

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО
ГОСПОДАРСТВА ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**

**КАФЕДРА ТЕПЛОГАЗОПОСТАЧАННЯ,
ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА САНІТАРНОЇ ТЕХНІКИ**

03-02-324

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до курсового проекту з дисципліни «Вентиляція»
на тему «Вентиляція житлового будинку»
для студентів напряму підготовки 6.060101
«Будівництво» за професійним спрямуванням
«Теплогазопостачання та вентиляція»
всіх форм навчання**

РЕКОМЕНДОВАНО:

методичною комісією напряму підготовки
6.060101 «Будівництво»

Протокол № 2

від 29 жовтня 2013 р.

РІВНЕ – 2014 р.

Методичні вказівки 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. – 40 с.

Упорядник: С.Б. Проценко, канд. техн. наук, доцент

Відповідальний за випуск: М.Д.Кізеєв, в.о. завідувача кафедри теплогазопостачання, вентиляції та санітарної техніки

© Проценко С.Б., 2014

© НУВГП, 2014

ПЕРЕДМОВА

В Методичних вказівках наведені рекомендації та довідкові матеріали до виконання курсового проекту з дисципліни «Вентиляція» на тему «Вентиляція житлового будинку» студентами напряму підготовки 6.060101 «Будівництво» за професійним спрямуванням «Теплогазопостачання та вентиляція» усіх форм навчання.

Методичні вказівки також можуть бути корисними при виконанні відповідних розділів дипломних проектів та магістерських робіт студентами спеціальностей 7.06010107, 8.06010107 «Теплогазопостачання та вентиляція».

1. Розрахунок та організація повітрообміну

В цьому розділі курсового проекту необхідно розрахувати потрібний повітрообмін окремих приміщень, скласти повітряний баланс квартир та прийняти рішення щодо організації повітрообміну в житловому будинку.

Вимоги до повітрообміну в приміщеннях житлових будинків приймають за ДБН В.2.2-15-2005 [2, табл. 4] (див. [16, . дод. 1]).

Повітрообмін за нормативною кратністю в приміщеннях житлового будинку обчислюють за формулою

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

де K – нормативна кратність повітрообміну, год^{-1} [2, табл. 4]; V – вентиляований об'єм приміщення, м^3 .

Вентилюваний об'єм приміщення обчислюють як добуток площі приміщення у світлі стін та перегородок на рівні підлоги (за планом поверху) на висоту приміщення, яку визначають за різницею відміток чистої підлоги та стелі.

Витрату витяжного повітря з кухонь, ванн, вбиралень, суміщених санвузлів приймають у розмірі мінімальної витяжки за [2, табл. 4].

В кухнях-їдальнях витрата припливного повітря має становити не більше 50 % витрати витяжного повітря [3, п. 6.10].

Розрахунок повітрообміну виконують по окремих квартирах з урівнюванням повітрообмінів за припливом і витяжкою в кожній квартирі. Компенсацію наявного у квартирі дисбалансу за повітрообміном здійснюють шляхом відповідного збільшення витрати припливного або витяжного повітря.

Розрахунок повітрообміну та складання повітряного балансу квартир зручно виконувати в табличній формі (див. табл. 1 у прикладі 1).

У житлових будинках слід проектувати системи вентиляції з організованими припливом та видаленням повітря. Подачу чистого повітря слід передбачати в житлові приміщення (спальні, загальні, дитячі кімнати, бібліотеки, кабінети, тренажерні зали), видалення забрудненого повітря має здійснюватися з підсобних приміщень (кухонь, санвузлів, гардеробних, пральних то-

що). Схема розподілу повітряних потоків має забезпечувати зонування квартири за чистотою приміщень, виключаючи перетікання повітря 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.

Згідно з вимогами ДБН В.2.2-15-2005 [2, табл. 4] припливне повітря повинно проникати у приміщення через вікна (квартирки, фрамуги, стулки). В разі встановлення вікон без кватирок і з герметичним притулом слід застосовувати провітрювачі (стінові або віконні припливні клапани).

Згідно з технічними рекомендаціями АВОК [3, п. 5.3] приплив повітря через квартирки, фрамуги або обладнані фіксаторами стулки вікон, які виходять на вулицю, допускається здійснювати за умови, що рівень вуличного шуму не перевищує 60 дБА. У квартирах будинків, що розташовані в місцях із підвищеним рівнем шуму та запиленості зовнішнього повітря, слід застосовувати припливні клапани із шумоглушниками та повітряними фільтрами, доступними для очистки [3, п. 6.8].

Температура та швидкість повітря при вході припливних струменів в обслуговувану зону повинні відповідати вимогам СНиП 2.04.05-91* [1, п. 2.10] за розрахункових для проектування опалення значень температури зовнішнього повітря.

Приплив повітря слід передбачати:

- в системах без підігрівання припливного повітря – у верхню зону приміщень, забезпечуючи можливість змішування холодного припливного повітря з нагрітим повітрям приміщень;
- у системах з підігріванням припливного повітря за рахунок опалювальних приладів системи опалення – за (або над) опалювальними приладами, забезпечуючи можливість змішування припливного повітря з теплим повітрям від опалювальних приладів (у цьому випадку слід уживати заходів проти замерзання опалювальних приладів);
- у системах з підігріванням повітря в припливних вентиляційних пристроях із вбудованими нагрівачами (децентралізовані чи централізовані механічні системи) – у верхню або нижню зону приміщень.

Видалення забрудненого повітря слід передбачати з верхньої зони підсобних приміщень через вентиляційні решітки, що розташовуються на відстані не нижче 2 м від підлоги до низу отворів.

Для забезпечення перетікання повітря із житлових кімнат через коридори до кухонь, ванн, вбиралень та інших підсобних приміщень двері повинні мати підрізи висотою не менше 0,02 м або вбудовані в полотно дверей перетічні решітки з живим перерізом не менше 0,014 м². Швидкість руху повітря в підрізах дверей або в прозорах перетічних решіток, як правило, не повинна перевищувати 0,3 м/с [3, п. 6.11]. Влаштування спеціальних пе-

ретічних решіток необхідне при обладнанні дверних отворів порогами та ущільненні контуру прилягання дверного полотна.

Приклад 1

Розрахувати повітрообмін блок-секції 9-поверхового житлового будинку за планом поверху, що наведений на рис. 1. Квартири складаються з житлових кімнат, кухонь з електроплитами, суміщених санвузлів та вбиралень (тільки у дво- та трикімнатних квартирах). Висота поверху становить 3 м.

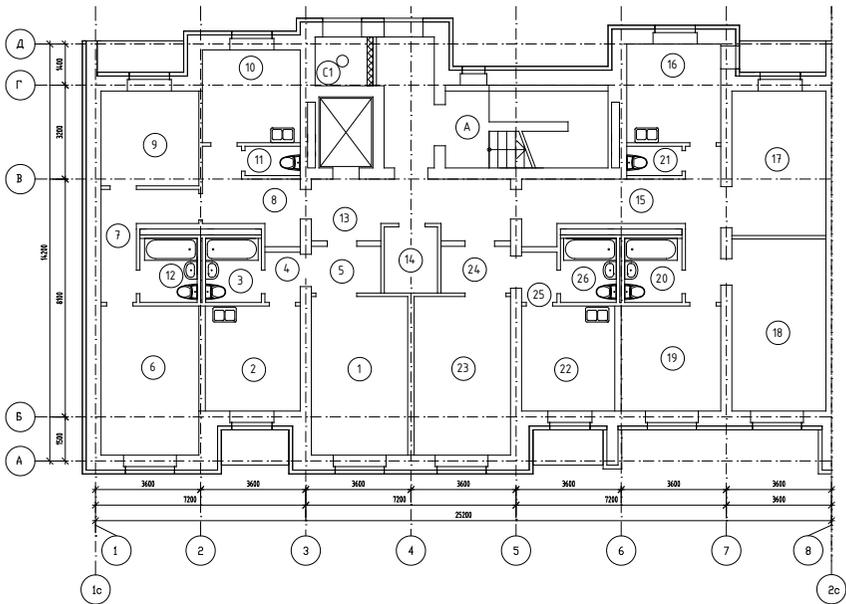


Рис. 1. План 1-го поверху блок-секції житлового будинку

Повітрообмін у житлових кімнатах обчислений за нормативною кратністю згідно з вимогами [2, табл. 4] за формулою (1), при цьому вентиляований об'єм приміщень визначений як добуток їхньої площі за планом поверху на висоту від рівня чистої підлоги до стелі (2,7 м). Витрати витяжного повітря з кухонь, суміщених санвузлів та вбиралень прийняті в розмірі мінімальної нормативної витяжки за [2, табл. 4].

