cdot v_{л.}^2}{2} \cdot N_{пов.}$$

де ζ – коефіцієнти місцевого опору маршів та сходів клітин, які приймаються в межах одного поверху, що дорівнюють 20, а ліфтової шахти $\zeta = 15$;

$N_{нов.}$ – кількість поверхів будівлі;

$v_{л.}$ – швидкість руху повітря в сходових клітках,

$$v_{л.} = \frac{\sum_{i=1}^n G}{3600 \cdot P_B \cdot F_{ск}};$$

Визначаємо $v_{л.}$:

$$v_{л.} = \frac{55823}{3600 \cdot 1,21 \cdot 16} = 0,8 \text{ м/с,}$$

тоді гідравлічний опір при русі повітря в сходових клітках, буде дорівнювати:

$$\Delta P_{c.k.} = 20 \cdot \frac{1,21 \cdot 0,8^2}{2} \cdot 24 = 185,8 \text{ н/м}^2$$

11. Визначаємо тиск, який розвивається вентилятором:

$$P_{в.} = (P_{c.k.}^{в.з.} - P_{п.п.}^{в.з.}) + \Delta P_c + \Delta P_{c.k.},$$

де ΔP_c – гідравлічний опір мережі, що прийнятий рівним $= 100 \text{ н/м}^2$.

$$P_{в.} = (177,51 - (-14,18)) + 100 + 185,8 = 477,5 \text{ н/м}^2$$

Таким чином, для забезпечення незадимленості сходової клітини слід встановити вентилятор з продуктивністю не менше – 50748 н/м^2 .

При цьому, напір, який розвивається вентилятором, повинен бути не менше $- 478 \text{ н/м}^2$.

По довіднику майстра-вентиляційника проводимо підбір вентилятора та електричного двигуна.

До влаштування приймається відцентровий вентилятор Ц4-70 № 12,5-6, $N=755 \text{ об/хв.}$, з електричним двигуном АО2-81-6, $N=30 \text{ кВт}$.

4. Графічна частина курсового проекту

Графічна частина виконується на аркушах паперу формату А4. На першому аркуші викреслюються розріз будівлі з відображенням основних елементів системи штучного димовидалення (Додаток 1) або системи підпору повітря (Додаток 2) (згідно завданню) і наводиться експлікація, в яку заносяться основні розрахункові характеристики системи й вибраного вентилятора. На другому аркуші наводяться характеристики вентилятора у вигляді графіків.

Основним в графічній частині є запропонована система протидимного захисту будівлі (споруди).

ЛІТЕРАТУРА

1. Освітньо-професійна програма вищої освіти «Пожежна безпека» 26 «Цивільна безпека» спеціальність 261 «Пожежна безпека» (Розглянуто та затверджено вченою радою Національного університету цивільного захисту України протокол №12 від 26 червня 2025 р.). Режим доступу: https://nuczu.edu.ua/images/topmenu/osvitnya_diyalnosti/osvitni_programi/2025/m/pb.pdf.
2. «Кодекс цивільного захисту України». [Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text>]
3. ДСТУ 8828:2019 «Пожежна безпека. Загальні положення». [Електронний ресурс]. – URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=82138.
4. ДСТУ 2272:2006 «Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять». [Електронний ресурс]. – URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=29684.
5. ДСТУ 8855:2019 «Визначення класу наслідків (відповідальності)». [Електронний ресурс]. – URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=83254
6. ДБН А.2.2-3:2014 «Склад та зміст проектної документації на будівництво». [Електронний ресурс]. – URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=58105
7. ДБН В.1.1.7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва». [Електронний ресурс]. – URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=68456
8. ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій». [Електронний ресурс]. – URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=83211
9. ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту». [Електронний ресурс]. – URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=59526
10. ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація». [Електронний ресурс]. – URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=29848
11. ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди». [Електронний ресурс]. – URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=54058
12. СНиП 2.09.02-85* «Виробничі будівлі». [Електронний ресурс]. – URL: <https://uscc.ua/uploads/page/images/normativnye%20dokumenty/%D0%A1%D0%9D%D0%B8%D0%9F/SNiP-20902-85-Proizvodstvennyye-zdaniya.pdf>
13. ДБН В.2.2-43:2021 «Будівлі та споруди. Складські будівлі. Основні положення». [Електронний ресурс]. – URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=98057
14. ДБН В.2.2-28:2010 «Будинки адміністративного та побутового

