

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування

Навчально-науковий інститут будівництва та архітектури
Кафедра теплогазопостачання, вентиляції і санітарної техніки

03-02-451М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до курсового проекту з навчальної дисципліни «**Вентиляція**»
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за ОПП «Будівництво та цивільна інженерія»
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
(блок «Теплогазопостачання та вентиляція») всіх форм навчання

Рекомендовано
науково-методичною радою
з якості ННІБА
Протокол № 3 від 17 грудня 2024 р.

Рівне – 2024

Методичні вказівки до курсового проекту з навчальної дисципліни «Вентиляція» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за ОПП «Будівництво та цивільна інженерія» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» (блок «Теплогазопостачання та вентиляція») всіх форм навчання. [Електронне видання] / Проценко С. Б., Давидчук В. І. – Рівне : НУВГП, 2024. – 48 с.

Укладачі:

Проценко С. Б., к.т.н., доцент кафедри теплогазопостачання, вентиляції та санітарної техніки;

Давидчук В. І., к.т.н., доцент кафедри теплогазопостачання, вентиляції та санітарної техніки.

Відповідальний за випуск: Кізеєв М. Д., завідувач кафедри теплогазопостачання, вентиляції та санітарної техніки.

Керівник групи забезпечення

ОПП «Будівництво та цивільна інженерія»

спеціальності 192 «Будівництво

та цивільна інженерія»

Караван В. В.

© С. Б. Проценко,
В. І. Давидчук, 2024
© НУВГП, 2024

ВСТУП

В Методичних вказівках наведені рекомендації та довідкові матеріали до виконання курсового проєкту з навчальної дисципліни «Вентиляція» на тему «Вентиляція житлового будинку» здобувачами вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» за професійним спрямуванням «Теплогазопостачання та вентиляція» всіх форм навчання.

1 Організація повітрообміну квартир житлового будинку

Системи вентиляції житлових будинків проєктують згідно з вимогами ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування» [1] та ДБН В.2.2-15:2019 «Житлові будинки. Основні положення» [2].

В житлових будинках проєктують системи вентиляції з **організованими** припливом та видаленням повітря.

Повітрообмін квартири організують таким чином, щоб свіже припливне повітря надходило в житлові приміщення квартири, а видалення забрудненого повітря відбувалося з кухні, санвузла (туалету і ванної) та підсобних приміщень (рис. 1).

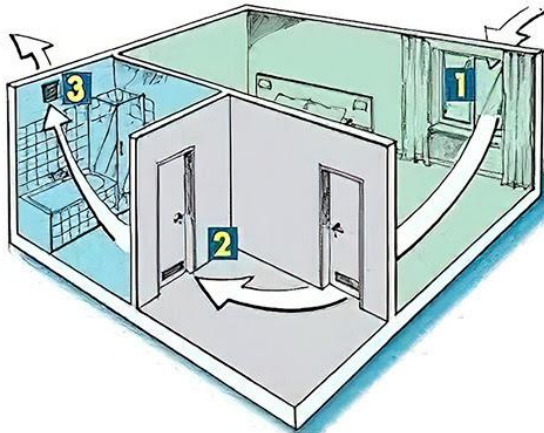


Рис. 1. Схема руху повітря у квартирі:

1 – приплив повітря в житлові приміщення; 2 – перетікання повітря через коридор; 3 – видалення повітря із санвузла, кухні

Приплив повітря в житлові кімнати та кухні-їдальні передбачають через кватирки, фрамуги, обладнані фіксаторами стулки вікон або через віконні чи стінові припливні пристрої.

Перетікання повітря всередині квартири з «чистіших» приміщень (житлові кімнати) у «брудніші» (кухня, ванна кімната, духова, туалет, суміщений санвузол, пральня тощо) забезпечують, як правило, за рахунок підрізів під міжкімнатними дверима або шляхом встановлення в полотно дверей решіток для перетікання повітря.

Для **видалення** повітря у «брудніших» приміщеннях влаштовують повітропроводи (канали), на які встановлюють витяжні пристрої – решітки, регульовані клапани, вентилятори.

Схема розподілу повітряних потоків має забезпечувати **зонування** квартири за чистотою повітря приміщень та виключати його перетікання з «брудних» зон у «чисті».

Інтенсивність видалення повітря з окремих забруднених зон не повинна «перекидати» витяжки з інших забруднених зон як тієї самої квартири, так і квартир інших поверхів.

У кожній квартирі має бути забезпечений баланс (рівність витрат) припливного та витяжного повітря. Притвор входних дверей квартири має бути щільний та герметичний для запобігання прониканню «брудного» повітря (сторонніх запахів) із загального коридору поверху у квартиру.

Повітрообмін квартир за зовнішнім повітрям має бути не нижчий мінімальних норм для забезпечення в обслуговуваних приміщеннях необхідної якості повітря.

Системи вентиляції квартир житлових будинків рекомендується проектувати з можливістю індивідуального регулювання величини повітрообміну. Для цього слід застосовувати регульовані припливні та витяжні пристрої – з регулюванням ручним, за датчиком присутності людей, за рівнем вологості внутрішнього повітря (гігросу регулювання), за рівнем вмісту діоксиду вуглецю або летких органічних сполук.

2 Розрахунок повітрообміну та складання повітряного балансу квартир житлового будинку

Вимоги до повітрообміну в приміщеннях житлових будинків приймають за табл. 2 ДБН В.2.2-15:2019 [2].

Розрахункову витрату **припливного** повітря у житлових кімнатах обчислюють за нормативною кратністю повітрообміну за формулою

$$L = K \cdot V \text{ м}^3/\text{год}, \quad (1)$$

де K – нормативна кратність повітрообміну, год^{-1} [2, табл. 2]; V – вентиляований об'єм приміщення, м^3 .

Згідно з табл. 2 ДБН В.2.2-15:2019 [2] мінімальна кратність повітрообміну K для підбору вентиляційного обладнання та повітропроводів у житлі для здорових людей становить $0,6 \text{ год}^{-1}$.

Вентиляований об'єм приміщення V визначають як добуток площі приміщення F у світлі стін та перегородок на рівні підлоги (за планом поверху) на висоту приміщення, яку обчислюють за різницею висоти поверху H (згідно із завданням до курсового проєкту) та товщини перекриття $h_{\text{ПЕР}}$ (яку приймають рівною $0,3 \text{ м}$), тобто

$$V = F \cdot (H - h_{\text{ПЕР}}) \text{ м}^3. \quad (2)$$

Обчислене за формулою (1) значення витрати вентиляційного повітря заокруглюють до цілого числа.

Витрату **витяжного** повітря L з кухонь, ванн, туалетів, суміщених санвузлів приймають у розмірі мінімальної витяжки за [2, табл. 2], а саме: в кухнях з електроплитами – $60 \text{ м}^3/\text{год}$; в кухнях з газовими плитами – $72 \text{ м}^3/\text{год}$; у ваннах – $54 \text{ м}^3/\text{год}$; в туалетах – $36 \text{ м}^3/\text{год}$; у суміщених санвузлах – $90 \text{ м}^3/\text{год}$.

Розрахунок повітрообміну виконують за окремими квартирами з урівнюванням повітрообмінів за припливним і витяжним повітрям у кожній квартирі. Компенсацію наявного у квартирі дисбалансу за повітрообміном здійснюють шляхом відповідного збільшення витрати припливного або витяжного повітря з подальшим пропорційним розподілом цієї витрати по тих приміщеннях квартири, де передбачені приплив або витяжка вентиляційного повітря.

Розрахунок повітрообміну та складання повітряного балансу квартир зручно виконувати в табличній формі (табл. 1), алгоритм заповнення таблиці наведений нижче.

Таблиця 1 (алгоритм заповнення).

Розрахунок повітрообміну та складання повітряного балансу квартир житлового будинку

№ за експ.	Категорія приміщення	Об'єм приміщення V, м ³	Вимоги до повітрообміну		Повітрообмін L, м ³ /год	
			приплив, кратність K, год ⁻¹	витяжка, мінімальна витрата, м ³ /год	приплив	витяжка
1	2	3	4	5	6	7
Характеристика квартири (кількість кімнат, розташування в осях на плані поверху)						
1	Категорія приміщення	(2)	[2, табл. 2]	[2, табл. 2]	(1), або к.3×к.4	к.5
	...					
	РАЗОМ				Σк.6	Σк.7
	Дисбаланс				Σк.7 – Σк.6	–
<i>Виконують компенсацію наявного у квартирі дисбалансу за витратами повітря і переходять до визначення повітрообміну наступної квартири.</i>						

Після складання повітряного балансу квартир вказують на планах поверхів для кожного приміщення розрахункову витрату вентиляційного повітря з урахуванням компенсації дисбалансу за повітрообміном. При цьому витрати припливного повітря записують зі знаком «плюс», а витрати витяжного повітря – зі знаком «мінус».

Наостанок обчислюють витрату витяжного повітря з усіх квартир однієї блок-секції житлового будинку за формулою

$$L_{CEK} = \sum_{i=1}^n L_{KBi} \cdot n \text{ м}^3/\text{год}, \quad (3)$$

де $\sum_{i=1}^n L_{KBi}$ – сумарна витрата витяжного повітря з усіх квартир одного поверху блок-секції житлового будинку, м³/год; n – кількість поверхів у будинку.

Приклад 1

Розрахувати повітрообмін блок-секції 9-поверхового житлового будинку за планом поверху, що наведений на рис. 2. Квартири складаються з житлових кімнат, кухонь з електроплитою, суміщених санвузлів та туалетів (тільки у двота трикімнатних квартирах). Висота поверху становить 3 м.

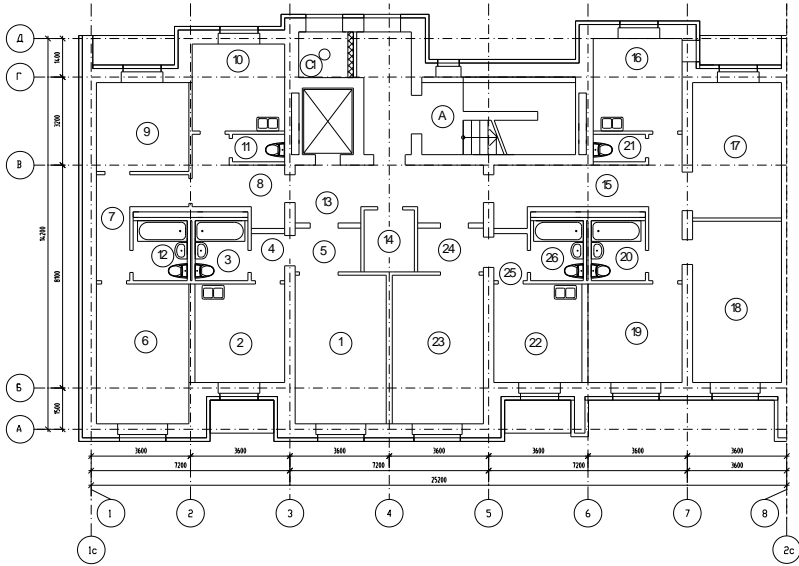


Рис. 2. План поверху блок-секції житлового будинку

Розв'язок

Повітрообмін у житлових кімнатах обчислений за нормативним значенням кратності повітрообміну згідно з вимогами табл. 2 ДБН В.2.2-15:2019 [2] за формулою (1), при цьому вентиляований об'єм приміщень визначений як добуток площі приміщень за планом поверху на висоту від рівня чистої підлоги до стелі за виразом (2).

Значення витрат витяжного повітря з кухонь, суміщених санвузлів та туалетів прийняті в розмірі мінімальної нормативної витяжки за табл. 2 ДБН В.2.2-15:2019 [2].

Розрахунок повітрообміну та складання повітряного балансу квартир виконані в табл. 1.

Таблиця 1 (приклад заповнення).