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

Таблиця 1. Розрахунок повітрообміну та складання повітряного балансу квартир блок-секції житлового будинку

№ за експл.	Категорія приміщення	Об'єм примі- щення, м ³	Вимоги до по- вітрообміну, кратність або м ³ /год		Повітрообмін, м ³ /год	
			при- плив	витяж- ка	при- плив	ви- тяжка
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-кр.	–	29+121	–
2, 22	Кухня з електроплитою		–	60	–	60
3, 26	Суміщений санвузол		–	90	–	90
	РАЗОМ				29	150
	Компенсація дисбалансу				+121	–
Двокімнатна квартира в осях А-Д, 1-3						
6	Житлова кімната	46	0,6-кр.	–	28+94	–
9	Житлова кімната	29	0,6-кр.	–	17+47	–
10	Кухня з електроплитою		–	60	–	60
12	Суміщений санвузол		–	90	–	90
11	Вбиральня		–	36	–	36
	РАЗОМ				45	186
	Компенсація дисбалансу				+141	–
Трикімнатна квартира в осях Б-Д, 6-8						
19	Житлова кімната	33	0,6-кр.	–	20+19	–
18	Житлова кімната	51	0,6-кр.	–	31+50	–
17	Житлова кімната	43	0,6-кр.	–	26+40	–
16	Кухня з електроплитою		–	60	–	60
20	Суміщений санвузол		–	90	–	90
21	Вбиральня		–	36	–	36
	РАЗОМ				77	186
	Компенсація дисбалансу				+109	–

Наявний у квартирах дисбаланс за повітрообміном компенсується відповідним збільшенням витрати припливного повітря в житлових кімнатах.

Розрахункова витрата витяжного повітря з усіх квартир однієї секції будинку становить

$$L_C = \sum L_{KBi} \cdot n = (110 \cdot 2 + 135 \cdot 2) \cdot 9 = 4410 \text{ м}^3/\text{год}, \quad (2)$$

де $\sum L_{KBi}$ – сумарна витрата витяжного повітря з усіх квартир поверху секції будинку, м³/год; n – кількість поверхів у будинку.

Приплив чистого повітря в житлові кімнати передбачений через вікна з квартирками у верхню зону приміщень, видалення забрудненого повітря – з верхньої зони кухонь, суміщених санвузлів та вбиралень через витяжні вентиляційні решітки. Для забезпечення перетікання повітря з житлових кімнат через коридори в підсобні приміщення двері влаштовуються з підризами висотою 20 мм.

2. Проектування системи вентиляції

В цьому розділі курсового проекту необхідно вибрати систему та принципову схему вентиляції житлового будинку, виконати попередній підбір конструктивних елементів системи вентиляції, визначити їх тип, місце розташування, характеристики, розміри тощо. На планах поверхів слід розмістити елементи вентиляційних систем та навести їх позначення.

Системи вентиляції житлового будинку проектують згідно з вимогами СНиП 2.04.05-91* «Отопление, вентиляция и кондиционирование» [1] та ДБН В.2.2-15-2005 «Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення» [2].

Вибір системи вентиляції для конкретної будівлі здійснюють з урахуванням категорії будинку, його поверховості, вимог технічного завдання, розрахункового рівня транспортного шуму та забрудненості повітря біля фасаду будинку тощо.

В житлових будинках можуть застосовуватися такі **види** систем вентиляції [3, п. 5.1]:

- система **природної вентиляції**, з природним припливом та видаленням повітря;
- системи **змішаної вентиляції**, з механічним видаленням та з природним припливом повітря або з механічним припливом та з природним видаленням повітря;
- системи **механічної припливно-витяжної вентиляції**.

Системи механічної припливно-витяжної вентиляції рекомендується (за техніко-економічного обґрунтування) обладнувати установками для утилізації тепла витяжного повітря, вони також можуть бути обладнані установками для охолодження і зволоження (кондиціювання) повітря.

В житлових будинках можуть застосовуватися такі **типи** систем вентиляції: *централізовані; індивідуальні; змішані.*

Докладний опис різних систем вентиляції житлових будинків з аналізом їх переваг і недоліків та умов застосування наведений у літературі [12, розд. 7.11.2].

Згідно з вимогами ДБН В.2.2-15-2005 [2, п. 5.30] витяжна вентиляція житлових будинків має проектуватися з природним спонуканням руху по-

вітря. В разі обґрунтування допускається проектувати механічні системи витяжної вентиляції.

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

Основні принципові схеми систем природної витяжної вентиляції, що знайшли застосування у практиці житлового будівництва в Україні, наведені на рис. 2.

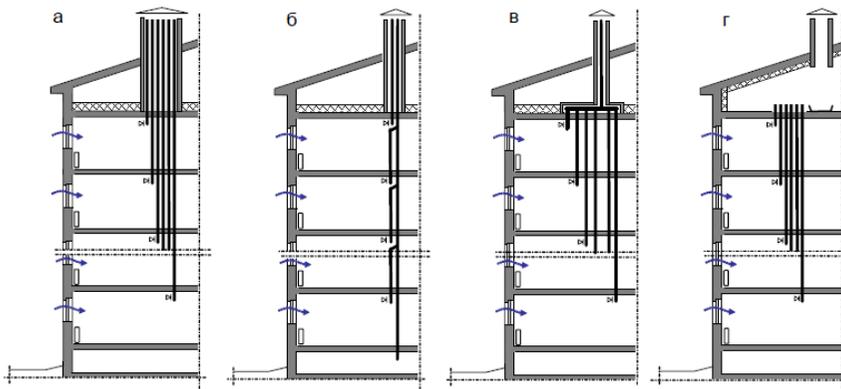


Рис. 2. Основні принципові схеми систем природної витяжної вентиляції багатоповерхових житлових будинків:

- а) без збірних каналів; б) з вертикальними збірними каналами; в) з горизонтальними збірними каналами на горищі; г) з теплим горищем*

У системах природної вентиляції житлових будинків малої поверховості (до 5 поверхів) витяжні вентиляційні канали зазвичай виконують окремими (рис. 2 а), без вертикальних та (або) горизонтальних збірних каналів. З кожної кухні, ванної кімнати, вбиральні або із сумішеного санітарного вузла проектується індивідуальний вертикальний витяжний канал з викидом повітря в атмосферу. Для суміжних приміщень ванної кімнати та вбиральні однієї квартири допускається проектувати один загальний вертикальний витяжний канал зі встановленням двох витяжних решіток на загальному для цих приміщень повітропроводі.

Системи вентиляції з горизонтальними збірними каналами на горищі (рис. 2 в) застосовувалися в масовому малоповерховому житловому будів-

ництві в минулому (у так званих «хрущівках») і в даний час застосовуються вкрай рідко.

В сучасному багатоповерховому житловому будівництві (в будинках висотою 9-14 поверхів і вище) у вітчизняній практиці найбільшого поширення набула схема природної витяжної вентиляції з вертикальними збірними каналами та каналами-супутниками, що приєднуються до збірного каналу через поверх, іноді – через два поверхи (рис. 2 б). Канал-супутник являє собою повітряний затвор у вигляді вертикальної ділянки повітропроводу, що перешкоджає перетіканню повітря з однієї квартири в іншу.

З метою підвищення надійності роботи систем вентиляції верхніх поверхів їх витяжні вентиляційні канали виконують окремими – без приєднання до вертикального збірного каналу.

Вертикальні збірні канали для кухонь і санвузлів можуть передбачатися спільними або роздільними. У випадку використання спільного вертикального збірного каналу витяжні пристрої з кухні, ванної кімнати та вбиральні мають приєднуватися до нього через окремі супутники на відстані по вертикалі не менше 2 м від витяжної решітки.

У схемі з вертикальними збірними каналами випуск повітря може здійснюватися як безпосередньо за межі будівлі через окремі витяжні вентиляційні шахти чи оголовки вентканалів (у будинках з холодним горищем або з безгорищним переkritтям), так і в простір герметичного горищного приміщення («теплого горища») з подальшим його видаленням назовні через спільну для всієї секції будинку витяжну шахту на покрівлю.

Системи вентиляції з видаленням витяжного повітря через тепле горище (рис. 2 з) застосовують у будинках висотою не нижче 6 поверхів. Витяжну шахту влаштовують одну на будинок-башту або на кожну секцію багатосекційного будинку з обов'язковим герметичним відокремленням секцій одна від одної. Витяжна шахта зі співвідношенням сторін не більше 1:2 повинна мати висоту не менше 4,5 м від верху переkritтя над останнім поверхом будинку (тобто від підлоги горища до гирла шахти). Для збирання атмосферних опадів на підлозі горища під витяжною шахтою з відкритим гирлом має розміщуватися піддон глибиною не менше 250 мм, що через гідрозатвор приєднується до внутрішньої каналізації будинку. В розрахункових умовах температура повітря на горищі має бути не нижча 14°C.

До переваг систем вентиляції з теплим горищем належать:

- зменшення тепловтрат через стелю останнього поверху;
- влаштування однієї витяжної шахти на одну секцію житлового будинку замість численних виводів на покрівлю вентиляційних блоків і каналізаційних стояків та пов'язаних із цим робіт з герметизації стиків.

Недоліками такої системи є:

- мала величина наявного гравітаційного тиску;

- проблеми з вентиляцією верхніх поверхів: складно узгодити наявний тиск між збірним каналом та супутниками;
- випадання конденсату на внутрішніх поверхнях зовнішніх огорожень теплого горища і, як наслідок, їхнє руйнування й утворення плісняви, спори якої можуть проникати і в житлові приміщення;
- перекидання тяги на верхніх поверхах при швидкості вітру понад 5 м/с та розгерметизація горища;
- перекидання тяги на верхніх поверхах за недостатньо високої температури повітря на горищі, що, у свою чергу, може бути спричинене: значними тепловтратами через зовнішні огороження теплого горища; зниженням витрати повітря, що видаляється, за слабкої інфільтрації припливного повітря у квартири; розгерметизацією горища при експлуатації;
- негативні відгуки експлуатаційних служб.