призначення». [Електронний ресурс]. – URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=27263

15. ДБН В.2.2-9:2018 «Громадські будинки та споруди. Основні положення». [Електронний ресурс]. – URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=82012

16. ДБН В.2.2-15:2019 «Житлові будинки. Основні положення». [Електронний ресурс]. – URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=59627

17. ДБН В.2.2-16:2019 «Культурно-видовищні та дозвіллеві заклади». [Електронний ресурс]. – URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=83745

18. ДБН В.2.2-23:2009 «Підприємства торгівлі. Будинки і споруди». [Електронний ресурс]. – URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=82592

19. ДБН В.2.2-20:2008 «Будинки і споруди. Готелі». [Електронний ресурс]. – URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=83210

20. ДБН В.2.2-4:2018 «Заклади дошкільної освіти. Будинки і споруди». [Електронний ресурс]. – URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=77081

21. ДБН В.2.2-3:2018 «Заклади освіти. Будинки і споруди». [Електронний ресурс]. – URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=77080

22. ДБН В.2.2-10:2022 «Заклади охорони здоров'я. Основні положення». [Електронний ресурс]. – URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=101916

23. ДБН В.2.2-40:2018 «Інклюзивність будівель і споруд». [Електронний ресурс]. – URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=79740

24. ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування». [Електронний ресурс]. – URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=50154

25. ДБН В.2.5-20:2018 «Газопостачання. Інженерне обладнання будинків і споруд». [Електронний ресурс]. – URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=82086

26. ДБН В.2.2-5:97 «Захисні споруди цивільного захисту». [Електронний ресурс]. – URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=4653

27. ДБН В.2.3-15:2007 «Автостоянки і гаражі для легкових автомобілів». [Електронний ресурс]. – URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=7136

28. НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні». [Електронний ресурс]. – URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=60541

28 29. НАПБ Б.01.005-2017 «Правил пожежної безпеки на ринках України». [Електронний ресурс]. – URL:

http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=75717

30. ДСТУ CEN/TR 12101-4:2016 Системи протидимного захисту. Частина 4. Побудова систем димо- та тепловидалення (CEN/TR 12101-4:2009, IDT).

31. ДСТУ EN 15004-1:2014 Стаціонарні системи пожежогасіння. Системи газового пожежогасіння. Частина 1. Проектування, монтування та технічне обслуговування (EN 15004-1:2008, IDT).

32. ДСТУ 4466-8:2008 Системи газового пожежогасіння. Проектування, монтування, випробування, технічне обслуговування та безпека Частина 8. Вогнегасна речовина HFC 125 (ISO 14520-8:2006, MOD).

33. ДСТУ EN 15004-5:2014 Стаціонарні системи пожежогасіння. Системи газового пожежогасіння. Частина 5. Вогнегасна речовина HFC 227ea (EN 15004-5:2008, IDT).

34. ДСТУ Б EN 12845:2011 Стаціонарні системи пожежогасіння. Автоматичні спринклерні системи. Проектування, монтування та технічне обслуговування.

35. ДСТУ CEN 14816:2013 Стаціонарні системи пожежогасіння. Дренчерні системи. Проектування, монтування та технічне обслуговування.