Розрахунок повітрообміну та складання повітряного балансу квартир житлового будинку

№ за експ.	Категорія приміщення	Об'єм приміщення V, м ³	Вимоги до повітрообміну		Повітрообмін L, м ³ /год	
			приплив, кратність K, год ⁻¹	витяжка, мін. витрата, м ³ /год	приплив	витяжка
1	2	3	4	5	6	7
Однокімнатні квартири в осях А-В, 2-4; А-В, 4-6						
1, 23	Житлова кімната	48	0,6	–	29+121=150	–
2, 22	Кухня з ел. плитою		–	60	–	60
3, 26	Суміщений санвузол		–	90	–	90
	РАЗОМ				29	150
	Дисбаланс				+121	–
Двокімнатна квартира в осях А-Д, 1-3						
6	Житлова кімната	46	0,6	–	28+94=122	–
9	Житлова кімната	29	0,6	–	17+47=64	–
10	Кухня з ел. плитою		–	60	–	60
12	Суміщений санвузол		–	90	–	90
11	Туалет		–	36	–	36
	РАЗОМ				45	186
	Дисбаланс				+141	–
Трикімнатна квартира в осях Б-Д, 6-8						
19	Житлова кімната	33	0,6	–	20+19=39	–
18	Житлова кімната	51	0,6	–	31+50=81	–
17	Житлова кімната	43	0,6	–	26+40=66	–
16	Кухня з ел. плитою		–	60	–	60
20	Суміщений санвузол		–	90	–	90
21	Туалет		–	36	–	36
	РАЗОМ				77	186
	Дисбаланс				+109	–

Найявний у квартирах дисбаланс за повітрообміном компенсований відповідним збільшенням витрати припливного повітря в житлових кімнатах (див. кол. 6 табл. 1).

Розрахункова витрата витяжного повітря з усіх квартир однієї секції дев'ятиповерхового будинку за формулою (3) становить

$$L_{CEK} = \sum_{i=1}^n L_{KBi} \cdot n = (150 \cdot 2 + 186 + 186) \cdot 9 = 6048 \text{ м}^3/\text{год.}$$

3 Вибір системи вентиляції житлового будинку

Вибір системи вентиляції для конкретного будинку здійснюють з урахуванням його категорії, поверховості, вимог технічного завдання, розрахункових рівнів транспортного шуму та забрудненості повітря біля фасаду будинку тощо.

В житлових будинках застосовують такі **системи вентиляції**:

- **природну** – з природним припливом та видаленням повітря;
- **механічну** припливно-витяжну вентиляцію;
- **змішану** – з механічним видаленням і природним припливом або з механічним припливом і природним видаленням повітря.

Системи механічної вентиляції можуть бути *централізовані, індивідуальні* або *змішані*.

Системи механічної припливно-витяжної вентиляції рекомендується обладнувати установками для утилізації тепла витяжного повітря.

Основними перевагами системи **природної** вентиляції є її простота і невисока вартість, а також практична відсутність потреби в обслуговуванні. Водночас недоліками такої системи є нестійкий повітряний режим квартир, що зумовлений значним впливом температури зовнішнього повітря та дією вітру, а також дискомфорт від використання кватирок або стулок вікон для припливу повітря за низьких зовнішніх температур (надлишкове провітрювання й охолодження приміщень).

Задля підвищення надійності роботи природної витяжної вентиляції витяжні шахти на покрівлі будинку можуть бути обладнані дефлекторами.

Застосування **механічної** вентиляції завжди пов'язане з технологічним ускладненням системи та з необхідністю підвищення рівня її експлуатації: такі системи має обслуговувати служба експлуатації будинку або спеціалізована організація.

Останнім часом у зарубіжній практиці набуває поширення **гібридна** (природно-механічна) вентиляція – система, що в холодний період року та в перехідних умовах працює як природна, а в теплий період (за високої зовнішньої температури або в певні години доби за необхідності інтенсифікації повітрообміну) – як механічна вентиляція.

Гібридна вентиляція включає в себе пристрої примусового видалення повітря і передбачає можливість роботи системи в обох режимах. Можливі різні способи організації гібридної вентиляції як при новому будівництві, так і при реконструкції та модернізації існуючих будівель, а саме: з низьконапірними вентиляторами, які встановлюють на оголовки витяжного вентиляційного каналу; з ежекторною витяжною установкою з осьовим вентилятором або з високонапірним вентилятором; зі статодинамічними дефлекторами.

Конструктивно гібридну вентиляцію влаштовують таким чином, щоб при роботі системи у природному режимі вентилятори або інші пристрої для примусового переміщення повітря не порушували природного гравітаційного та вітрового напору.

Згідно з п. 7.33 ДБН В.2.2-15:2019 [2] вентиляцію квартир у житлових будинках рекомендується організовувати таким чином (перелік наведений у порядку зростання енергоефективності систем):

- а) **природною витяжною вентиляцією** з кухні, туалету, суміщеного санвузла, ванної кімнати або душової з **природним періодичним припливом** зовнішнього повітря через відчинені кватирки, стулки вікон чи балконні двері при провітрюванні квартири;

- b) **природною витяжною вентиляцією** з кухні, туалету, суміщеного санвузла, ванної кімнати або душової з **природним постійним чи змінним припливом** зовнішнього повітря через вікна з відповідною функцією фурнітури або через додаткові повітряні клапани (вентиляційні канали) у вікнах чи стінах;
- c) **механічною витяжною вентиляцією** з кухні, туалету, суміщеного санвузла, ванної кімнати або душової та з **природним припливом** зовнішнього повітря через:
- конструктивно передбачені у вікнах чи балконних дверях регульовані жалюзі або ґратки зі зворотними клапанами;
 - регульовані повітрозабірні пристрої в зовнішніх стінах;
 - регульовані стулки вікон;
- d) **механічною припливно-витяжною вентиляцією** з утилізацією теплоти повітря, що видаляється.

В цих методичних вказівках далі розглянуте проектування найпростішої системи вентиляції багатоповерхового житлового будинку – з природним припливом та видаленням повітря.

4 Вибір схеми вентиляції житлового будинку

Основні принципи схеми систем природної вентиляції, що знайшли застосування у практиці багатоповерхового житлового будівництва в Україні, наведені на рис. 3.

В системах природної вентиляції житлових будинків малої поверховості (до 5 поверхів) витяжні вентиляційні канали зазвичай виконують окремими (рис. 3а), без вертикальних та (або) горизонтальних збірних каналів. З кожної кухні, ванної кімнати, туалету або суміщеного санвузла проєктують індивідуальний вертикальний витяжний канал з викидом повітря в атмосферу.

Системи вентиляції з горизонтальними збірними каналами на горищі (рис. 3в) застосовували в масовому малоповерховому житловому будівництві в минулому (у так званих «хрущівках»), і на даний час їх практично не використовують.

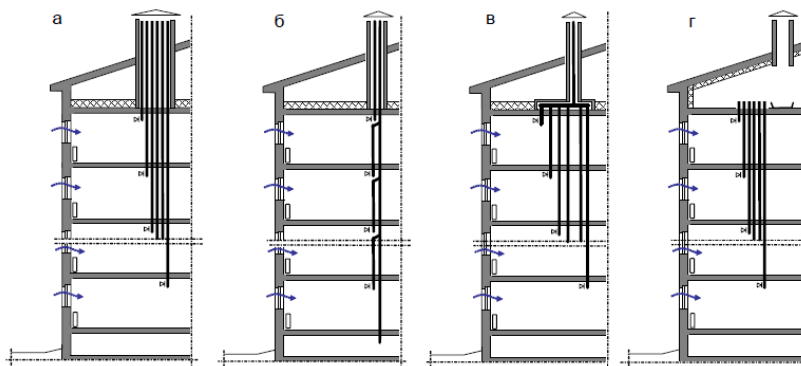


Рис. 3. Основні принципові схеми систем природної витяжної вентиляції багатопверхових житлових будинків:
а) з індивідуальними каналами; б) з вертикальним збірним каналом та каналами-супутниками; в) з горизонтальним збірним каналом на горищі; г) з теплим горищем

Системи вентиляції з видаленням витяжного повітря через тепле горище (рис. 3г) проєктували в будинках висотою не нижче 6-7 поверхів. У таких системах влаштовували одну витяжну шахту на будинок-башту або на кожен секційний будинок з обов'язковим герметичним відокремленням секцій одна від одної. На даний час, згідно з вимогами п. 5.57 ДБН В.2.2-15:2019 [2], проєктування житлових будинків з теплим горищем з випуском витяжного вентиляційного повітря в нього не допускається.

В житлових будинках висотою 9-14 поверхів і вище у вітчизняній практиці найбільшого поширення набула схема природної витяжної вентиляції з вертикальним збірним каналом та каналами-супутниками, що приєднуються до збірного каналу через поверх, а іноді – через два поверхи (рис. 3б). При цьому канал-супутник виконує функцію повітряного затвору, що запобігає перетіканню повітря з однієї квартири в іншу через збірний канал. З метою підвищення надійності вентиляції верхніх поверхів їхні витяжні вентиляційні канали виконують індивідуальними без приєднання до вертикального збірного каналу (рис. 4).

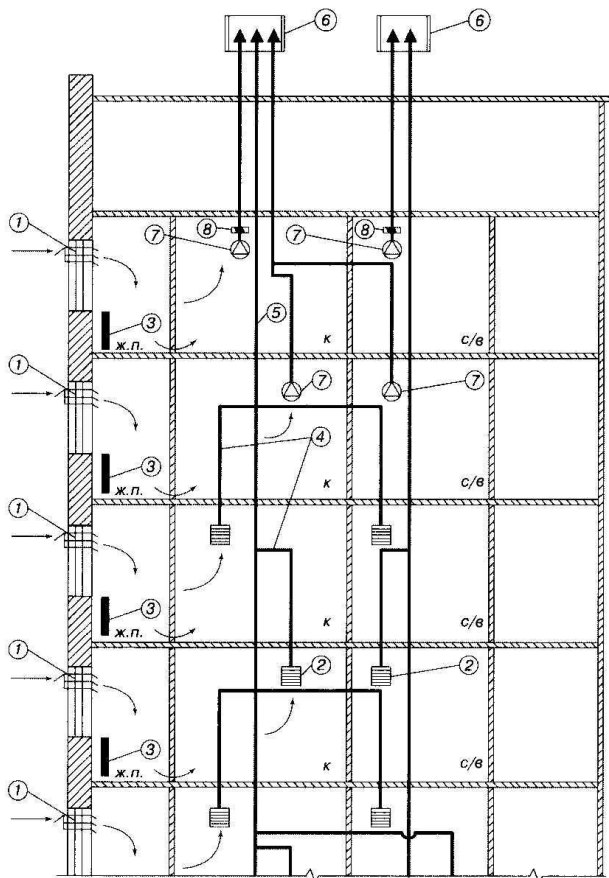


Рис. 4. Схема системи природної вентиляції з вертикальним збірним каналом та каналами-супутниками:

ж.п. – житлове приміщення; *к* – кухня; *с/в* – санвузол;

1 – припливний пристрій; *2* – витяжний пристрій;

3 – опалювальний прилад; *4* – канали-супутники; *5* – збірний вертикальний канал; *6* – витяжна шахта; *7* – індивідуальний витяжний вентилятор; *8* – зворотний клапан

Згідно з вимогами п. 7.34 ДБН В.2.2-15:2019 [2] індивідуальні витяжні канали та збірні вентиляційні шахти слід виконувати в будівельних конструкціях. У малоповерхових

житлових будинках вентиляційні канали, як правило, виконують у внутрішніх стінах. У багатоповерхових будинках основним елементом витяжної природної вентиляції є уніфікований залізобетонний вентиляційний блок (рис. 5), який включає в себе ділянку магістрального збірного каналу та один або два бокові канали-супутники з отворами, що з'єднують ці канали з обслуговуваним приміщенням.