Відповідно до вимог ДБН В.2.2-15-2005 [2, п. 5.31] індивідуальні витяжні канали і збірні вентиляційні шахти мають виконуватися в будівельних конструкціях. У малоповерхових житлових будинках вентиляційні канали, як правило, виконують у внутрішніх стінах. У багатоповерхових будинках основним елементом витяжної природної вентиляції є поповерховий уніфікований залізобетонний вентблок (рис. 3), який включає в себе ділянку магістрального збірного каналу та один або два бокові канали-супутники, які мають отвір, що з'єднує вентблок з обслуговуваним приміщенням. Канали-супутники рядових поверхів приєднуються до збірного каналу через один або через два поверхи, а одного-двох верхніх поверхів – виходять напряду в атмосферу чи в тепле горище. В місцях з'єднання поповерхових вентблоків встановлюються герметизуючі прокладки. Зі сторони приміщення вхід у канали-супутники закривається витяжними вентиляційними решітками або регульованими клапанами.

Витяжні вентиляційні канали слід проектувати такими, що розміщуються у внутрішніх стінах будинку або примикають до них. Не допускається розмішувати вентиляційні канали у зовнішніх стінах. Допускається примикання до зовнішньої стіни вентиляційних каналів з кухні за умови, що ділянка зовнішньої стіни, до якої примикають канали, виготовлена з термічним опором, що перевищує величину 120 % від мінімального опору теплопередачі, регламентованого ДБН В.2.6-31:2006 для житлових будинків. Ділянки витяжних каналів, що прокладаються над покрівлею, на горищі, а також поблизу охолоджуваної поверхні зовнішніх стін, повинні проектуватися з тепловою ізоляцією, що виключає випадання конденсату при відносній вологості витяжного повітря до 70 %.

Витяжні вентиляційні блоки та повітропроводи повинні виготовлятися з негорючих матеріалів. Місця проходу повітропроводів через стіни, перегородки, перекриття будинків мають бути загерметизовані негорючими мате-

ріалами, які забезпечують нормовану межу вогнестійкості огороження, що перетинається.

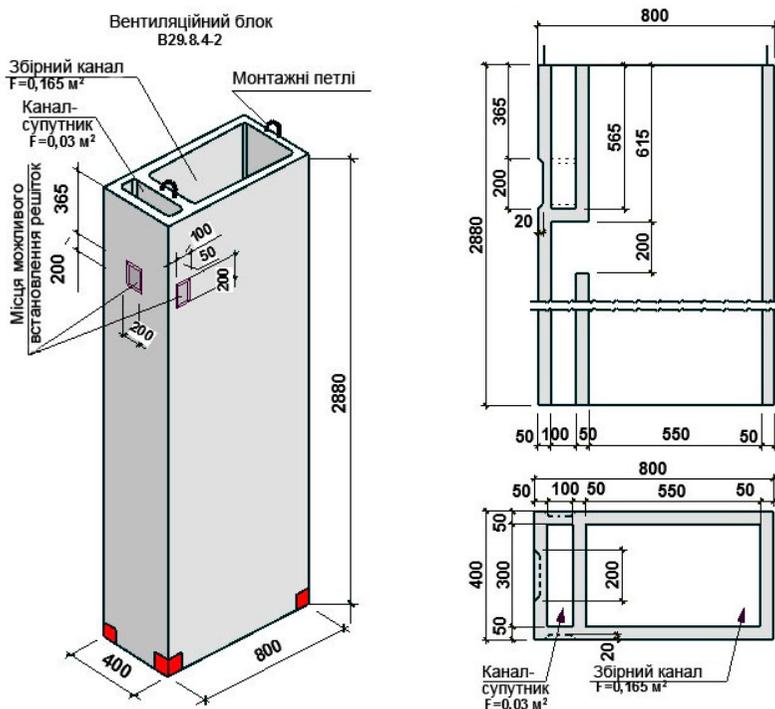


Рис. 3. Уніфікований залізобетонний вентиляційний блок

Конструкція вентиляційних блоків повинна забезпечувати цілісність стінок, що розділяють канали (відсутність у них наскрізних каверн, тріщин). Технологія монтажу вентиляційних блоків повинна передбачати можливість герметизації їх міжповерхових стиків. Герметичність вентиляційної мережі має особливе значення для природної витяжної вентиляції. Наявність нещільностей призводить не тільки до надлишкового повітрообміну у квартирах нижніх поверхів багатоповерхових будинків, але і до надходження через них забрудненого повітря зі збірного каналу у квартири верхніх поверхів. Горизонтальний стик вентиляційних блоків має виключати можливість перетікання повітря по нещільностях з одного каналу в інший.

Матеріали і конструкція вентиляційних каналів повинні зводити до мінімуму умови, що сприяють розвитку і поширенню мікроорганізмів через вентиляційну систему [3, п. 7.1].

Згідно з вимогами ДБН В.2.2-15-2005 [2, п. 5.32] витяжні вентиляційні системи з природним спонуканням повинні проектуватися з викидом повітря над покрівлю в місцях, де виключається виникнення зон вітрового підпору. Висоту вентиляційних шахт над покрівлю будівлі визначають згідно з вимогами [1, п. 3.73] (див. [16, дод. 25]).

Для посилення наявного гравітаційного тиску в системах природної вентиляції без теплого горища витяжні шахти на покрівлі рекомендується обладнувати зверху дефлекторами з умовою збереження розміру переріза для проходу повітря.

Оголовки витяжних вентиляційних шахт на покрівлі будинку (в межах однієї секції), у тому числі таких, що обладнані дефлекторами, мають розташовуватися на одному рівні. При розташуванні вентиляційних шахт на покрівлі поруч із ліфтовими приміщеннями, брандмауерними стінами, а також у випадку примикання вентшахт до більш високих будівель оголовки вентиляційних шахт мають бути виведені на відмітку не менше 0,5 м над рівнем стін, що прилягають.

У системах природної витяжної вентиляції квартир допускається встановлювати вентилятори індивідуального користування за умови попередження перетікання повітря в інші квартири житлового будинку. Згідно з вимогами ДБН В.2.2-15-2005 [2, п. 5.34] місцеві витяжні вентилятори в природних системах вентиляції допускається встановлювати в кухнях і санвузлах при викиді повітря з індивідуальних витяжних каналів цих приміщень безпосередньо в атмосферу, а також у випадку їх приєднання до вертикального збірного каналу через канал-супутник за умови, що питомий опір тертю R при русі повітря у збірному каналі під час роботи всіх приєднаних до нього місцевих вентиляторів не перевищуватиме 0,65 Па/м. При встановленні витяжних вентиляторів в окремих вентиляційних каналах їх рекомендується обладнувати зворотним клапаном, що запобігає перетіканню повітря з каналу в приміщення за вимкненого вентилятора. Вмикання вентиляторів, що встановлюються в туалетах і ваннах, можна блокувати з вмиканням освітлення або оснащувати їх датчиком присутності; вимикання вентиляторів слід передбачати із заданим запізненням після вимикання освітлення або уходу людей [3, п. 8.3.1].

Згідно з вимогами ДБН В.2.2-15-2005 [2, п. 5.30] не допускається встановлення витяжних вентиляторів у будинках з квартирними теплогенераторами, що використовують для горіння палива повітря з приміщень (тобто з відкритою камерою згорання). Приміщення, в яких встановлені такі теплогенератори, мають бути обладнані встановленими в зовнішніх огороженнях пристроями, що не закриваються і забезпечують приплив зовнішнього повітря в об'ємі 2,5 м³/год на 1 кВт потужності теплогенератора. В разі встановлення теплогенератора в кухні квартири необхідно передбачати ви-

тяжку з верхньої зони, яка забезпечує видалення 50 м³/год повітря за природного спонукання.

Слід зазначити, що вітчизняні норми проектування ДБН В.2.2-15-2005 [2] не містять положень, які б регламентували застосування надплитних зонтів та аналогічних локалізуючих витяжних пристроїв. При самовільному встановленні споживачем витяжного зонта над плитою і приєднанні його до каналу загальнообмінної вентиляції повітрообмін кухні зменшується в 5-10 разів: за вимкненого вентилятора зонта повітря необхідно подолати опір жироловлюючого фільтра, майже повністю припиняє рух повітря вбудований зворотний клапан. Водночас використовувати вентилятор зонта для загальнообмінної вентиляції кухні заважає достатньо високий рівень шуму, що супроводжує його роботу. Відтак системи локальної витяжної вентиляції (надплитні зонти або аналогічні пристрої) рекомендується проектувати з окремими збірними каналами. В кухнях, що обладнані надплитним зонтом або аналогічним пристроєм, слід передбачати встановлення врівноважуючих клапанів, які забезпечують додатковий приплив повітря у приміщення кухні при роботі зонта [3, п. 6.13]. Німецькі норми проектування DIN 1946.6 регламентують об'єм витяжки від кухонного зонта в обсязі 200 м³/год.