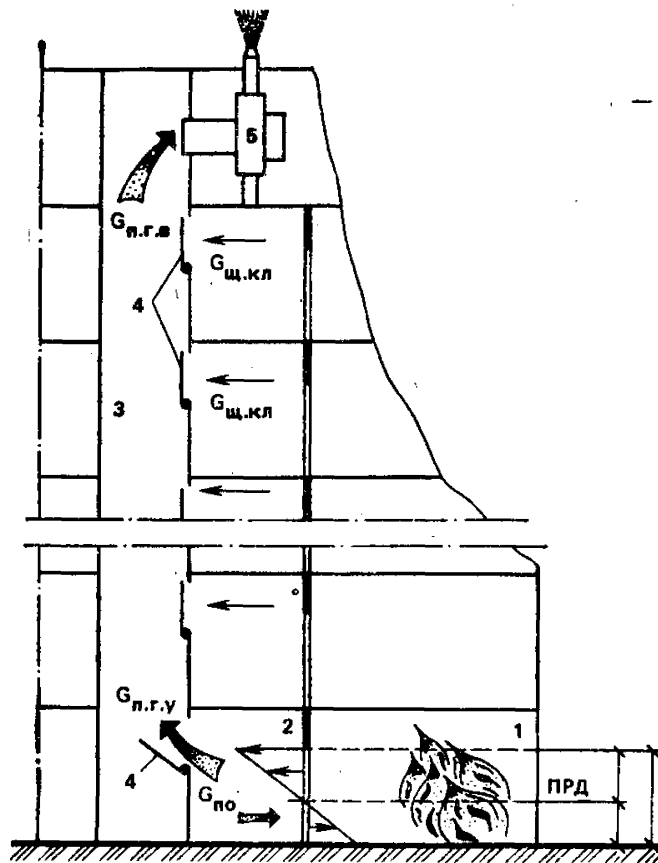


Рис. 1 – Схема системи штучного димовидалення

1 – приміщення, де відбувається пожежа; 2 – коридор; 3 – шахта; 4 – клапани на поверххах; 5 – вентилятор.