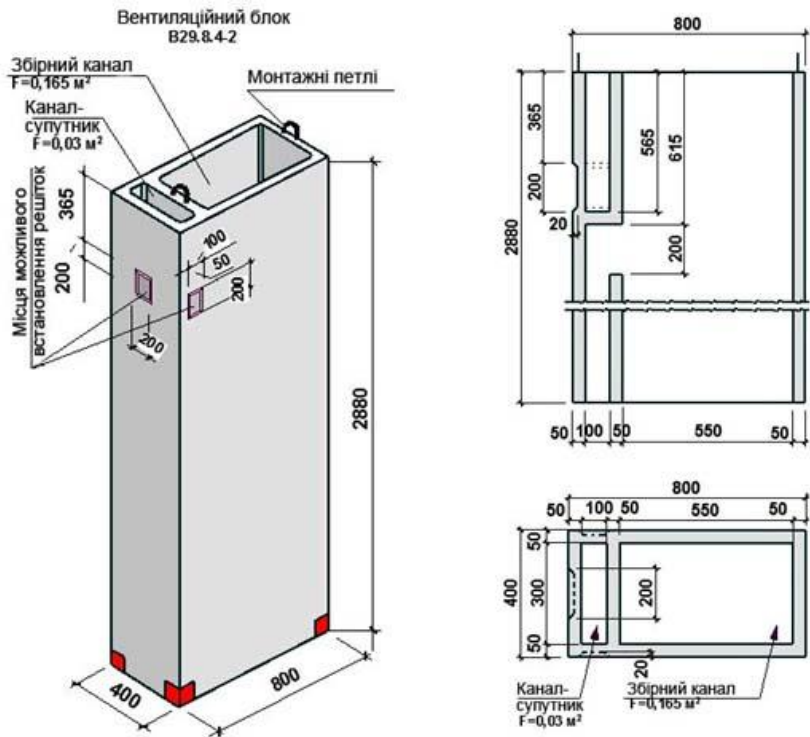


Рис. 5. Уніфікований залізобетонний вентиляційний блок

Канали-супутники рядових поверхів приєднуються до збірного каналу через один або через два поверхи, а одного-двох верхніх поверхів – виходять безпосередньо в атмосферу. В місцях з'єднання поверхових вентблоків встановлюють герметизуючі прокладки. Зі сторони приміщення вхід у канали-

супутники закривається витяжними вентиляційними решітками або регульованими клапанами.

Згідно з п. 7.34 ДБН В.2.2-15:2019 [2] витяжні канали систем вентиляції слід розмішувати у **внутрішніх** стінах або перегородках будинку чи примикати до них. Допускається примикати вентиляційним каналом до **зовнішньої** стіни, ділянка якої в місці примикання повинна мати опір теплопередачі на 20% більший за мінімальне його значення, нормоване ДБН В.2.6-31:2021 [3] для житлових будинків. Ділянки витяжних каналів, які прокладають над покрівлею, на горищі, а також поблизу охолоджуваної поверхні зовнішніх стін, слід проектувати з тепловою ізоляцією, що виключає утворення конденсату при відносній вологості витяжного повітря до 70%.

Видаляти повітря з кожної кухні, ванної кімнати, туалету або із суміщеного санвузла слід індивідуальним вертикальним витяжним каналом-супутником з викидом повітря у збірну вентиляційну шахту (або в атмосферу) з приєднанням кожного витяжного каналу-супутника однієї квартири до збірної шахти щонайменше на 2 м вище від витяжної решітки. Для суміжних приміщень ванної кімнати та туалету однієї квартири допускається проектувати один загальний вертикальний витяжний канал-супутник з туалету при забезпеченні перетікання повітря з верхньої зони ванної кімнати до туалету через канал з ґратками з обох боків.

Згідно з п. 7.39 ДБН В.2.2-15:2019 [2] витяжні вентиляційні системи з природним спонуканням слід проектувати з викидом повітря над покрівлею в тих місцях, де виключене утворення зон вітрового підпору. Висоту вентиляційної труби системи витяжної природної вентиляції слід приймати за п. 7.3.10 ДБН В.2.5-67:2013 [1] (рис. 6).

У будинках з природною системою вентиляції можливе застосування систем місцевої механічної витяжної вентиляції – надплитних зонтів або аналогічних пристроїв з видаленням повітря в атмосферу, які повинні мати окремий збірний канал для їхнього приєднання. При цьому необхідно встановлювати зворотні клапани на всі витяжні решітки у квартирі, що

обладнана надплитним зонтом чи аналогічним пристроєм [2, п. 7.35].

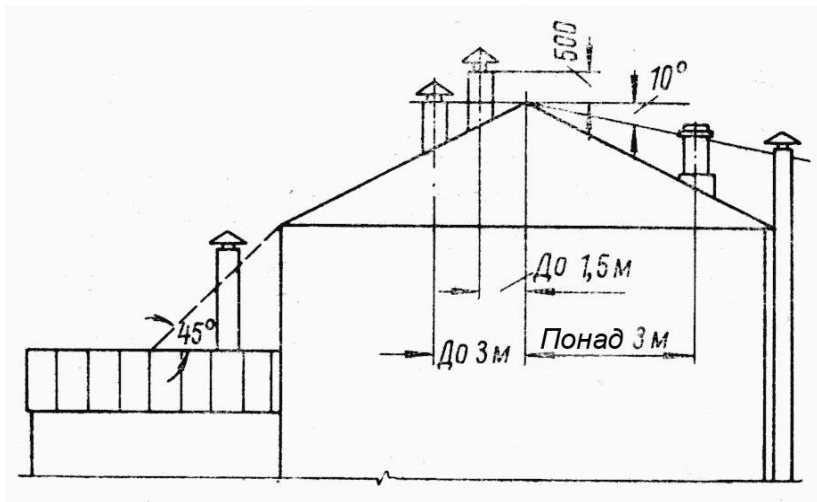


Рис. 6. Висота вентиляційних витяжних шахт над покрівлею будівлі згідно з п. 7.3.10 ДБН В.2.5-67:2013

Недопустимо приєднувати надплитний зонт до загальнообмінної витяжної вентиляції кухні через можливість порушення аеродинаміки природної витяжної системи в режимі використання надплитного зонта, що може призводити до погіршення повітрообміну в інших квартирах багатоповерхового житлового будинку, які обслуговує той самий збірний витяжний канал.

Для тих багатоповерхових будівель, в яких не передбачений окремий збірний канал для приєднання надплитних зонтів або аналогічних пристроїв, дозволяється їхнє застосування тільки в режимі рециркуляції.

При застосуванні зонтів (витяжок) у кухнях їх слід встановлювати на висоті не менше 0,65 м над газовими та 0,47 м над електричними плитами. Ширина зонта (витяжки) має бути не менша за ширину плити [2, п. 7.36].

Згідно з п. 7.37 ДБН В.2.2-15:2019 [2] влаштування системи вентиляції та необхідний повітрообмін у приміщеннях, які

обладнані газовими приладами, повинні відповідати вимогам ДБН В.2.5-20:2018 [4].

Місцеві вентилятори допускається застосовувати у витяжних системах з природним спонуканням у кухнях, ванних кімнатах, туалетах, суміщених санвузлах за умови, що питомі втрати тиску при русі повітря у збірній шахті під час роботи усіх приєднаних до неї місцевих вентиляторів не перевищуватимуть 0,65 Па/м [2, п. 7.43].

Вентиляція вбудованих у житловий будинок нежитлових приміщень повинна бути автономною [2, п. 7.41]. Не допускається розташування витяжних шахт (повітропроводів) та димоходів з вбудованих приміщень на фасадах житлового будинку [2, п. 7.42].

Заходи з організації вентиляції холодного горища, підвалу, технічного підпілля, приміщення сміттєзбиральної камери житлового будинку розглянуті в розділі 12 цих методичних вказівок.

5 Основні положення розрахунку систем природної вентиляції

Розрахунок системи природної вентиляції житлового будинку включає такі етапи:

- визначення наявного гравітаційного тиску за розрахункових параметрів зовнішнього і внутрішнього повітря;
- визначення аеродинамічного опору систем з попередньо підібраними конструктивними елементами;
- перевірку працездатності системи вентиляції в розрахункових умовах;
- за потреби – уточнення розмірів, характеристик, конструктивних рішень окремих елементів системи вентиляції.

Згідно з вимогами п. 7.1.4 ДБН В.2.5-67:2013 [1] природну витяжну вентиляцію для житлових, громадських, адміністративних та побутових приміщень слід розраховувати на різницю густини зовнішнього повітря з температурою $+5^{\circ}\text{C}$ та внутрішнього повітря з температурою для холодного періоду

року згідно з п. 5.1 ДБН В.2.5-67:2013 [1]. За вищих температур зовнішнього повітря допускається здійснювати природне провітрювання приміщень шляхом відкриття кватирок, фрамуг та стулок вікон. Тобто, природна витяжна вентиляція має забезпечувати розрахунковий повітрообмін приміщень за температур зовнішнього повітря $+5^{\circ}\text{C}$ і нижче.

Для тих квартир і приміщень, в яких за температури зовнішнього повітря $+5^{\circ}\text{C}$ не забезпечується видалення нормованих витрат повітря, необхідно передбачати механічну витяжну вентиляцію.

Величину гравітаційного тиску, що утворюється через різницю густини повітря назовні та всередині приміщення, визначають відносно умовного нуля, за який приймають тиск назовні будівлі на відмітці гирла витяжної шахти.

Значення наявного гравітаційного тиску для квартир кожного поверху обчислюють за формулою

$$\Delta P_{\text{НАЯВ}} = (\rho_3 - \rho_B) \cdot g \cdot H_{\text{РОЗР}} \text{ Па}, \quad (4)$$

де ρ_3 та ρ_B – відповідно густина зовнішнього і внутрішнього повітря за розрахункових температур, кг/м^3 ; g – прискорення сили тяжіння, $9,81 \text{ м/с}^2$; $H_{\text{РОЗР}}$ – відстань по вертикалі від центру припливного пристрою даного поверху (кватирки, стулки вікна, припливного клапана) до гирла витяжної шахти, м.

Густину сухого повітря за нормального атмосферного тиску та температури t , $^{\circ}\text{C}$, визначають за формулою

$$\rho = \frac{353}{272 + t} \text{ кг/м}^3. \quad (5)$$

Густина зовнішнього повітря за розрахункової температури $+5^{\circ}\text{C}$ становить $\rho_3 = 1,270 \text{ кг/м}^3$, а густина внутрішнього повітря за температури 20°C – $\rho_B = 1,205 \text{ кг/м}^3$.

Відстань по вертикалі від центру припливного пристрою до гирла витяжної шахти для кожного поверху будинку обчислюють за виразом

$$H_{\text{РОЗР}} = H_{\Gamma} - h_i \text{ м}, \quad (6)$$

де H_{Γ} – висотна відмітка гирла зовнішньої витяжної шахти, яку приймають згідно з вимогами п. 7.3.10 ДБН В.2.5-67 [1]; h_i – висотна відмітка центру припливного пристрою (кватирки,

фрамуги, стулки вікна, припливного клапана) відповідного поверху, м.

У розрахунку рекомендується приймати опір повітряного тракту системи вентиляції $\Delta P_{СИСТ}$ меншим за величину наявного гравітаційного тиску $\Delta P_{НАЯВ}$ із запасом у 10%, тобто вимагається дотримання умови

$$\Delta P_{СИСТ} \leq 0,9 \Delta P_{НАЯВ} \quad (7)$$

Загальні втрати тиску (опір повітряного тракту) системи вентиляції визначають як суму втрат тиску на тертя та на подолання місцевих опорів на всіх ділянках системи за формулою

$$\Delta P_{СИСТ} = \sum_{i=1}^n (\Delta P_{ТЕРi} + z_i) \text{ Па}, \quad (8)$$

де $\Delta P_{ТЕРi}$ – втрати тиску на тертя (за довжиною) на розрахунковій ділянці повітряного тракту, Па; z_i – втрати тиску на ділянці в місцевих опорах, Па.