З метою підвищення енергоефективності систем вентиляції доцільно передбачати зменшення обсягу повітрообміну залежно від інтенсивності експлуатації окремих приміщень та квартири в цілому, а також використання тепла витяжного повітря для підігрівання припливного (в системах припливно-витяжної механічної вентиляції) [3, п. 6.5]. Системи вентиляції житлових квартир рекомендується проектувати з можливістю індивідуального регулювання величини повітрообміну, для цього слід застосовувати регульовані пристрої для припливу та видалення повітря, вентилятори з регульованим приводом. Водночас мінімальний повітрообмін у квартирі має бути не менший 25 % від розрахункового [3, п. 6.4].

Витяжні решітки мають забезпечувати зміну витрати витяжного повітря в ручному режимі, а припливні і витяжні клапани – в ручному або автоматичному режимі, плавно чи східчасто. Для управління клапанами з автоматичним регулюванням витрати повітря можуть використовуватися датчики перепаду тиску, вологості внутрішнього повітря, концентрації вуглекислого газу, освітленості, присутності людей тощо [3, п. 8.2.7].

В будинку, як правило, слід застосовувати витяжні решітки або клапани одного типу і типорозміру [3, п. 8.2.8].

Для провітрювання квартир у теплий період року слід передбачати в конструкції вікон стулки, кватирки або фрамуги, що відкриваються [3, п. 6.6]. Простим, проте ефективним способом організації припливу свіжого повітря є конструкція вікон із запірним механізмом, який дозволяє поряд із

жорстким закриттям стулоч вікна надавати можливість фіксованого розкриття щілини між віконною коробкою та стулкою.

В разі застосування застелених лоджій або веранд припливні пристрої мають влаштуватися додатково у стінах чи склінні лоджій (веранд) – для їхньої вентиляції та припливу повітря в житлові кімнати.

Згідно з вимогами ДБН В.2.2-15-2005 [2, п. 2.65] у зовнішніх стінах підвалів та технічних підпіль, що не мають вентиляції, слід передбачати продухи загальною площею не менше 1/400 площі підлоги технічного підпілля або підвалу, які рівномірно розташовують по периметру зовнішніх стін. Площа одного продуху повинна бути не менша 0,05 м². Продухи огорожуються металевими сітками або іншими сітчастими елементами з метою запобігання проникненню в технічне підпілля або підвал різноманітних тварин і комах. За рекомендаціями [13, п. 3.1] у радононебезпечних районах сумарна площа продухів для вентиляції підвалу повинна становити мінімум 1/100 – 1/150 його площі.

В кожній перегородці та внутрішній стіні технічного підпілля, за винятком протипожежних перешкод, необхідно передбачати під стелею отвори площею не менше 0,02 м² [2, п. 2.65].

Для вентиляції холодного горища слід передбачати у зовнішніх стінах з кожного боку будинку отвори сумарною площею не менше 1/500, а в кліматичних зонах ШБ, ШВ і ІVВ – не менше 1/50 площі горищного переkritтя [2, п. 2.64].

Для вентиляції приміщення сміттєзбірної камери сміттєпровід зверху обладнується вентиляційним вузлом (рис. 4), до складу якого входять:

- дефлектор з розрахунковим вихідним отвором, прохідний переріз якого приймається 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.

Згідно з вимогами ДБН В.2.2-15-2005 [2, п. 5.33] вентиляція вбудованих у житлові будинки нежитлових приміщень повинна бути автономною. Витяжну вентиляцію приміщень, що розташовуються в габаритах однієї квартири, в яких відсутні пожежонебезпечні речовини і токсичні виділення, а також аерозолі з різким запахом (наприклад, у перукарнях), допускається приєднувати до загальної витяжної системи житлового будинку. Вентилятори димовидалення, а також витяжні вентиляційні установки із вбудованих приміщень з токсичними виділеннями і різким запахом слід розміщувати у верхній частині будинку з викидом витяжного повітря на відстані не менше 10 м по горизонталі або 6 м по вертикалі від віконних прорізів та повітряозабірних решіток припливних систем. Розміщувати вентилятори в приміщеннях, суміжних з квартирами, не допускається. Не допускається

розташовувати витяжні шахти для викиду повітря із вбудованих приміщень перед вікнами квартир, а також прокладати повітропроводи витяжної вентиляції вбудованих приміщень по фасадах проектованого житлового будинку.

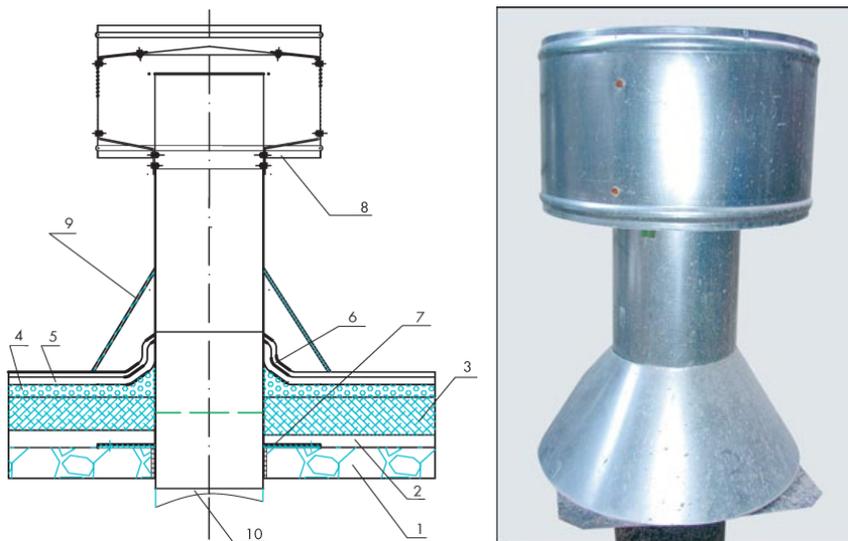


Рис. 4. Схема вентиляційного вузла сміттєпроводу:

- 1 – плита перекриття; 2 – пароізоляція; 3 – теплоізоляція;*
- 4 – вирівнююча стяжка з бортиком із цементно-піщаного розчину;*
- 5 – основний водоізоляційний шар; 6 – додаткові шари водоізоляційного покрівельного матеріалу; 7 – гільза; 8 – дефлектор; 9 – фартух;*
- 10 – труба вентиляційна*

Приклад 2

Запроектувати систему вентиляції для 9-поверхового житлового будинку з теплим горищем (за прикладом 1).

Згідно з вимогами [2, п. 5.30] у 9-поверховому житловому будинку прийнята система природної витяжної вентиляції з вертикальними збірними каналами і каналами-супутниками та з видаленням витяжного повітря через тепле горище і витяжну шахту на покрівлі.

Вертикальні збірні канали передбачені роздільні для кухонь, сумішених санвузлів та вбиралень.

Видалення повітря з квартир здійснюється з кухонь, санвузлів та вбиралень через витяжні решітки, що встановлюються під стелею в основі

каналів-супутників. Супутники проходять паралельно вертикальному збірному каналу і приєднуються до нього через поверх на 250 мм нижче отвору для витяжного пристрою.

На одну блок-секцію житлового будинку влаштовуються 10 вертикальних збірних каналів, розташування та позначення яких наведено на плані поверху (рис. 5).

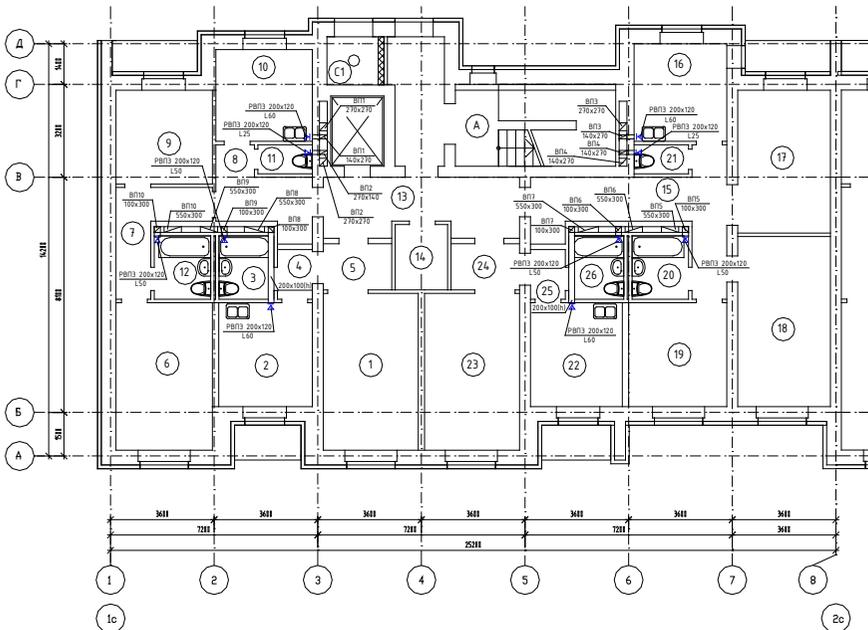


Рис. 5. План поверху із системами вентиляції

Вентиляційні канали кухонь та вбиралень дво- і трикімнатних квартир (системи ВП1 – ВП4) виконуються безпосередньо у внутрішніх цегляних стінах, а кухонь однокімнатних квартир та суміщених санвузлів (системи ВП5 – ВП10) – складаються з поповерхових уніфікованих бетонних вентиляційних блоків, які розміщуються біля внутрішніх стін у суміщених санвузлах і декоруються гіпсокартонними перегородками. В місцях з'єднань поповерхових блоків передбачене встановлення герметизуючих прокладок.