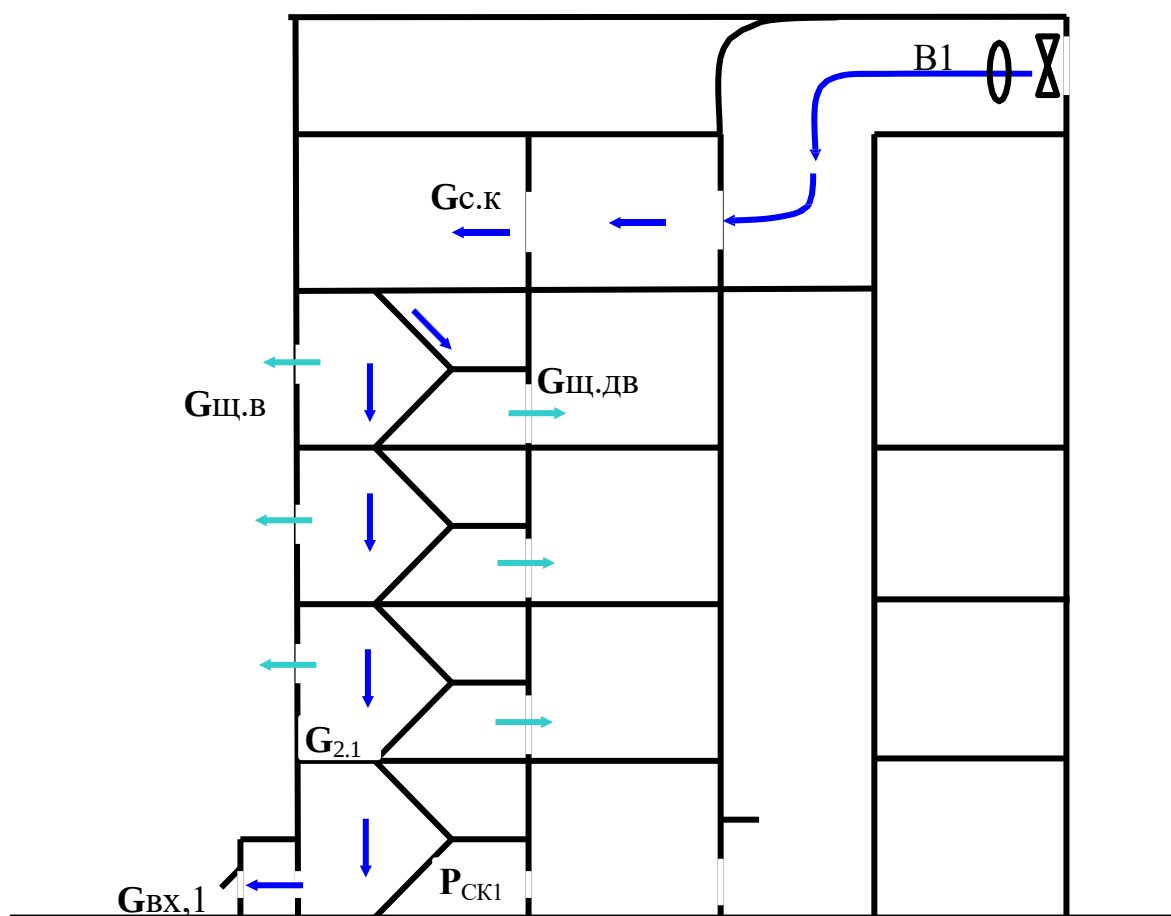


Рис. 2 – Схема системи підпору повітря у уходову клітину

№	Кількість поверхів	Висота поверху, м	Темпера тура зовнішнього повітря, 0С	Ширина дверей, м	Висота дверей, м	Матеріал димової шахти	Розміри шахти, м	Периметр повітро- проводу, м	Довжина пові- тропроводу, м	Відстань від осі вентилятора до площини випуску диму, м	t диму, 0С	Кут входу
1	20	3.05	20.1	1.86	2.0	Штукатурка	0.5x0.5	0.95	4.0	5.0	290	45 ⁰
2	12	3.0	20.4	1.9	2.1	Бетон	0.4x0.4	0.90	4.5	5.5	295	45 ⁰
3	13	3.2	20.8	1.82	2.2	Шлакобетон	0.45x0.4 5	0.91	5.0	6.0	300	90 ⁰
4	14	3.25	22.1	1.8	2.3	Цегла	0.55x0.5 5	0.92	5.5	3.0	305	45 ⁰
5	15	3.09	23.1	2.4	2.4	Штукатурка	0.6x0.6	0.93	6.0	3.5	310	90 ⁰
6	16	3.22	24.3	1.86	1.9	Бетон	0.65x0.6 5	0.94	3.0	4.0	290	90 ⁰
7	11	2.52	20.2	1.9	1.86	Шлакобетон	0.7x0.7	0.95	3.5	4.5	295	45 ⁰
8	10	3.22	23.5	1.82	2.0	Цегла	0.75x0.7 5	0.96	4.0	5.0	300	45 ⁰
9	21	3.37	20.20	1.88	2.5	Штукатурка	0.8x0.8	0.85	4.5	5.5	305	90 ⁰
0	22	3.42	21.6	2.4	2.0	Бетон	0.85x0.8 5	0.86	5.0	6.0	310	45 ⁰

Вихідні данні для розрахунку підпору повітря в сходову клітку типу Н2													
№	N поверховість будівлі	h висота поверху	h _{п.з.} рівень повіт- ряного забору	h _{д.} висота вхідної двері	F _{с.к.} площа перерізу с/к	h _{вх.} висота дверно- го пройо- му	h ₁ висота підлоги першого поверху	t _п темпе- ратура повітря с/к, °С	F _о площа вікна в с/к, м ²	R _в щіль- ність повітря, кг/м ³	ва ширина вхідних дверей, м	вщ ширина щілин в притвор, мм	Населен. пункт
1	10	3	33	2	16	1,5	3	18	1	1,21	0,8	4	Вінниця
2	12	3	39	2,2	16	1,5	3	18	1,2	1,21	0,9	4	Дніпропе- тровськ
3	14	2,8	42	2	18	1,6	3	19	1	1,2	0,8	5	Харків
4	16	3	51	2,2	16	1,6	4	20	1,2	1,19	0,9	6	Полтава
5	24	2,8	70	2	18	1,5	3	19	1,2	1,2	1	4	Житомир
6	12	3	39	2	18	1,6	4	20	1,2	1,19	0,9	6	Запоріжжя
7	10	2,8	31	2,1	18	1,8	3	18	0,9	1,21	1	4	Бердянськ
8	16	2,8	45	2	16	1,5	4	20	1	1Д9	0,8	5	Чернігів
9	14	3,2	48	2,1	20	1,8	4	17	1,2	1,22	1	4	Київ
0	10	3	33	2,2	20	1,6	4	20	0,9	1Д9	1	6	Ужгород

Навчальне видання

Пожежна безпека будівель та споруд

Методичні вказівки до виконання курсового проекту
на тему: «Розрахунок систем протидимного захисту будівель»