Втрати тиску на тертя у вентиляційних каналах та повітропроводах визначають за формулою

$$\Delta P_{ТЕРi} = R \cdot l \text{ Па}, \quad (9)$$

де l – довжина ділянки повітропроводу, м; R – питомі втрати тиску на тертя на ділянці, які обчислюють за виразом

$$R = \frac{\lambda \cdot P_D}{d} \text{ Па/м}, \quad (10)$$

де λ – коефіцієнт опору тертя; d – діаметр повітропроводу, м; P_D – динамічний (швидкісний) тиск повітря на ділянці, що дорівнює

$$P_D = \frac{\rho \cdot V^2}{2} \text{ Па}, \quad (11)$$

де ρ – густина повітря, кг/м³; V – швидкість руху повітря, м/с.

Швидкість руху повітря на ділянці обчислюють за формулою

$$V = \frac{L}{3600 \cdot f} \text{ м/с}, \quad (12)$$

де L – розрахункова витрата повітря на ділянці, м³/год; f – площа живого перерізу ділянки, м².

Коефіцієнт опору тертя λ залежить від режиму руху повітря та ступеня шорсткості стінок повітропроводу, його визначають таким чином:

- для ламінарного режиму руху повітря (при значеннях числа Рейнольдса $Re < 2300$) – за виразом

$$\lambda = Re/64, \quad (13)$$

- для турбулентного режиму (при значеннях числа Рейнольдса $Re > 2300$) – за формулою Альтшуля

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{K_E}{d} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25}, \quad (14)$$

де K_E – абсолютна еквівалентна шорсткість матеріалу стінок повітропроводу, м, яку для сталевих і пластикових повітропроводів приймають рівною 0,1 мм, для каналів і шахт з бетону – 1,5 мм, із цегли – 5...10 мм; Re – число Рейнольдса, яке визначають за формулою

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu}, \quad (15)$$

де ν – кінематична в'язкість повітря, яку обчислюють за виразом

$$\nu = (13,45 + 0,0885 \cdot t + 0,00013 \cdot t^2) \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}. \quad (16)$$

При температурі $t = 20^\circ\text{C}$ кінематична в'язкість повітря ν дорівнює $1,5 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}$.

Для повітропроводів прямокутного перерізу при визначенні питомих втрат тиску на тертя R за розрахункову величину діаметра d приймають еквівалентний діаметр d_E , за якого втрати тиску у круглому повітропроводі за тієї самої швидкості руху повітря V дорівнюють втратам тиску у прямокутному повітропроводі. Значення еквівалентного діаметра для прямокутного повітропроводу обчислюють за виразом

$$d_E = \frac{2AB}{A+B} \text{ м}, \quad (17)$$

де A і B – розміри сторін перерізу повітропроводу, м.

Для повітропроводів непрямокутного перерізу еквівалентний діаметр визначають за залежністю

$$d_E = 4f/U \text{ м}, \quad (18)$$

де f – площа перерізу повітропроводу, м²; U – периметр перерізу повітропроводу, м.

Втрати тиску на подолання місцевих опорів знаходять за формулою

$$z_i = \Sigma \xi \cdot P_d \text{ Па,} \quad (19)$$

де $\Sigma \xi$ – сума коефіцієнтів місцевих опорів на розрахунковій ділянці повітряного тракту; P_d – динамічний тиск повітря, Па, який визначають за виразом (11).

При виконанні аеродинамічного розрахунку опір повітряного тракту обчислюють за окремими розрахунковими ділянками системи вентиляції.

При визначенні опору повітряного тракту рекомендується користуватися формулою

$$\Delta P_{\text{сист}} = \Delta P_{\text{III}} + \Delta P_{\text{ВП}} + \Delta P_{\text{БК}} \text{ Па,} \quad (20)$$

де ΔP_{III} – втрати тиску у припливному пристрої, Па; $\Delta P_{\text{ВП}}$ – втрати тиску у витяжному пристрої, Па; $\Delta P_{\text{БК}}$ – сумарні втрати тиску у витяжних каналах на шляху руху повітря – у супутнику та на ділянках збірних каналів, Па.

При розрахунку системи природної витяжної вентиляції рекомендується приймати такі значення швидкості повітря: в супутнику – 1,0...1,5 м/с; у збірному каналі – залежно від поверховості будівлі не більше 1,0...2,5 м/с. Чим вища будівля, тим більша величина наявного гравітаційного тиску, і, відповідно, більшу швидкість руху повітря можна прийняти у розрахунку.

Задаючись конструктивними розмірами витяжних решіток, супутників та збірних каналів, визначають розрахункові втрати тиску в окремих елементах та на розрахункових ділянках системи і перевіряють дотримання вимоги (7).

Якщо величина наявного гравітаційного тиску недостатня для подолання опору системи за розрахункового повітрообміну (приміром, на верхніх поверхах будинку), то необхідно збільшити переріз витяжних каналів або передбачити встановлення індивідуальних витяжних вентиляторів зі зворотним клапаном. Підбір витяжних вентиляторів рекомендується здійснювати із запасом 10% на невраховані втрати тиску, тобто

$$P_{\text{ВЕН}} = 1,1 \cdot (\Delta P_{\text{СИСТ}} - 0,9 \Delta P_{\text{НАЯВ}}) \text{ Па.} \quad (21)$$

Зважаючи на певну складність розрахунку за наведеними формулами, при виконанні курсового проекту рекомендується користуватися спеціалізованими комп'ютерними програмами, приміром, [Vent-Calc](#). Також можуть стати у нагоді електронні таблиці MS Excel.

6 Вибір пристроїв для припливу повітря

Приплив повітря у квартири житлових будинків слід передбачати в житлові приміщення та кухні-їдальні.

Приплив повітря в системах вентиляції житлових будинків може відбуватися через:

- **віконні стулки, кватирки та фрамуги** з регульованим відкриттям;
- **віконні клапани**, які встановлюють (врізають) у плетіння або скління віконних блоків;
- **стінові клапани**, які встановлюють у зовнішніх стінах;
- **припливні установки** з механічним спонуканням руху повітря (з підігріванням або без підігрівання припливного повітря, а також з утилізацією тепла витяжного повітря чи без неї).

Вхідні двері квартир не передбачені для припливу повітря у квартири, опір прониканню повітря вхідних дверей має становити не менше 1,5 м²·год·Па/кг.

Приплив повітря через кватирки, фрамуги або обладнані фіксаторами стулки вікон, які виходять на вулицю, допускається здійснювати за умови, що рівень шуму у квартирах (з урахуванням впливу вуличного шуму) не перевищуватиме допустимого згідно з вимогами [6, дод. 1].

У квартирах будинків, що розташовані в місцях з підвищеними рівнями шуму та запиленості зовнішнього повітря, слід застосовувати припливні клапани із шумоглушниками та повітряними фільтрами, доступними для очищення.

Приплив повітря слід передбачати:

- в системах без підігрівання припливного повітря – у верхню зону приміщень, забезпечуючи можливість

- змішування холодного припливного повітря з теплим повітрям приміщень;
- у системах з підігріванням припливного повітря за рахунок опалювальних приладів системи опалення – над (або за) опалювальними приладами, забезпечуючи можливість змішування припливного повітря з нагрітим конвекційним потоком повітря від опалювальних приладів (у цьому випадку слід вживати заходів проти замерзання опалювальних приладів);
 - у системах з підігріванням повітря у припливних вентиляційних установках з вбудованими повітронагрівачами (в децентралізованих або централізованих системах механічної вентиляції) – у верхню або нижню зону приміщень.

У випадку припливу повітря у приміщення житлових будинків через квартирки, фрамуги або стулки вікон втратами тиску у припливних пристроях можна знехтувати, тобто вважати, що $\Delta P_{III} \approx 0$.

В разі, якщо встановлення припливних клапанів обов'язкове із санітарно-гігієнічних вимог або з технічних причин (використання вікон з герметичним притулом без квартирок, підвищені рівні шуму та запиленості зовнішнього повітря), розміри, кількість та розміщення припливних клапанів мають забезпечувати потрібні параметри повітря в зоні обслуговування приміщень за розрахункового повітрообміну. При цьому втрати тиску у припливних клапанах ΔP_{III} приймають за паспортними характеристиками відповідних виробів (приміром [7; 8; 9, роз. 7.13.4; 10, дод. 7 – 11]) при забезпеченні розрахункових витрат припливного повітря.

Припливні клапани повинні забезпечувати можливість зміни витрати припливного повітря в ручному або в автоматичному режимі, плавно чи східчасто. В повністю закритому положенні припливні клапани повинні забезпечувати мінімально необхідну витрату повітря, що дорівнює 25% від розрахункової.

Для управління припливними клапанами з автоматичним регулюванням витрати повітря можна використовувати датчики перепаду тиску, концентрації вуглекислого газу, освітленості,

присутності людей, вологості внутрішнього повітря (приміром, гігросрегульовані припливні клапани виробництва французької компанії [Aereco](#)) тощо.

Тип, типорозмір та кількість припливних клапанів підбирають за їхніми характеристиками (за даними виробника) залежно від витрати припливного повітря у квартирі, визначеної розрахунком потрібного повітрообміну згідно з розділом 2 цих методичних вказівок. У будинку, як правило, слід застосовувати припливні клапани одного типу. Типорозмір або кількість клапанів у різних квартирах можуть різнитися. В кожній квартирі рекомендується встановлювати не менше двох припливних клапанів.

Кількість повітря, що надходить через один припливний клапан у квартиру, визначають за формулою

$$L_{\text{ккл}} = L_{\text{кв}} / n_{\text{ккл}} \text{ м}^3/\text{год}, \quad (22)$$

де $L_{\text{кв}}$ – загальна витрата припливного повітря, яка має надходити у квартиру, $\text{м}^3/\text{год}$; $n_{\text{ккл}}$ – прийнята кількість клапанів у квартирі, шт.

Втрати тиску на клапані визначають залежно від розрахункової витрати повітря $L_{\text{ккл}}$, що проходить через клапан, за формулою

$$\Delta P_{\text{пп}} = \Delta P_{\text{ном}} (L_{\text{ккл}} / L_{\text{ном}})^2 \text{ Па}, \quad (23)$$

де $L_{\text{ном}}$ – пропускна спроможність повністю відкритого клапана, $\text{м}^3/\text{год}$, за втрат тиску в ньому $\Delta P_{\text{ном}}$, які зазвичай становлять 10 Па.

Розрахунок втрат тиску у припливних клапанах виконують за окремими квартирами поверху в табличній формі (табл. 2).

Таблиця 2 (алгоритм заповнення).

Розрахунок втрат тиску у припливних клапанах

Квартира	$L_{\text{кв}}$, $\text{м}^3/\text{год}$	Марка клапана	$L_{\text{ном}}$, $\text{м}^3/\text{год}$	$\Delta P_{\text{ном}}$, Па	n , шт.	$L_{\text{ккл}}$, $\text{м}^3/\text{год}$	$\Delta P_{\text{пп}}$, Па
1	2	3	4	5	6	7	8
табл. 1	т.1 к.6	за паспортними даними				(22)	(23)
...							

Приклад 2

Підібрати припливні клапани для житлового будинку і визначити їх аеродинамічний опір. Вихідні дані прийняти за прикладом 1.

Розв'язок

Для припливу свіжого повітря у квартири житлового будинку прийняті стінові гігрорегульовані припливні клапани марки [ЕНТ780](#) виробництва компанії Аегесо. Пропускна спроможність повністю відкритого клапана становить $L_{НОМ} = 40$ м³/год за його аеродинамічного опору $\Delta P_{НОМ} = 10$ Па. В однокімнатних квартирах встановлюють по 4 клапани, а у дво- та трикімнатних квартирах – по 5 клапанів. Розрахунок втрат тиску у припливних клапанах виконаний у табл. 2.

Таблиця 2 (приклад заповнення).