В однокімнатних квартирах влаштовуються по два супутники та по дві витяжні решітки – в кухні та в суміщеному санвузлі, у дво- та трикімнатних квартирах – по три – в кухні, вбиральні та в суміщеному санвузлі. Для транспортування повітря з кухонь однокімнатних квартир у вентиляційні блоки, що розміщуються у санвузлах (системи ВП7, ВП8), передбачене

влаштування горизонтального повітропроводу з тонколистової сталі за ГОСТ 19904-90 з розмірами перерізу 200x100 мм.

Витяжні решітки вставляються безпосередньо у вентиляційні канали.

Збірні вентиляційні канали виводяться в тепле горище, куди надходить повітря з усіх квартир однієї секції будинку. Витяжні канали квартир верхнього (9-го) поверху виводяться в тепле горище напряму без приєднання до збірного каналу. Над вентиляційними каналами влаштовується оголовок висотою 1000 мм з розмірами внутрішнього перерізу, що дорівнюють розмірам зовнішнього перерізу вентблоків.

З теплого горища повітря видаляється в атмосферу через утеплену витяжну шахту з відкритим гирлом. На одну блок-секцію будинку передбачена одна витяжна шахта. Верх витяжної шахти (гирло) розташовується на висоті 4,5 м над рівнем підлоги горища. Для збирання атмосферних опадів та конденсату на підлозі горища під витяжною шахтою розміщується піддон глибиною 250 мм, який за допомогою трапа із сифоном приєднується до системи внутрішньої каналізації будинку.

Сміттєзбірна камера вентилюється через жалюзійну решітку, що встановлюється в нижній частині входних дверей у камеру, та через стовбур сміттєпроводу. Для видалення повітря над сміттєпроводом влаштовується дефлектор, низ якого розміщується на висоті 1 м від верху покрівлі.

В зовнішніх стінах підвалу передбачені продухи загальною площею 1/400 площі підлоги підвалу, що рівномірно розташовані по периметру стін будинку. В перегородках та внутрішніх стінах підвалу передбачене влаштування отворів під стелею площею не менше 0,02 м² кожний.

3. Розрахунок систем вентиляції

3.1. Основні положення

В цьому розділі курсового проекту необхідно стисло викласти основні положення методики виконання розрахунку систем вентиляції житлового будинку, які зводяться до наступного.

В загальному випадку розрахунок систем 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 систем вентиляції.

Відповідно до вимог СНиП 2.04.05-91* [1, п. 4.22*] розрахунок систем природної витяжної вентиляції здійснюють для безвітрової погоди та температури зовнішнього повітря $+5^{\circ}\text{C}$, оскільки за вищих температур допускається здійснювати природне провітрювання приміщень шляхом відкриття кватирок, фрамуг та стулок вікон.

Величина гравітаційного тиску, що утворюється внаслідок різниці ваги повітря назовні та всередині приміщення, визначається відносно умовного нуля, за який приймають тиск назовні будівлі на відмітці гирла зовнішньої витяжної шахти.

Значення наявного гравітаційного тиску для квартир кожного поверху визначають за формулою

$$\Delta P_{\text{НАЯВ}} = (\rho_3 - \rho_B) \cdot g \cdot H_{\text{РОЗР}} \text{ Па}, \quad (3)$$

де ρ_3 та ρ_B – відповідно густина зовнішнього і внутрішнього повітря за розрахункових температур, кг/м^3 ; g – прискорення вільного падіння, $9,81 \text{ м/с}^2$; $H_{\text{РОЗР}}$ – відстань по вертикалі від центра припливного пристрою даного поверху до гирла витяжної шахти, м.

Значення густини сухого повітря за нормального атмосферного тиску та різних температур визначаються за формулою (18) і наведені в [16, дод. 3]. Густина зовнішнього повітря за розрахункової температури $+5^{\circ}\text{C}$ становить $\rho_3 = 1,270 \text{ кг/м}^3$, густина внутрішнього повітря за температури 20°C $\rho_B = 1,205 \text{ кг/м}^3$.

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

$$H_{\text{РОЗР}} = H_{\Gamma} - h_i \text{ м}, \quad (4)$$

де h_i – висотна відмітка центра припливного пристрою (кватирки, фрамуги, припливного клапана) відповідного поверху, м; H_{Γ} – висотна відмітка гирла зовнішньої витяжної шахти, яку визначають згідно з вимогами [1, п. 3.73] (див. [16, дод. 25]). Для будівель з теплим горищем відмітка H_{Γ} дорівнює

$$H_{\Gamma} = H_{\Pi} \cdot n + 4,5 \text{ м}, \quad (5)$$

де H_{Π} – висота поверху, м; n – кількість поверхів у будинку; 4,5 – відстань по вертикалі від гирла витяжної шахти до верху перекриття останнього поверху, м.

У розрахунку рекомендується приймати опір повітряного тракту системи вентиляції $\Delta P_{\text{СИСТ}}$ меншим за величину наявного гравітаційного тиску $\Delta P_{\text{НАЯВ}}$ із запасом у 10 % [3, п. 8.1.4], тобто вимагається дотримання умови

$$\Delta P_{\text{СИСТ}} \leq 0,9 \Delta P_{\text{НАЯВ}} \text{ Па}. \quad (6)$$

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

$$\Delta P_{\text{СИСТ}} = \sum_{i=1}^n (\Delta P_{\text{ТЕР}i} + z_i) \text{ Па}, \quad (7)$$

де ΔP_{TEPi} – 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

$$\Delta P_{TEP} = R \cdot l \text{ Па}, \quad (8)$$

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

$$R = \frac{\lambda \cdot P_D}{d} \text{ Па/м}, \quad (9)$$

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

$$P_D = \frac{\rho \cdot V^2}{2} \text{ Па}, \quad (10)$$

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

Швидкість руху повітря на ділянці обчислюють за формулою

$$V = \frac{L}{3600 \cdot f} \text{ м/с}, \quad (11)$$

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 і визначається наступним чином:

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

$$\lambda = \frac{Re}{64}, \quad (12)$$

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

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{K_E}{d} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25}, \quad (13)$$

де K_E – абсолютна еквівалентна шорсткість матеріалу стінок повітропроводу, м (для сталевих повітропроводів $K_E = 0,1$ мм, бетонних – 1,5 мм, цегляних – 10 мм, для повітропроводів з інших матеріалів – визначається за [7, дод. 46]); Re – число Рейнольдса, яке розраховують за формулою

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu}, \quad (14)$$

де ν – кінематична в'язкість повітря, яка визначається за формулою (19) і при температурі 20°C дорівнює $1,5 \cdot 10^{-5}$ м²/с.

Для повітропроводів прямокутного перерізу при визначенні питомих втрат тиску на тертя R за розрахункову величину діаметра d приймають еквівалентний діаметр d_E , при якому втрати тиску в круглому повітропроводі

за тієї самої швидкості руху повітря V дорівнюють втратам тиску в прямокутному повітропроводі.

Значення еквівалентного діаметра для прямокутного повітропроводу визначають за виразом

$$d_E = \frac{2AB}{A+B} \text{ м}, \quad (15)$$

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

Для повітропроводів непрямокутного перерізу еквівалентний діаметр визначають за залежністю

$$d_E = \frac{4f}{U} \text{ м}, \quad (16)$$

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

Втрати тиску на подолання місцевих опорів знаходять за формулою

$$z = \sum \xi \cdot P_D \text{ Па}, \quad (17)$$

де $\sum \xi$ – сума коефіцієнтів місцевих опорів на розрахунковій ділянці повітряного тракту; P_D – динамічний тиск повітря, Па, який визначають за виразом (10).

Властивості повітря обчислюють за такими залежностями:

– густина повітря

$$\rho = \frac{353}{273+t} \text{ кг/м}^3, \quad (18)$$

– кінематична в'язкість повітря

$$\nu = (13,45 + 0,0885 \cdot t + 0,00013 \cdot t^2) \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}, \quad (19)$$

де t – температура повітря, °С.

При виконанні аеродинамічного розрахунку опір повітряного тракту обчислюють по окремих розрахункових ділянках системи вентиляції, при цьому окремі приміщення квартир, тепле горище вводять у розрахунок як ділянки з нульовим опором.

При визначенні опору повітряного тракту рекомендується користуватися формулою

$$\Delta P_{СИСТ} = \Delta P_{ПШ} + \Delta P_{ВР} + \Delta P_{ВК} \text{ Па}, \quad (20)$$

де $\Delta P_{ПШ}$ – втрати тиску в припливному пристрої, Па; $\Delta P_{ВР}$ – втрати тиску у витяжній решітці, Па; $\Delta P_{ВК}$ – сумарні втрати тиску у витяжних каналах (супутнику, збірному каналі, оголовку вентблока, витяжній шахті), Па.

При розрахунку систем природної витяжної вентиляції технічні рекомендації АВОК-4-2004 [3, п. 8.1.4] радять приймати такі параметри:

- швидкість повітря в супутнику $V_{СУП} = 1,0 \dots 1,5$ м/с;
- швидкість повітря у збірному каналі $V_{ЗК} \leq 2,0 \dots 3,5$ м/с;
- швидкість повітря у витяжній шахті $V_{ВШ} \leq 1$ м/с;

– аеродинамічний опір витяжної шахти $\Delta P_{ВШ} \approx 1$ Па.

Задаючись конструктивними розмірами супутників, збірних каналів, витяжних решіток та шахт, визначають розрахункові втрати тиску в елементах систем і перевіряють дотримання вимоги (6). В разі, якщо величина наявного гравітаційного тиску недостатня для подолання опору системи за розрахункового повітрообміну (приміром, на верхніх поверхах будинку), необхідно збільшити переріз витяжних каналів або передбачити встановлення індивідуальних витяжних вентиляторів зі зворотними клапанами. Підбір витяжних вентиляторів рекомендується здійснювати із запасом 10 % на невраховані втрати тиску, тобто

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

Розрахункові витрати тепла на вентиляцію визначають за формулою

$$Q_{ВЕH} = c \cdot \rho \cdot L \cdot (t_3 - t_B) / 3,6 \text{ Вт,} \quad (22)$$

де c – питома теплоємність повітря, 1,005 кДж/(кг·°С); L – витрата повітря за повітряним балансом квартири, м³/год; t_3 та t_B – відповідно значення температури зовнішнього та внутрішнього повітря за розрахункових для проектування вентиляції умов, °С.

При розрахунку витрат тепла на вентиляцію витрату повітря, що видається надплитним зонтом, не враховують [3, п. 8.1.6].

Зважаючи на складність розрахунків за наведеними формулами, при виконанні курсового проекту рекомендується користуватися розрахунковими таблицями, номограмами і діаграмами, що наведені в довідковій літературі [10, 11, 12, 15] та методичних вказівках [7], а також відповідними комп'ютерними програмами. Дуже зручно виконувати аеродинамічні розрахунки за допомогою комп'ютерної програми Vent-Calc (автор – Ігор Ільїн), користуючись при цьому методичними вказівками [8]. Стануть у нагоді також електронні таблиці MS Excel.

3.2. Підбір припливних пристроїв

У цьому розділі необхідно прийняти рішення щодо організації припливу зовнішнього повітря у приміщення, а в разі потреби – визначити тип, кількість та розміщення припливних пристроїв, їх аеродинамічний опір за розрахункового повітрообміну у квартирах, показати припливні пристрої на планах поверхів.

Як припливні пристрої в системах вентиляції житлових будинків можуть застосовуватися:

- віконні стулки, кватирки та фрамуги з регульованим відкриттям;
- віконні клапани, що встановлюються (врізаються) в плетіння або скління віконних блоків;
- стінові клапани, що встановлюються у зовнішніх стінах;

- припливні установки з механічним спонуканням руху повітря (з підігріванням або без підігрівання припливного повітря, а також з утилізацією тепла витяжного повітря або без неї).

Вхідні двері квартир не є припливними пристроями, опір повітропроникненню вхідних дверей має становити не менше $1,5 \text{ м}^2 \cdot \text{год} \cdot \text{Па} / \text{кг}$.

Відповідно до вимог ДБН В.2.2-15-2005 [2, табл. 4] приплив повітря у приміщення житлових будинків слід передбачати через вікна (кватирки, фрамуги, стулки). В цьому випадку втратами тиску в припливних пристроях можна знехтувати, тобто $\Delta P_{III} = 0$.

В разі, якщо встановлення припливних клапанів обов'язкове із санітарно-гігієнічних вимог або з технічних причин (встановлення вікон з герметичним притулом без кватирок, підвищений рівень шуму або запиленості зовнішнього повітря), їхні розміри, кількість та розміщення мають забезпечувати потрібні параметри повітря в обслуговуваній зоні приміщень за розрахункового повітрообміну. При цьому втрати тиску в припливних клапанах ΔP_{III} приймають за паспортними характеристиками відповідних виробів при забезпеченні розрахункових витрат припливного повітря (див. [16, дод. 7 – 11]).

Припливні клапани розміщують, як правило, в кожному житловому приміщенні (житлові кімнати, кухні-їдальні) у верхній частині вікна чи зовнішньої стіни або над опалювальним приладом, що встановлений під вікном. У кожній квартирі слід встановлювати не менше двох припливних клапанів [3, п. 8.2.4].

У будинку, як правило, слід застосовувати припливні клапани одного типу. Типорозмір або кількість клапанів у різних квартирах можуть різнитися.

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 [3, п. 8.2.2].

Для управління припливними клапанами з автоматичним регулюванням витрати повітря можуть використовуватися датчики перепаду тиску, вологості внутрішнього повітря, концентрації вуглекислого газу, освітленості, присутності людей тощо [3, п. 8.2.3].

3.3. Визначення розмірів витяжних вентиляційних каналів

Метою розробки цього розділу курсового проекту є визначення розмірів перерізу вентиляційних каналів (супутників, збірних каналів, витяжних шахт), вибір марок уніфікованих бетонних вентблоків, перевірка швидкості руху повітря в прийнятих конструктивних елементах вентиляційних систем.

Орієнтовні площі перерізу каналів-супутників визначають за швидкістю руху повітря в супутнику $V_{CYP} = 1,0 \dots 1,5$ м/с [3, п. 8.1.4] за формулою

$$f_{CYP} = \frac{L_{CYP}}{3600 \cdot V_{CYP}} \text{ м}^2, \quad (23)$$

де L_{CYP} – витрата повітря в каналі-супутнику, м³/год.

Орієнтовні площі перерізу збірних каналів визначають за швидкістю руху повітря у верхній ділянці збірного каналу $V_{ЗК} \leq 2,0 \dots 3,5$ м/с [3, п. 8.1.4] за такими формулами:

- для збірних каналів з приєднанням на поверхсі одного супутника з витратою повітря L_{CYP}

$$f_{ЗК} = \frac{L_{CYP} \cdot (n - 1)}{3600 \cdot V_{ЗК}} \text{ м}^2, \quad (24)$$

- для збірних каналів з приєднанням на поверхсі двох супутників з витратами повітря відповідно L_{CYP1} та L_{CYP2}

$$f_{ЗК} = \frac{(L_{CYP1} + L_{CYP2}) \cdot (n - 1)}{3600 \cdot V_{ЗК}} \text{ м}^2, \quad (25)$$

де n – кількість поверхів у будинку.

Орієнтовну площу перерізу витяжної шахти на покрівлі теплового горища визначають за швидкістю руху повітря у витяжній шахті $V_{ВШ} \leq 1$ м/с [3, п. 8.1.4] за формулою

$$f_{ВШ} = \frac{L_C}{3600 \cdot V_{ВШ}} \text{ м}^2, \quad (26)$$

де L_C – сумарна витрата витяжного повітря від усіх квартир однієї секції житлового будинку, м³/год, що визначається за формулою (2).

За обчисленими значеннями орієнтовної площі вентканалів приймають марки уніфікованих збірних залізобетонних вентиляційних блоків (див. [16, дод. 5]) або розміри перерізу каналів із будівельних матеріалів (див. [16, дод. 4]). За дійсними площами перерізу прийнятих каналів обчислюють фактичну швидкість руху в них повітря за формулою (11).

Наведені розрахунки зручно виконувати в табличній формі (див. табл. 2 у прикладі 3).

Приклад 3

Виконати розрахунок та визначити розміри каналів-супутників, збірних каналів і витяжної шахти для системи природної вентиляції 9-поверхового житлового будинку (за прикладами 1-2).

Розрахунок витяжних вентиляційних каналів виконано за формулами (23), (24), (26), (11). Результати розрахунків наведено в табл. 2.

Таблиця 2. Розрахунок та визначення розмірів витяжних вентканалів

Позначення системи	Тип каналу	Витрата повітря, м ³ /год	Орієнт. швидкість, м/с	Орієнт. площа перерізу f , м ²	Розміри каналу, мм, марка вентблока	Факт. площа перерізу f , м ²	Факт. швидкість, м/с
1	2	3	4	5	6	7	8
ВП1, ВП3	суп.	60	1	0,017	100x300	0,030	0,56
	зб.кан.	480	2	0,067	550x300 В 30.8.4	0,165	0,81
ВП2, ВП4	суп.	36	1	0,010	100x300	0,030	0,33
	зб.кан.	288	2	0,040	550x300 В 30.8.4	0,165	0,48
ВП5, ВП6, ВП9, ВП10	суп.	90	1	0,025	100x300	0,030	0,83
	зб.кан.	720	2	0,100	550x300 В 30.8.4	0,165	1,21
ВП7, ВП8	суп.	60	1	0,017	100x300	0,030	0,56
	зб.кан.	480	2	0,067	550x300 В 30.8.4	0,165	0,81

Розміри вентканалів, що влаштовуються в цегляній стіні, прийняті за [16, дод. 4], розміри уніфікованих вентблоків – за [16, дод. 5].

3.4. Розрахунок опору витяжних решіток

У цьому розділі необхідно прийняти типорозміри витяжних вентиляційних решіток, перевірити їхню пропускну спроможність, визначити аеродинамічний опір за розрахункового повітрообміну, нанести позначення витяжних решіток на планах поверхів.