Розрахунок втрат тиску у припливних клапанах

Квартира	$L_{кв}$, м ³ /год	Марка клапана	$L_{НОМ}$, м ³ /год	$\Delta P_{НОМ}$, Па	n , шт.	$L_{кл}$, м ³ /год	$\Delta P_{пл}$, Па
1	2	3	4	5	6	7	8
Однокімнатні квартири в осях А-В, 2-4; А-В, 4-6	150	ЕНТ780	40	10	4	37,5	8,79
Двокімнатна квартира в осях А-Д, 1-3	186	ЕНТ780	40	10	5	37,2	8,65
Трикімнатна квартира в осях Б-Д, 6-8	186	ЕНТ780	40	10	5	37,2	8,65

7 Вибір пристроїв для перетікання повітря

Для забезпечення перетікання повітря з житлових кімнат через коридори до кухонь, ванн, туалетів та інших підсобних приміщень внутрішні двері квартир повинні мати **підрізи** висотою не менше 20 мм для полотна шириною 600 мм та не менше 15 мм для полотна шириною 900 мм або вбудовані в полотно дверей чи внутрішні стіни **решітки для перетікання повітря** з живим перерізом не менше 0,014 м². Влаштування спеціальних решіток для перетікання повітря необхідне при обладнанні дверних отворів порогами та при ущільненні контуру прилягання дверного полотна.

Швидкість руху повітря в підрізах дверей або у прозорах решіток для перетікання повітря, як правило, не повинна перевищувати 0,3 м/с.

8 Вибір пристроїв для видалення повітря

Як витяжні пристрої у системах вентиляції житлових будинків рекомендується застосовувати регульовані решітки або витяжні клапани. Регульовані решітки застосовують для зміни витрати повітря, що видаляється, в ручному режимі, а витяжні клапани – в ручному чи автоматичному режимах (за датчиками перепаду тиску, вологості внутрішнього повітря, освітленості, присутності людей тощо). Зміна витрати повітря може бути плавною або ступінчастою.

Витяжні пристрої повинні гарантовано забезпечувати необхідний повітрообмін навіть за низького (від 2 Па) перепаду тиску.

В багатоповерховому житловому будинку слід застосовувати витяжні пристрої одного типу.

Для регулювання розрахункової витрати повітря рекомендується застосовувати витяжні пристрої з можливістю монтажного налаштування (приміром, зі знімними планками, незнімними регульованими заслінками тощо).

Витяжні пристрої слід розміщати у верхніх зонах підсобних приміщень на висоті не менше 2 м від рівня підлоги до низу отворів.

Витяжні пристрої не рекомендується встановлювати безпосередньо в зоні розташування душової сітки, а також над опалювальними приладами (сушкою для рушників, радіатором опалення тощо).

Витяжні пристрої можуть бути встановлені безпосередньо на витяжні канали системи вентиляції.

В уніфікованих вентиляційних блоках зазвичай використовують два типи приєднання витяжних вентиляційних решіток (рис. 7) [9, роз. 7.13.6]:

- тип 1 – з меншої (торцевої) сторони вентблока, решітка РВП2 з розмірами внутрішньої частини рамки у світлі

- 200x200 мм з можливістю монтажного регулювання живого перерізу;
- тип 2 – з більшої сторони вентблока, решітка РВПЗ з розмірами у світлі 120x200 мм без можливості монтажною зміни живого перерізу.

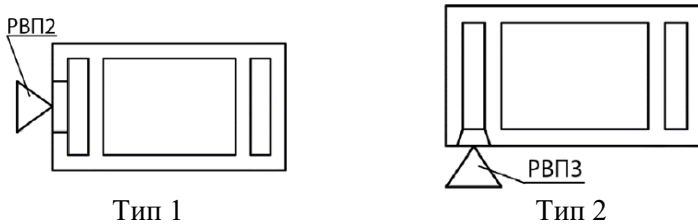


Рис. 7. Типи приєднання витяжних вентиляційних решіток до каналів-супутників уніфікованих вентиляційних блоків

Втрати тиску у витяжних решітках визначають за формулою (19). При цьому коефіцієнт місцевого опору при вході повітря у вентиляційний канал через решітку з гострими краями отворів, що віднесений до швидкості у фронтальному перерізі решітки, обчислюють за виразом

$$\xi = \left(\frac{1,707 - K_{ЖП}}{K_{ЖП}} \right)^2, \quad (24)$$

де $K_{ЖП}$ – коефіцієнт живого перерізу решітки, що дорівнює 0,76 для РВП2 та 0,65 для РВП3.

Обчислене за формулою (24) значення коефіцієнта місцевого опору ξ становить: для решітки РВП2 – 1,55; для решітки РВП3 – 2,64.

Розрахункову швидкість руху повітря V у фронтальному перерізі вентиляційних решіток визначають за формулою (12), її рекомендоване значення в системах природної вентиляції – не вище 1,0...1,5 м/с.

Розрахунок втрат тиску у витяжних решітках зручно виконувати в табличній формі (табл. 3).

Таблиця 3 (алгоритм заповнення).

Розрахунок втрат тиску у витяжних решітках

Приміщення	L , м ³ /год	Марка решітки	$B \times H$, мм	f , м ²	V , м/с	ξ	$\Delta P_{вп}$, Па
1	2	3	4	5	6	7	8
табл. 1	т.1 к.7			$BH/10^6$	(12)	(24)	(19)
...							

При застосуванні замість решіток витяжних клапанів втрати тиску на клапані визначають залежно від розрахункової витрати витяжного повітря через клапан за формулою (23).

Приклад 3

Підібрати витяжні решітки для житлового будинку і визначити їх аеродинамічний опір. Вихідні дані прийняти за прикладом 1.

Розв'язок

Оскільки у проектуваному будинку витяжні решітки доцільно розташувати з більшої сторони вентиляційних блоків (за типом приєднання 2), то у проекті прийняті пластмасові витяжні решітки марки РВПЗ з розмірами внутрішньої частини рамки у світлі $B \times H = 120 \times 200$ мм.

Розрахунок аеродинамічного опору витяжних вентиляційних решіток виконаний за формулами (19), (24), (12), (11) в табл. 3.

Таблиця 3 (приклад заповнення).

Розрахунок втрат тиску у витяжних решітках

Приміщення	L , м ³ /год	Марка решітки	$B \times H$, мм	f , м ²	V , м/с	ξ	$\Delta P_{вп}$, Па
1	2	3	4	5	6	7	8
Туалети	36	РВПЗ	120x200	0,024	0,42	2,64	0,28
Суміщені санвузли	90	РВПЗ	120x200	0,024	1,04	2,64	1,72
Кухні з ел. плитою	60	РВПЗ	120x200	0,024	0,69	2,64	0,76

9 Визначення розмірів витяжних вентиляційних каналів та підбір уніфікованих вентиляційних блоків

Орієнтовні площі перерізу витяжних каналів-супутників визначають за рекомендованою швидкістю руху повітря в супутниках $V_{\text{суп}} = 1,0 \dots 1,5$ м/с за формулою

$$f_{\text{суп}} = \frac{L_{\text{суп}}}{3600 \cdot V_{\text{суп}}} \text{ м}^2, \quad (25)$$

де $L_{\text{суп}}$ – витрата повітря в каналі-супутнику, м³/год.

Орієнтовні площі перерізу збірних витяжних каналів визначають за рекомендованою швидкістю руху повітря у верхній ділянці збірного каналу $V_{\text{зк}} \leq 1,0 \dots 2,5$ м/с за такими формулами:

- для збірних каналів з приєднанням на поверсі одного супутника з витратою повітря $L_{\text{суп}}$

$$f_{\text{зк}} = \frac{L_{\text{суп}} \cdot (n-1)}{3600 \cdot V_{\text{зк}}} \text{ м}^2, \quad (26)$$

- для збірних каналів з приєднанням на поверсі двох супутників з витратами повітря відповідно $L_{\text{суп1}}$ та $L_{\text{суп2}}$

$$f_{\text{зк}} = \frac{(L_{\text{суп1}} + L_{\text{суп2}}) \cdot (n-1)}{3600 \cdot V_{\text{зк}}} \text{ м}^2, \quad (27)$$

де n – кількість поверхів у будинку.

За обчисленими значеннями орієнтовної площі вентиляційних каналів приймають марки уніфікованих збірних залізобетонних вентиляційних блоків (за [9, табл. 7.53; 10, дод. 5]). При виборі марки вентблоків обов'язково необхідно враховувати відповідність висоти вентблока H заданій висоті поверху будинку (згідно із завданням до курсового проекту).

За фактичними (дійсними) площами перерізу каналів прийнятих вентблоків обчислюють фактичну швидкість руху в них повітря за формулою (12).

Визначення розмірів витяжних вентиляційних каналів та підбір уніфікованих вентиляційних блоків зручно виконувати в табличній формі (табл. 4).

Таблиця 4 (алгоритм заповнення).

Визначення розмірів витяжних вентиляційних каналів та підбір уніфікованих вентиляційних блоків

Позначення системи	Тип каналу	L , м ³ /год	V , м/с	f , м ²	Марка блока, $V \times H$, мм	f_{ϕ} , м ²	V_{ϕ} , м/с
1	2	3	4	5	6	7	8
За планом поверху	суп.	$L_{суп}$	1...1,5	(25)	[9, табл. 7.53; 10, дод. 5]		(12)
	зб. кан.	$L_{зк}$	1...2,5	(26) або (27)			(12)
...							

Приклад 4

Виконати розрахунок розмірів каналів-супутників і збірних витяжних каналів та підібрати марки уніфікованих вентиляційних блоків для системи природної витяжної вентиляції 9-поверхового житлового будинку (за прикладом 1).

Розв'язок

Розрахунок розмірів витяжних вентиляційних каналів виконаний за формулами (25), (26). Результати розрахунку та підбору марок уніфікованих вентиляційних блоків наведені в табл. 4.

Таблиця 4 (приклад заповнення).

Визначення розмірів витяжних вентиляційних каналів та підбір уніфікованих вентиляційних блоків

Позначення системи	Тип каналу	L , м ³ /год	V , м/с	f , м ²	Марка блока, $V \times H$, мм	f_{ϕ} , м ²	V_{ϕ} , м/с
1	2	3	4	5	6	7	8
ВП1, ВП3, ВП7, ВП8	суп.	60	1	0,017	<u>B 30.8.4</u> 100x300	0,030	0,56
	зб. кан.	480	2	0,067	550x300	0,165	0,81
ВП2, ВП4	суп.	36	1	0,010	<u>B 30.8.4</u> 100x300	0,030	0,33
	зб. кан.	288	2	0,040	550x300	0,165	0,48
ВП5, ВП6, ВП9, ВП10	суп.	90	1	0,025	<u>B 30.8.4</u> 100x300	0,030	0,83
	зб. кан.	720	2	0,100	550x300	0,165	1,21

10 Аеродинамічний розрахунок систем вентиляції

Аеродинамічний розрахунок системи природної вентиляції житлового будинку виконують у такій послідовності.

1. Викреслюють розрахункову аксонометричну схему вентиляційної системи, на якій наводять міжповерхові перекриття і покриття та їхні висотні відмітки, усі конструктивні елементи вентиляційної системи, витяжні пристрої та їхні позначення тощо (див. рис. 9 у прик. 5).
2. На схемі системи вентиляції визначають розрахункові ділянки за ознакою незмінності аеродинамічних характеристик потоку повітря – витрати та швидкості руху. Для кожної розрахункової ділянки на схемі викреслюють виносну лінію з полицею.
3. Вибирають магістральний напрямок – найбільш навантажений і протяжний ланцюжок ділянок повітряного тракту. Нумерують ділянки магістрального напрямку, починаючи від витяжної шахти на покрівлі в напрямку проти руху повітря аж до супутника першого поверху включно. Номери ділянок N записують на схемі поруч із полицями виносних ліній.
4. Нумерують ділянки відгалужень від магістрального напрямку, починаючи з нижнього (другого) поверху в напрямку до найвищого поверху.
5. Визначають навантаження розрахункових ділянок – витрати повітря L , $\text{м}^3/\text{год}$, і наносять їх на схему системи над полицями виносних ліній у форматі « $L###$ », де L – умовне позначення витрати, а $###$ – числове значення витрати повітря в $\text{м}^3/\text{год}$.
6. За висотними відмітками на схемі (та, за потреби, за планом поверху) визначають довжини розрахункових ділянок l , м, і записують їх під полицями виносних ліній. Нижче під довжинами з нового рядка записують розміри перерізу ділянок у форматі « $B \times H$ », мм (відповідно до прийнятих розмірів каналів вентблоків – див. табл. 4).
7. Номери розрахункових ділянок N , їхні навантаження L , довжини l та розміри перерізу $B \times H$ заносять відповідно у колонки 1 – 4 таблиці аеродинамічного розрахунку (див.

- табл. 6 у прикладі 5). У колонці 5 цієї таблиці вказують матеріал стінок вентиляційних каналів та коефіцієнт абсолютної шорсткості матеріалу K_E , мм.
8. В табл. 5 визначають коефіцієнти місцевих опорів (КМО) та їхні суми $\Sigma \xi$ на окремих ділянках і записують їхні значення в кол. 6 табл. 6.
 9. Обчислюють і записують у табл. 6 втрати тиску на ділянках, Па: на тертя Rl (кол. 7); на подолання місцевих опорів z (кол. 8); у припливних $\Delta P_{Пл}$ (кол. 9) та витяжних $\Delta P_{Вл}$ (кол. 10) пристроях (тільки для перших ділянок повітряного тракту кожного поверху). В кол. 11 обчислюють сумарні втрати тиску на ділянках ΔP , Па, як суму значень колонок 7 – 10. У кол. 12 записують сумарні втрати тиску на даній ділянці з додаванням опору наступних за рухом повітря ділянок повітряного тракту $\Sigma \Delta P$, Па.

При виконанні аеродинамічного розрахунку зручно користуватися комп'ютерною програмою [Vent-Calc](#) (рис. 8).

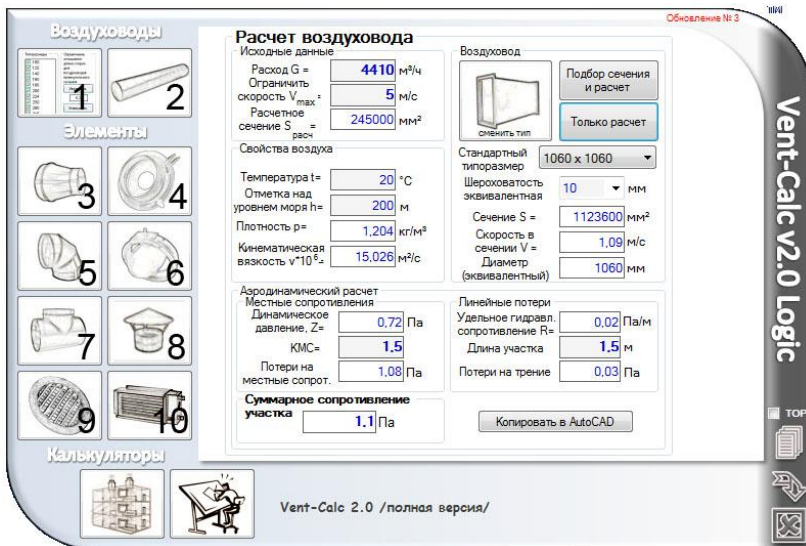


Рис. 8. Робоче вікно комп'ютерної програми Vent-Calc 2.0

Коефіцієнти місцевих опорів окремих елементів вентиляційних систем визначають на вкладках 3 – 9 цієї програми, значення опору окремих ділянок (на тертя, в місцевих опорах, сумарні) – на вкладці 2, розміри перерізів елементів системи задають на вкладці 1.

При виконанні аеродинамічного розрахунку слід пам'ятати про те, що місцеві опори вузлів відгалужень (трійників, хрестовин), які лежать на межі кількох ділянок, завжди відносять до ділянки з меншою витратою повітря.

Коефіцієнти місцевих опорів окремих елементів системи природної витяжної вентиляції визначають наступним чином.

КМО виходу з витяжної шахти з відкритим гирлом приймають рівним 1,0, а для витяжної шахти з плоским екраном та для шахти із зонтом – визначають на вкладці 8 програми Vent-Calc.

Канали-супутники зазвичай мають такі місцеві опори:

- вхід у канал-супутник через витяжний пристрій $\Delta P_{ВП}$ (значення цього місцевого опору визначають у роз. 9 і записують у кол. 10 табл. 6);
- конфузор (при 2-му типі приєднання витяжного пристрою до каналу-супутника, тобто з більшої сторони вентблока) – величину цього КМО зручно визначати на вкладці 3 програми Vent-Calc;
- зміни напрямку потоку повітря з горизонтального на вертикальний або з вертикального на горизонтальний (КМО коліна з гострими краями при куті повороту 90°) – ці КМО зручно визначати на вкладці 5 програми Vent-Calc;
- трійник прямокутний витяжний на відгалуження – цей КМО визначають на вкладці 7 програми Vent-Calc, вибираючи вузли прямокутного перерізу за схемою I, за якою визначальний потік повітря йде через прохідну ділянку.

Аналогічним чином визначають КМО трійників прямокутних витяжних на прохід на магістральних ділянках збірного каналу.

Втрати тиску на тертя R_l та на подолання місцевих опорів z на розрахункових ділянках вентиляційної системи визначають на вкладці 2 програми Vent-Calc і записують відповідно в кол. 7 та 8 табл. 6.

Опір припливного пристрою ΔP_{III} записують в кол. 9 табл. 6.

Приклад 5

Виконати аеродинамічний розрахунок систем вентиляції ВП1, ВП3 (за прикладами 1-4).

Розв'язок

Розрахункова схема систем ВП1, ВП3 для виконання їх аеродинамічного розрахунку наведена на рис. 9.

Аеродинамічний розрахунок систем ВП1, ВП3 виконаний у табл. 5 та 6.

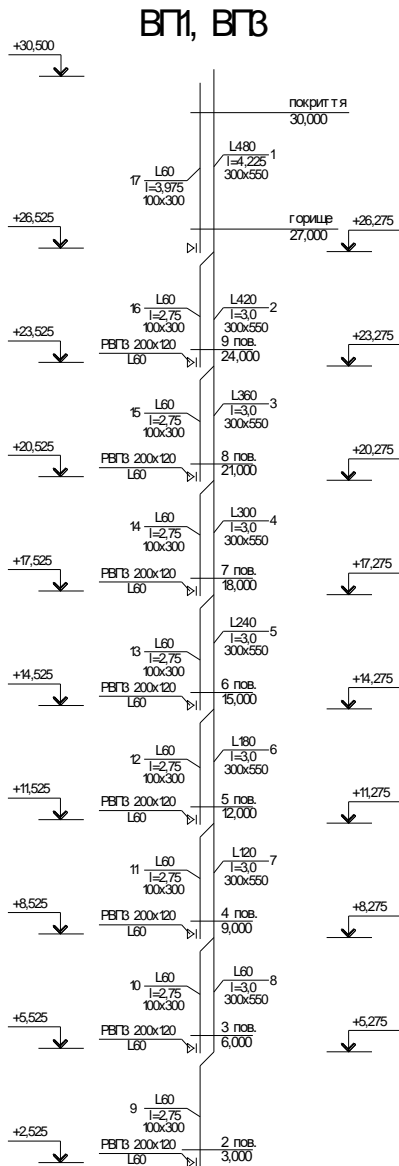


Рис. 9. Схема систем ВП1, ВП3

Таблиця 5.

Розрахунок коефіцієнтів місцевих опорів для систем вентиляції ВП1, ВП3

№ ділянки	Найменування МО	К-ть	Умови та обґрунтування вибору МО	ξ	$\Sigma\xi$
1	2	3	4	5	6
1	Вихід із шахти з відкритим гирлом	1		1,0	1,0
2	Трійник прямокутний витяжний на прохід	1	$L_A = 480; L_B = 420; L_C = 60;$ $A - 300 \times 550; B - 300 \times 550;$ $C - 100 \times 300$ [Vent-Calc]	0,19	0,19
3	Трійник прямокутний витяжний на прохід	1	$L_A = 420; L_B = 360; L_C = 60;$ $A - 300 \times 550; B - 300 \times 550;$ $C - 100 \times 300$ [Vent-Calc]	0,22	0,22
4	Трійник прямокутний витяжний на прохід	1	$L_A = 360; L_B = 300; L_C = 60;$ $A - 300 \times 550; B - 300 \times 550;$ $C - 100 \times 300$ [Vent-Calc]	0,27	0,27
5	Трійник прямокутний витяжний на прохід	1	$L_A = 300; L_B = 240; L_C = 60;$ $A - 300 \times 550; B - 300 \times 550;$ $C - 100 \times 300$ [Vent-Calc]	0,32	0,32
6	Трійник прямокутний витяжний на прохід	1	$L_A = 240; L_B = 180; L_C = 60;$ $A - 300 \times 550; B - 300 \times 550;$ $C - 100 \times 300$ [Vent-Calc]	0,44	0,44
7	Трійник прямокутний витяжний на прохід	1	$L_A = 180; L_B = 120; L_C = 60;$ $A - 300 \times 550; B - 300 \times 550;$ $C - 100 \times 300$ [Vent-Calc]	0,70	0,70
8	Трійник прямокутний витяжний на прохід	1	$L_A = 120; L_B = 60; L_C = 60;$ $A - 300 \times 550; B - 300 \times 550;$ $C - 100 \times 300$ [Vent-Calc]	1,94	1,94
9	Трійник прямокутний витяжний на відгалуження	1	$L_A = 60; L_B = 0; L_C = 0;$ $A - 300 \times 550; B - 300 \times 550;$ $C - 100 \times 300$ [Vent-Calc]	0,73	3,17
	Коліно прямокутне з гострими краями на 90°	2	$b = 300; a = 100$ [Vent-Calc]	1,1	
	Конфузор	1	Із 120x200 на 100x200 [Vent-Calc]	0,24	
10	Трійник прямокутний витяжний на відгалуження	1	$L_A = 120; L_B = 60; L_C = 60;$ $A - 300 \times 550; B - 300 \times 550;$ $C - 100 \times 300$ [Vent-Calc]	0,82	3,26
	Коліно прямокутне з гострими краями на 90°	2	$b = 300; a = 100$ [Vent-Calc]	1,1	
	Конфузор	1	Із 120x200 на 100x200 [Vent-Calc]	0,24	

Таблиця 5 (продовження)

1	2	3	4	5	6
11	Трійник прямокутний витяжний на відгалуження	1	$L_A = 180; L_B = 120; L_C = 60;$ $A - 300 \times 550; B - 300 \times 550;$ $C - 100 \times 300$ [Vent-Calc]	1,19	3,63
	Коліно прямокутне з гострими краями на 90°	2	$b = 300; a = 100$ [Vent-Calc]	1,1	
	Конфузор	1	Із 120×200 на 100×200 [Vent-Calc]	0,24	
12	Трійник прямокутний витяжний на відгалуження	1	$L_A = 240; L_B = 180; L_C = 60;$ $A - 300 \times 550; B - 300 \times 550;$ $C - 100 \times 300$ [Vent-Calc]	1,16	3,60
	Коліно прямокутне з гострими краями на 90°	2	$b = 300; a = 100$ [Vent-Calc]	1,1	
	Конфузор	1	Із 120×200 на 100×200 [Vent-Calc]	0,24	
13	Трійник прямокутний витяжний на відгалуження	1	$L_A = 300; L_B = 240; L_C = 60;$ $A - 300 \times 550; B - 300 \times 550;$ $C - 100 \times 300$ [Vent-Calc]	1,02	3,46
	Коліно прямокутне з гострими краями на 90°	2	$b = 300; a = 100$ [Vent-Calc]	1,1	
	Конфузор	1	Із 120×200 на 100×200 [Vent-Calc]	0,24	
14	Трійник прямокутний витяжний на відгалуження	1	$L_A = 360; L_B = 300; L_C = 60;$ $A - 300 \times 550; B - 300 \times 550;$ $C - 100 \times 300$ [Vent-Calc]	0,81	3,25
	Коліно прямокутне з гострими краями на 90°	2	$b = 300; a = 100$ [Vent-Calc]	1,1	
	Конфузор	1	Із 120×200 на 100×200 [Vent-Calc]	0,24	
15	Трійник прямокутний витяжний на відгалуження	1	$L_A = 420; L_B = 360; L_C = 60;$ $A - 300 \times 550; B - 300 \times 550;$ $C - 100 \times 300$ [Vent-Calc]	0,43	2,87
	Коліно прямокутне з гострими краями на 90°	2	$b = 300; a = 100$ [Vent-Calc]	1,1	
	Конфузор	1	Із 120×200 на 100×200 [Vent-Calc]	0,24	
16	Трійник прямокутний витяжний на відгалуження	1	$L_A = 480; L_B = 420; L_C = 60;$ $A - 300 \times 550; B - 300 \times 550;$ $C - 100 \times 300$ [Vent-Calc]	-0,02	2,42
	Коліно прямокутне з гострими краями на 90°	2	$b = 300; a = 100$ [Vent-Calc]	1,1	
	Конфузор	1	Із 120×200 на 100×200 [Vent-Calc]	0,24	