У вентиляційних блоках зазвичай використовують два типи витяжних решіток за ГОСТ 13448-82 [9] – РВП2 та РВП3. Основні параметри і розміри цих решіток, схеми їх приєднання до каналів-супутників для вентиляційних блоків за ТУ 5896-008-07629052-2003 наведені в [16, дод. 6].

Решітка РВП2 встановлюється з меншої (торцевої) сторони вентиляційного блока (тип приєднання 1), має розміри внутрішньої частини рамки у світлі 200x200 мм і передбачає можливість монтажного регулювання живого перерізу. Решітка РВП3 монтується з більшої сторони вентблока (тип приєднання 2), має розміри у світлі 200x120 мм і не передбачає можливості монтажної зміни живого перерізу.

Втрати тиску у витяжних решітках визначають за формулою (17). Коефіцієнт місцевого опору при вході повітря у вентиляційний канал через решітку з гострими краями отворів, що віднесений до швидкості у фронтальному перерізі решітки, згідно з [10, діаг. 3-12] визначають за формулою

$$\xi = \left(\frac{1,707 - K_{ЖП}}{K_{ЖП}} \right)^2, \quad (27)$$

де $K_{ЖП}$ – коефіцієнт живого перерізу решітки (див. [16, дод. 6]).

Обчислене за формулою (27) 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 (11).

Розрахунок втрат тиску у витяжних решітках зручно виконувати в табличній формі (див. табл. 3 у прикладі 4).

Приклад 4

Прийняти типорозміри витяжних вентиляційних решіток, визначити їх аеродинамічний опір (за прикладами 1-3).

Оскільки витяжні решітки монтується з більшої сторони вентблоків, то в проєкті прийняті пластмасові решітки типу РВП3 з розмірами внутрішньої частини рамки у світлі 200x120 мм.

Розрахунок опору витяжних вентиляційних решіток виконаний за формулами (17), (27), (11), його результати наведені в табл. 3. Марки прийнятих решіток позначені на плані поверху (див. рис. 5).

Таблиця 3. Підбір типорозмірів витяжних вентиляційних решіток

Приміщення, система	Витрата повітря, м ³ /год	Тип решітки	Розміри, мм	Площа фронт. перерізу f , м ²	Швидкість у фронт. перерізі V , м/с	КМО ξ
1	2	3	4	5	6	7
Вбиральня ВП2, ВП4	36	РВП3	200x120	0,024	0,42	2,64
Суміщ. санвузол ВП5, ВП6, ВП9, ВП10	90	РВП3	200x120	0,024	1,04	2,64
Кухня ВП1, ВП3, ВП7, ВП8	60	РВП3	200x120	0,024	0,69	2,64

3.5. Аеродинамічний розрахунок систем вентиляції

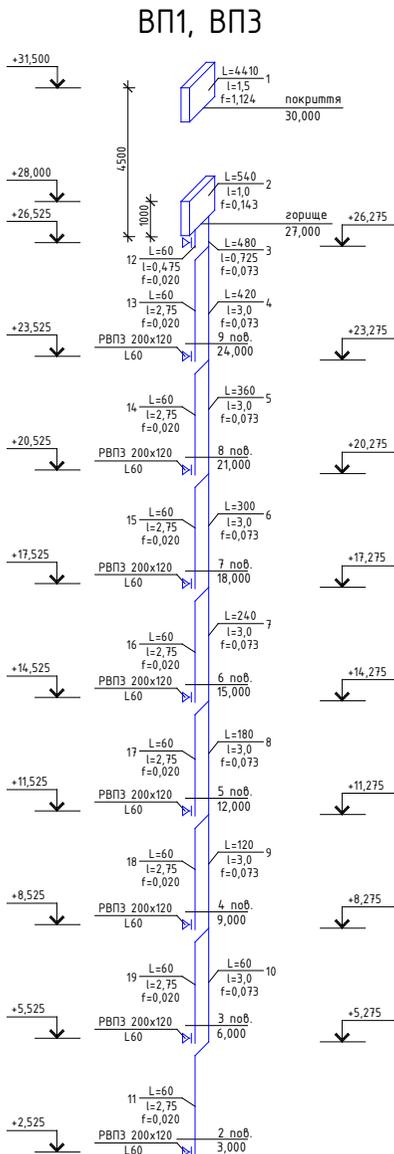


Рис. 6. Розрахункова аксонометрична схема систем ВП1, ВПЗ

Метою розробки цього розділу курсового проекту є визначення аеродинамічного опору повітряного тракту на кожній поверхні житлового будинку для тих систем вентиляції, які визначає керівник проекту для кожного студента в індивідуальному порядку. В пояснювальній записці наводять розрахункові схеми і таблиці, стисло описують послідовність виконання розрахунку.

Аеродинамічний розрахунок систем природної витяжної вентиляції житлових будинків виконують у такій послідовності.

1. Викреслюють розрахункові аксонометричні схеми вентиляційних систем, на яких наводять всі їх конструктивні елементи, витяжні решітки та їх позначення, міжповерхові перекриття і покриття, висотні відмітки (рис. 6). Конструкцію горючого вузла приймають згідно із завданням до курсового проекту (залежно від наявності та типу горючого конструкції витяжної шахти) за [16, дод. 15].

2. На схемі системи визначають розрахункові ділянки за ознакою незмінності витрати та швидкості руху повітря (постійності перерізу повітропроводу), для кожної ділянки викреслюють висносну лінію.

3. Вибирають магістральний напрямок – найбільш навантажений і протяжний ланцюг ділянок повітряного тракту. Нумерують ділянки магістрального напрямку, починаючи від витяжної шахти в

напрямку проти руху повітря аж до супутника першого поверху включно. Номери ділянок N записують поруч із виносними лініями.

4. Нумерують ділянки відгалужень, починаючи з верхнього поверху в напрямку до нижнього.

5. Визначають навантаження розрахункових ділянок – витрати повітря L , м³/год, і наносять їх на аксонометричну схему над виносними лініями.

6. За планами поверхів та висотними відмітками визначають довжини розрахункових ділянок l , м, і записують їх під виносними лініями.

7. Номери ділянок N , їхні навантаження L та довжини l заносять у колонки 1 – 3 таблиці аеродинамічного розрахунку (див. табл. 4 у прикладі 5). В кол. 4 цієї таблиці записують розміри перерізу ділянок $A \times B$, мм, у кол. 5 – площі перерізу f , м², в кол. 6 – еквівалентні діаметри d_E , мм, які обчислюють за формулою (15). За формулою (11) визначають швидкості руху повітря на ділянках V , м/с, а за формулою (10) – динамічні тиски P_D , Па, які заносять відповідно в колонки 7 та 8 табл. 4. В кол. 9 вказують матеріал стінок повітропроводу та коефіцієнт абсолютної шорсткості K_E , мм.

8. В табл. 5 визначають суми коефіцієнтів місцевих опорів на окремих ділянках $\Sigma \xi$ і записують їхні значення в кол. 11 табл. 4.

9. Визначають втрати тиску на ділянках, Па: на тертя Rl (кол. 12); на подолання місцевих опорів z (кол. 13); у припливних і витяжних пристроях $\Delta P_{III} + \Delta P_{VP}$ (кол. 14) (тільки для останніх ділянок повітряного тракту кожного поверху). В кол. 15 обчислюють сумарні втрати тиску на ділянках ΔP , Па, як суму значень колонок 12 – 14. У кол. 16 визначають сумарні втрати тиску на ділянках з урахуванням опору наступних за рухом повітря ділянок $\Sigma \Delta P$, Па.

При виконанні аеродинамічного розрахунку зручно користуватися комп'ютерною програмою Vent-Calc (рис. 7), керуючись при цьому методичними вказівками [8]. Коефіцієнти місцевих опорів (КМО) окремих елементів вентиляційних систем визначають на вкладках 3 – 10 цієї програми, значення опору окремих ділянок (на тертя, в місцевих опорах, сумарні) – на вкладці 2.

При виконанні аеродинамічного розрахунку слід пам'ятати, що місцеві опори, які лежать на межі двох ділянок (трійники, хрестовини), як правило відносять до ділянок із меншими витратами повітря.

Значення КМО окремих елементів систем вентиляції визначають наступним чином.

КМО виходу з витяжної шахти з відкритим оголовком приймають рівним 1,0 [10, діаг. 11-1]; для витяжної шахти з плоским екраном – визначають за [10, діаг. 11-20] (див. [16, дод. 16]), а для шахти із зонтом – за [10, діаг. 11-20] (див. [16, дод. 17]). Можна також скористатися для цього вкладкою 8 програми Vent-Calc (див. рис. 7).