Таблиця 5 (продовження)

1	2	3	4	5	6
17	Вихід із шахти з відкритим гирлом	1		1,0	2,34
	Коліно прямокутне з гострими краями на 90°	1	$b = 300; a = 100$ [Vent-Calc]	1,1	
	Конфузор	1	Із 120x200 на 100x200 [Vent-Calc]	0,24	

Таблиця 6.**Аеродинамічний розрахунок систем вентиляції ВП1, ВП3**

№ ділянки	Навантаження $L, \text{ м}^3/\text{год}$	Довжина $l, \text{ м}$	Розміри перерізу $B \times H, \text{ мм}$	Матеріал, шорсткість $K_E, \text{ мм}$	Сума КМО $\Sigma \xi$
1	2	3	4	5	6
Магістральний напрямок 1-9					
1	480	4,225	300x550	бетон, 1,5	1,0
2	420	3,0	300x550	бетон, 1,5	0,19
3	360	3,0	300x550	бетон, 1,5	0,22
4	300	3,0	300x550	бетон, 1,5	0,27
5	240	3,0	300x550	бетон, 1,5	0,32
6	180	3,0	300x550	бетон, 1,5	0,44
7	120	3,0	300x550	бетон, 1,5	0,70
8	60	3,0	300x550	бетон, 1,5	1,94
9	60	2,75	100x300	бетон, 1,5	3,17
Відгалуження 10					
10	60	2,75	100x300	бетон, 1,5	3,26
Відгалуження 11					
11	60	2,75	100x300	бетон, 1,5	3,63
Відгалуження 12					
12	60	2,75	100x300	бетон, 1,5	3,60
Відгалуження 13					
13	60	2,75	100x300	бетон, 1,5	3,46
Відгалуження 14					
14	60	2,75	100x300	бетон, 1,5	3,25
Відгалуження 15					
15	60	2,75	100x300	бетон, 1,5	2,87
Відгалуження 16					
16	60	2,75	100x300	бетон, 1,5	2,42
Ділянка 17					
17	60	3,975	100x300	бетон, 1,5	2,34

Таблиця 6 (продовження)

№ ділянки	Втрати тиску, Па					
	на тертя Rl	в МО z	у припл. пристр. $\Delta P_{пп}$	у витяж. пристр. $\Delta P_{ВП}$	сумарні на ділянці ΔP	сумарні з наступ. ділянками $\Sigma \Delta P$
1	7	8	9	10	11	12
Магістральний напрямок 1-9						
1	0,13	0,39	–	–	0,52	0,52
2	0,06	0,06	–	–	0,12	0,64
3	0,06	0,05	–	–	0,11	0,75
4	0,03	0,04	–	–	0,07	0,82
5	0,03	0,03	–	–	0,06	0,88
6	0	0,02	–	–	0,02	0,90
7	0	0,01	–	–	0,01	0,91
8	0	0,02	–	–	0,02	0,93
9	0,14	0,60	8,65	0,76	10,15	11,08
Відгалуження 10						
10	0,14	0,62	8,65	0,76	10,17	11,08
Відгалуження 11						
11	0,14	0,69	8,65	0,76	10,24	11,14
Відгалуження 12						
12	0,14	0,68	8,65	0,76	10,23	11,11
Відгалуження 13						
13	0,14	0,66	8,65	0,76	10,21	11,03
Відгалуження 14						
14	0,14	0,62	8,65	0,76	10,17	10,92
Відгалуження 15						
15	0,14	0,55	8,65	0,76	10,10	10,74
Відгалуження 16						
16	0,14	0,46	8,65	0,76	10,01	10,53
Ділянка 17						
17	0,20	0,44	8,65	0,76	10,05	10,05

11 Перевірка надлишку (нестачі) наявного гравітаційного тиску в системах природної вентиляції

Перевірку надлишку (нестачі) наявного гравітаційного тиску в системах природної витяжної вентиляції виконують у табличній формі (табл. 7).

Таблиця 7 (алгоритм заповнення).

Перевірка надлишку (нестачі) наявного гравітаційного тиску в системах вентиляції ВП1, ВП3

№ поверху	N ділянки, що обслуговує поверх	h_i , м	$H_{РОЗР}$, м	$0,9\Delta P_{НАЯВ}$, Па	$\Delta P_{СИСТ}$, Па	Надлишки (нестачі) тиску, Па
1	2	3	4	5	6	7
1	зі схеми системи	(28)	(6)	(29)	т.6 к.12	к.5 – к.6
...						

В колонки табл. 7 записують таку інформацію:

- в колонку 1 – номери житлових поверхів будинку від першого до останнього;
- в колонку 2 – номер тієї ділянки системи, на якій встановлений витяжний пристрій для видалення повітря з даного поверху;
- в колонку 3 – висотні відмітки центру припливних пристроїв h_i , м (центру припливного клапана, квартирки, фрамуги або стулки вікна, що відкриваються).

Висотну відмітку центру припливного пристрою першого поверху h_1 приймають, виходячи з прийнятого проектного рішення щодо організації припливу повітря в житлові приміщення квартир. Для решти поверхів її визначають за виразом

$$h_i = h_1 + H \cdot (i - 1) \text{ м}, \quad (28)$$

де H – висота поверху, м; i – номер поверху.

В колонку 4 заносять відстані по вертикалі від гирла витяжної шахти $H_{Г}$ (згідно з аксонометричною схемою системи) до центру припливного пристрою h_i , які обчислюють за формулою (6).

В колонці 5 наводять значення наявного гравітаційного тиску з коефіцієнтом запасу 0,9, які обчислюють за формулою

$$\Delta P_{НАЯВ} = 0,9 \cdot (\rho_3 - \rho_B) \cdot g \cdot H_{РОЗР} \text{ Па}. \quad (29)$$

У колонці 6 наводять значення опорів повітряного тракту для відповідних поверхів, які виписують з колонки 12 таблиці 6,

зважаючи при цьому на номер тієї ділянки, що відводить повітря з даного поверху (колонка 2 таблиці 7).

Різницю значень колонок 5 і 6 записують у колонку 7, при цьому додатні величини означають надлишки наявного гравітаційного тиску, а від’ємні – його нестачі.

Для тих поверхів, для яких наявного гравітаційного тиску недостатньо для подолання опору системи вентиляції, приймають відповідні проєктні рішення – змінюють конструктивні розміри вентиляційних каналів або підбирають індивідуальні витяжні вентилятори за потрібною продуктивністю та тиском (приміром, за [9, табл. 7.62; 10, дод. 23, 24]).

Приклад 6

Перевірити працездатність систем вентиляції ВП1, ВП3 за розрахункових умов та прийнятих конструктивних рішень (за прикладами 1-5).

Розв’язок

Перевірку працездатності систем ВП1, ВП3 за розрахункових умов та прийнятих конструктивних рішень виконано в табл. 7.

Таблиця 7 (приклад заповнення).

Перевірка надлишку (нестачі) наявного гравітаційного тиску в системах вентиляції ВП1, ВП3

№ поверху	N ділянки, що обслуговує поверх	h_i , м	$H_{розр}$, м	$0,9\Delta P_{НАЯВ}$, Па	$\Delta P_{СИСТ}$, Па	Надлишки (нестачі) тиску, Па
1	2	3	4	5	6	7
1	9	2	28,5	18,17	11,08	+7,09
2	10	5	25,5	16,26	11,08	+5,18
3	11	8	22,5	14,35	11,14	+3,21
4	12	11	19,5	12,43	11,11	+1,32
5	13	14	16,5	10,52	11,03	-0,51
6	14	17	13,5	8,61	10,92	-2,31
7	15	20	10,5	6,70	10,74	-4,04
8	16	23	7,5	4,78	10,53	-5,75
9	17	26	4,5	2,87	10,05	-7,18

Як видно з результатів розрахунку, в системах вентиляції ВП1, ВП3 на поверхах з 5-го по 10-й наявного гравітаційного тиску не достатньо для природного спонукання руху повітря, тому на цих поверхах передбачене встановлення замість витяжних решіток індивідуальних витяжних вентиляторів марки ВЕНТС 100 Силента [10, дод. 24] з такими характеристиками: максимальна витрата повітря – 78 м³/год; споживана потужність – 5,5 Вт; рівень звукового тиску на віддалі 3 м – 26 дБА.

12 Вентиляція холодного горища, підвального поверху, приміщення сміттєзбиральної камери

Для вентиляції **холодного горища** слід передбачати в зовнішніх стінах з кожної сторони будинку отвори сумарною площею не менше 1/500 площі горищного перекриття, а в II, IV, V кліматичних районах та ШБ кліматичному підрайоні, що визначені згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 [5], – не менше 1/50 площі горищного перекриття. З метою запобігання прониканню в горище птахів і комах отвори слід огороджувати металевими сітками або іншими сітчастими елементами [2, п. 5.56].

У зовнішніх стінах **підвалу** та **технічного підпілля**, що не мають вентиляції, слід передбачати продухи загальною площею не менше 1/400 площі підлоги підвалу (технічного підпілля), які рівномірно розташовують по периметру зовнішніх стін [2, п. 5.58].

Площа одного продуху повинна бути не меншою 0,05 м². Продухи огороджують металевими сітками або іншими сітчастими елементами з метою запобігання прониканню в підвал або технічне підпілля тварин і комах.

Для можливості перекидання продуктів у холодний період року їх доцільно обладнувати повітряними клапанами з ручним управлінням (див. [10, дод. 14]).

Зі сторони фасаду будинку продухи доцільно закривати зовнішніми вентиляційними решітками, що містять у своїй конструкції металеві сітки з розмірами вічка 0,5 см.

У кожній перегородці та внутрішній стіні підвалу (технічного підпілля), за винятком протипожежних перешкод, необхідно передбачати під стелею вентиляційні отвори площею

не менше $0,02 \text{ м}^2$ [2, п. 5.58]. На всі прорізи, канали й отвори підвалу (підпілля) повинні бути встановлені сітки (розмір вічка $0,5 \text{ см}$), що захищають будинки від проникання гризунів.

Приміщення сміттезбиральної камери вентилюють через жалюзійну решітку, яку встановлюють у нижній частині входних дверей у камеру, та через стовбур сміттепроводу, який зверху обладнують вентиляційним вузлом, до складу якого входять (рис. 10):

- дефлектор з розрахунковим вихідним отвором, прохідний переріз якого приймають залежно від висоти будинку;
- гільза, як елемент ущільнення проходу вентиляційного каналу крізь покрівлю;
- фартух, що забезпечує захист стиків між гільзою та покрівлею від потрапляння атмосферних опадів.

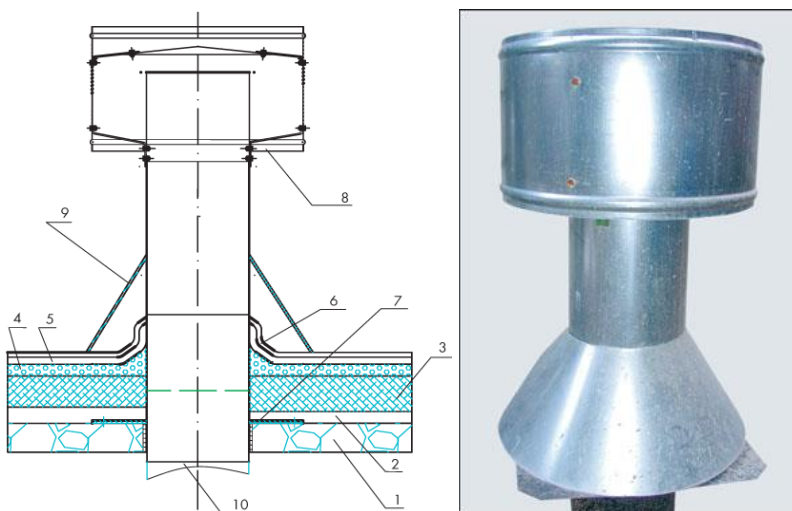


Рис. 10. Схема вентиляційного вузла сміттепроводу:
 1 – плита перекриття; 2 – пароізоляція; 3 – теплоізоляція;
 4 – стяжка, що вирівнює, з бортиком із цементно-піщаного розчину; 5 – основний вологоізоляційний шар; 6 – додаткові шари вологоізоляційного покрівельного матеріалу; 7 – гільза;
 8 – дефлектор; 9 – фартух; 10 – труба вентиляційна

Приклад 7

Розрахувати систему вентиляції підвального і горищного поверхів блок-секції житлового будинку (за прикладами 1-6).

Розв'язок

Згідно з вимогами ДБН В.2.2-15:2019 [2, п. 5.58] загальна площа продуків у зовнішніх стінах підвального поверху $F_{\text{ПРОД}}$ має становити не менше $1/400$ площі підвалу, тобто

$$F_{\text{ПРОД}} = F_{\text{ПВД}} / 400 = 305,5 / 400 = 0,76 \text{ м}^2, \quad (30)$$

де $F_{\text{ПВД}}$ – площа підвалу однієї секції будинку, що за планом поверху дорівнює $305,5 \text{ м}^2$.

Приймаємо кількість продуків на одну секцію житлового будинку $n = 8$ шт.

Тоді потрібна площа перерізу одного продука становить

$$f_{\text{ПРОД}} = f_{\text{ПРОД}} / n = 0,76 / 8 = 0,095 \text{ м}^2. \quad (31)$$

Приймаємо продуки з розмірами у світлі 500×250 мм.

У конструкцію продука входить уніфікований повітряний клапан С-REG-50-25 з розмірами 500×250 мм та площею живого перерізу $0,109 \text{ м}^2$, що з'єднується каналом із зовнішньою решіткою марки Вентс РН 500×250 .

Продуки рівномірно розташовуються по периметру зовнішніх стін будинку. Висотна відмітка низу отворів продуків прийнята мінус $0,800$ м.

Згідно з вимогами ДБН В.2.2-15:2019 [2, п. 5.56] загальна площа отворів у зовнішніх стінах горища має становити не менше $1/500$ площі горищного перекриття, тобто

$$F_{\text{ОТВ}} = F_{\text{ГОР}} / 500 = 305,5 / 500 = 0,61 \text{ м}^2, \quad (32)$$

де $F_{\text{ГОР}}$ – площа горищного перекриття однієї секції будинку, $305,5 \text{ м}^2$.

Приймаємо кількість отворів на одну секцію будинку $n = 8$. Тоді потрібна площа перерізу одного отвору становить

$$f_{\text{ОТВ}} = f_{\text{ОТВ}} / n = 0,61 / 8 = 0,076 \text{ м}^2. \quad (32)$$

Приймаємо отвори з розмірами у світлі 400×200 мм площею по $f_{\text{ОТВ}} = 0,080 \text{ м}^2$ кожний.

Зі сторони фасаду будівлі отвори закриваються зовнішньою алюмінієвою решіткою марки Вентс РН 400×200 . Отвори

рівномірно розташовуються по периметру зовнішніх стін будинку.

13 Загальні вимоги до оформлення графічної частини та пояснювальної записки до курсового проєкту з «Вентиляції»

Графічна частина курсового проєкту складається з одного аркуша креслень формату А1, на якому наводять:

- плани систем вентиляції (плани типового поверху, підвалу, горища (або покрівлі) з елементами систем вентиляції);
- схеми систем вентиляції;
- фрагменти планів та розрізів для детального зображення складних вузлів (витяжної шахти, дефлекторів тощо);
- використані умовні позначення, що не встановлені державними стандартами України.

Приклад компонування креслення наведений у [10, дод. 26].

Креслення виконують у відповідності з вимогами ДСТУ Б А.2.4-41:2009 [11] та інших чинних стандартів Системи проєктної документації для будівництва [12 – 14].

Плани систем вентиляції виконують у масштабі 1:100 або 1:200, фрагменти планів і розрізів – у масштабі 1:20 або 1:50.

На планах вентиляційних систем вказують:

- координаційні осі будівлі (відповідно до вимог ДСТУ 9243.4:2023 [12]) та відстані між ними;
- будівельні конструкції, сантехнічне обладнання (тонкими лініями);
- всі елементи запроєктованих вентиляційних систем (канали, шахти, повітропроводи, решітки, клапани, вентилятори тощо – грубими лініями);
- розміри перерізів повітропроводів і каналів;
- розмірні прив'язки повітропроводів та елементів систем до координаційних осей або до елементів конструкцій;
- найменування (тип) приміщень;
- відмітки чистої підлоги поверхів та основних майданчиків.

Дефлектори та інші елементи систем, що розташовані на покритті будівлі, як правило, зображують **потовщеною штрих-**

пунктирною лінією (накладена проєкція) на плані горища (або верхнього поверху) будівлі.

Схеми систем вентиляції виконують в аксонометричній фронтальній ізометричній проєкції у масштабі 1:100 або 1:200, вузли схем – у масштабі 1:10, 1:20 або 1:50.

На схемах систем вентиляції вказують:

- елементи систем умовними графічними зображеннями;
- повітропроводи, розміри їх перерізів та витрати повітря із символом «L» (рис. 11);
- відмітки рівня осі круглих і низу прямокутних повітропроводів.



Рис. 11. Позначення повітропроводів на схемах систем (згідно з вимогами ДСТУ Б А.2.4-41:2009 [11, рис. 7])

Над схемами вказують скорочене найменування вентиляційних систем (приміром, «ВП1»).

Слід звернути увагу на те, що написи на виносних лініях на схемах систем вентиляції, які наводять на аркуші креслення, суттєво відрізняються від написів на розрахункових схемах у пояснювальній записці, оскільки ці схеми мають різне функціональне призначення.

На захист курсового проєкту подають підписаний автором аркуш креслення та зшити, з пронумерованими сторінками, пояснювальну записку на стандартних аркушах паперу формату А4 у складі:

- титульний аркуш встановленої форми;
- оригінал завдання до курсового проєкту з підписом керівника проєкту;
- текст пояснювальної записки з усіма розрахунковими схемами та таблицями;
- перелік використаної літератури;
- зміст пояснювальної записки.

Основні вимоги до оформлення графічного і текстового матеріалу курсового проєкту з «Вентиляції» аналогічні тим, що висуваються до Кваліфікаційних робіт і викладені в методичних вказівках [15, 16].

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. [ДБН В.2.5-67:2013](#) Опалення, вентиляція та кондиціонування. [На заміну СНиП 2.04.05-91, крім розд. 5 та дод. 22; чинні від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2013.
2. [ДБН В.2.2-15:2019](#) Житлові будинки. Основні положення. Зі Зміною № 1. [На заміну ДБН В.2.2-15-2005, ДБН В.3.2-2-2009; чинні від 2022-09-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2022.
3. [ДБН В.2.6-31:2021](#) Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. [На заміну ДБН В.2.6-31:2016; чинні від 2022-09-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2022.
4. [ДБН В.2.5-20:2018](#) Газопостачання. З урахуванням Зміни № 1. [На заміну ДБН В.2.5-20-2001; Чинні від 2020-06-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2019.
5. [ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010](#) Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. [На заміну СНиП 2.01.01-82 і таблиці 2 ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007; чинний від 2011-11-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2011.
6. [Державні санітарні норми допустимих рівнів шуму в приміщеннях житлових та громадських будинків і на території житлової забудови](#). Затв. наказом МОЗ України 22.02.2019 р. № 463.
7. Провітрювачі Vents. URL: <https://vents.ua/catalog/ventilation-kits/> (дата звернення: 25.11.2024).
8. Вентиляційні рішення Aereco. 2013. URL: https://farex.ua/files/materials/aereco%202013_katalog.pdf (дата звернення: 25.11.2024).
9. Кравченко В. С., Проценко С. Б., Кравченко Н. В. [Розрахунок систем інженерного обладнання будівель](#) : навч.

- посіб. ; за ред. В. С. Кравченка. 3-є вид., випр. і доп. Рівне : НУВГП, 2016. 495 с.
10. [03-02-325](#) Додатки до методичних вказівок до курсового проекту з дисципліни «Вентиляція» на тему «Вентиляція житлового будинку» для студентів напряму підготовки 6.060101 «Будівництво» за професійним спрямування «Теплогазопостачання та вентиляція» всіх форм навчання / С. Б. Проценко. Рівне : НУВГП, 2014. 20 с.
 11. [ДСТУ Б А.2.4-41:2009](#) Система проектної документації для будівництва. Опалення, вентиляція і кондиціонування повітря. Робочі креслення. [На заміну ГОСТ 21.602-79; чинний від 2010-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009.
 12. [ДСТУ 9243.4:2023](#) Система проектної документації для будівництва. Основні вимоги до проектної документації [На заміну ДСТУ Б А.2.4-4:2009; чинний від 2014-04-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2024.
 13. [ДСТУ 9243.7:2023](#) Система проектної документації для будівництва. Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень. [На заміну ДСТУ Б А.2.4-7:2009; чинний від 2024-04-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2024.
 14. [ДСТУ Б А.2.4-8:2009](#) Умовні графічні зображення та умовні позначки елементів санітарно-технічних систем. [На заміну ДСТУ Б А.2.4-8-95 (ГОСТ 21.205-93), ГОСТ 2.784-96, ГОСТ 2.785-70; чинний від 2010-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009.
 15. [03-02-450.1М](#) Методичні вказівки до виконання та захисту кваліфікаційної роботи для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за освітньо-професійною програмою «Теплогазопостачання і вентиляція» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» усіх форм навчання. В 2-х ч. Ч. 1. Рекомендації. [Електронне видання] / Кізеєв М. Д., Проценко С. Б., Новицька О. С., Кравченко Н. В. Рівне : НУВГП, 2024. 60 с.
 16. [03-02-450.2М](#) Методичні вказівки до виконання та захисту кваліфікаційної роботи для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за освітньо-професійною програмою

«Теплогазопостачання і вентиляція» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» усіх форм навчання. В 2-х ч. Ч. 2. Додатки. [Електронне видання] / Кізєєв М. Д., Проценко С. Б., Новицька О. С., Кравченко Н. В. Рівне : НУВГП, 2024. 22 с.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
1 Організація повітрообміну квартир житлового будинку	3
2 Розрахунок повітрообміну та складання повітряного балансу квартир житлового будинку	5
3 Вибір системи вентиляції житлового будинку	9
4 Вибір схеми вентиляції житлового будинку	11
5 Основні положення розрахунку систем природної вентиляції	17
6 Вибір пристроїв для припливу повітря	22
7 Вибір пристроїв для перетікання повітря	25
8 Вибір пристроїв для видалення повітря	26
9 Визначення розмірів витяжних вентиляційних каналів та підбір уніфікованих вентиляційних блоків	29
10 Аеродинамічний розрахунок систем вентиляції	31
11 Перевірка надлишку (нестачі) наявного гравітаційного тиску в системах природної вентиляції	38
12 Вентиляція холодного горища, підвального поверху, приміщення сміттєзбиральної камери	41
13 Загальні вимоги до оформлення графічної частини та пояснювальної записки до курсового проєкту з «Вентиляції»	44
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	46