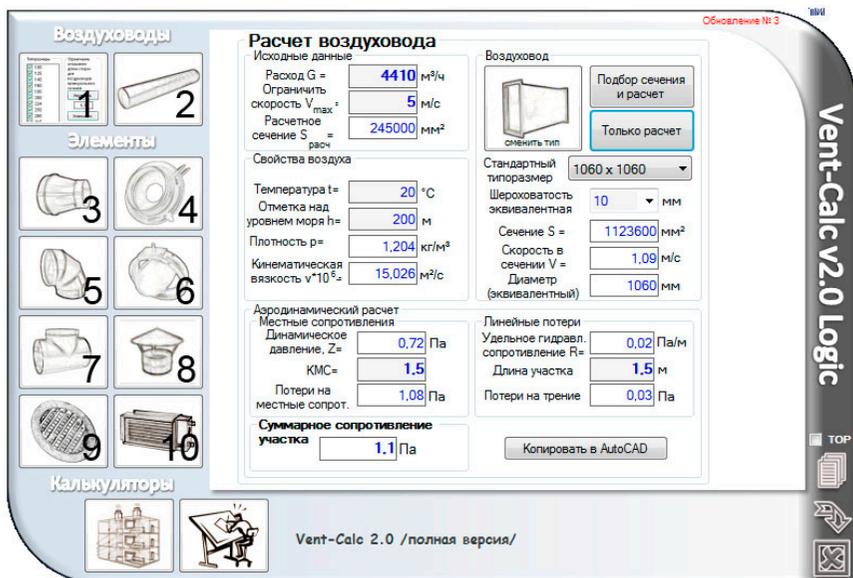


Рис. 7. Приклад розрахунку аеродинамічного опору ділянки 1 систем ВП1, ВП3 за допомогою комп'ютерної програми Vent-Calc 2.0

Для будівель із теплим горіщем КМО вільного виходу з оголовка вент-блоків у тепле горіще приймають рівним 1,0 [10, діаг. 11-1], а КМО вільного входу з необмеженого простору у витяжну шахту на горіщі – 0,5 [10, діаг. 3-2].

Місцевим опором вузла сполучення вентиляційного блока з оголовком (для будинків із теплим горіщем) або з витяжною шахтою (для будинків з холодним горіщем чи з безгоріщним покриттям) через незначну величину можна знехтувати.

Вузли приєднання супутників до збірного каналу (крім першого і верхнього поперхів) являють собою нестандартизовані витяжні трійники (за одностороннього приєднання супутників) або хрестовини (за двостороннього приєднання). При визначенні їх КМО на прохід та на відгалуження зручно користуватися вкладкою 7 програми Vent-Calc (рис. 8) або [16, дод. 19]. При визначенні КМО хрестовин слід скористатися характеристиками трійників з аналогічними розрахунковими параметрами.

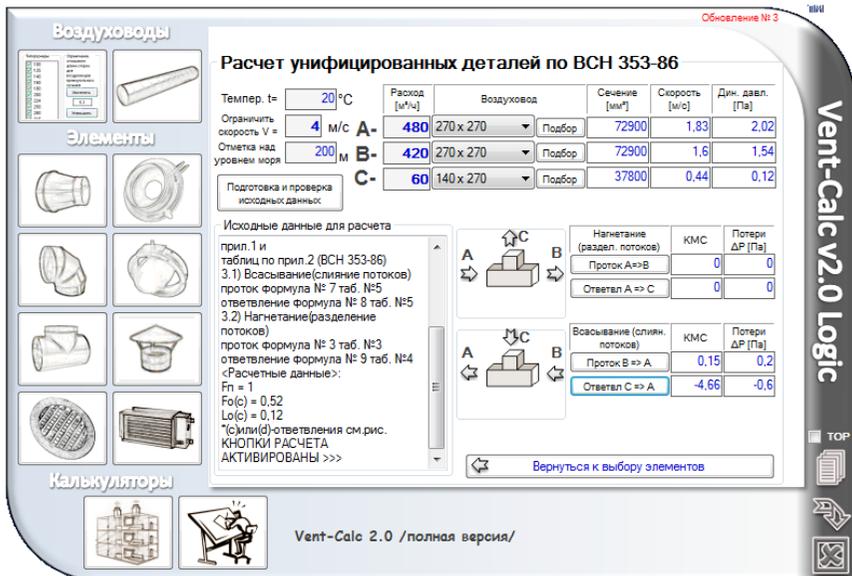


Рис. 8. Приклад визначення КМО трийника прямокутного витяжного на прохід і на відгалуження на ділянках 4, 13 систем ВП1, ВП3 за допомогою комп'ютерної програми Vent-Calc 2.0

Вузол приєднання супутника першого поверху до збірного каналу з аеродинамічної точки зору являє собою раптове розширення за коліном, його КМО може бути визначений за [10, діаг. 4-1] (див. [16, дод. 20]).

Канали-супутники зазвичай мають такі місцеві опори:

- вхід у канал через решітку (ці опори визначені в розділі 3.4, їх разом із опорами припливних пристроїв вказують окремо в колонці 14 табл. 4);
- конфузори (тільки при типі приєднання решіток 2 – з більшої сторони вентблоків) – величину цього КМО зручно визначати на вкладці 3 програми Vent-Calc (див. рис. 7) або за [16, дод. 21];
- зміни напрямку потоку з горизонтального на вертикальний та з вертикального на горизонтальний (коліна з гострими краями при куті повороту 90°) – значення цих КМО зручно визначати на вкладці 5 програми Vent-Calc (див. рис. 7) або за [16, дод. 18].

Питомі втрати тиску на тертя R можуть бути визначені за [16, дод. 22].

Приклад 5

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

Розрахункова аксонометрична схема систем ВП1, ВП3 наведена на рис. 6. Аеродинамічний розрахунок цих систем виконаний у табл. 4, коефіцієнти місцевих опорів окремих ділянок визначені в табл. 5.

Таблиця 5. Аеродинамічний розрахунок систем ВП1, ВП3

№ ділянки	Витрата повітря L , м ³ /год	Довжина l , м	Розміри перерізу $A \times B$, мм	Матеріал, абсолютність K_E , мм	Сума коеф. $\sum \xi$	Втрати тиску, Па				
						на тертя Rl	в МО z	в припл. пристроях $\Delta P_{пл}$	сумарні на ділянці ΔP	сумарні з наступ. ділянками $\sum \Delta P$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Магістральний напрямок 1-10										
1	540	3,5	400x800	бетон, 1,5	1,0	0,04	0,13	–	0,17	0,17
2	480	0,725	300x550	бетон, 1,5		0,03	0,1	–	0,13	0,30
3	420	3,0	300x550	бетон, 1,5		0,09	0,1	–	0,19	0,49
4	360	3,0	300x550	бетон, 1,5		0,06	0,0	–	0,06	0,55
5	300	3,0	300x550	бетон, 1,5		0,06	0,0	–	0,06	0,61
6	240	3,0	300x550	бетон, 1,5		0,03	0,0	–	0,03	0,64
7	180	3,0	300x550	бетон, 1,5		0,03	0,0	–	0,03	0,67
8	120	3,0	300x550	бетон, 1,5		0,0	0,0	–	0,0	0,67
9	60	3,0	300x550	бетон, 1,5		0,0	0,0	–	0,0	0,67
10	60	2,75	100x300	бетон, 1,5		0,17	1,7	0	1,87	2,54
Відгалуження 11										
11	60	2,75	100x300	бетон, 1,5		0,17	1,7	0	1,87	2,54
Відгалуження 12										
12	60	2,75	100x300	бетон, 1,5		0,17	1,7	0	1,87	2,54
Відгалуження 13										
13	60	2,75	100x300	бетон, 1,5		0,17	1,7	0	1,87	2,51
Відгалуження 14										
14	60	2,75	100x300	бетон, 1,5		0,17	1,7	0	1,87	2,48
Відгалуження 15										
15	60	2,75	100x300	бетон, 1,5		0,17	1,7	0	1,87	2,42

Відгалуження 16										
16	60	2,75	100x300	бетон, 1,5		0,17	1,6	0	1,77	2,26
Відгалуження 17										
17	60	2,75	100x300	бетон, 1,5		0,17	1,5	0	1,67	1,97
Відгалуження 18										
18	60	0,475	100x300	бетон, 1,5		0,03	1,0	0	1,03	1,20

Таблиця 4. Аеродинамічний розрахунок систем ВП1, ВП3

№ ді- лянки	Витра- та по- вітря L , м ³ /год	Дов- жина l , м	Розміри перерізу $A \times B$, мм	Пло- ща пе- рерізу f , м ²	Екв. діаметр d_E , мм	Швид- кість V , м/с	Дина- мічний тиск P_d , Па	Матеріал, абс. шор- сткість K_E , мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Магістральний напрямок 1-11								
1	540	3,5	400x800	1,124	1060	1,09	0,71	бетон, 4
2	480	0,725	300x550	0,143	358	1,05	0,66	бетон, 4
3	420	3	300x550	0,073	270	1,83	2,01	бетон, 4
4	360	3	300x550	0,073	270	1,60	1,54	бетон, 4
5	300	3	300x550	0,073	270	1,37	1,13	бетон, 4
6	240	3	300x550	0,073	270	1,14	0,78	бетон, 4
7	180	3	300x550	0,073	270	0,91	0,50	бетон, 4
8	120	3	300x550	0,073	270	0,69	0,28	бетон, 4
9	60	3	300x550	0,073	270	0,46	0,13	бетон, 4
10	60	2,75	100x300	0,073	270	0,23	0,03	бетон, 4
Відгалуження 11								
11	60	2,75	100x300	0,038	184	0,44	0,12	бетон, 4
Відгалуження 12								
12	60	0,475	140x270	0,038	184	0,44	0,12	цегла, 10
Відгалуження 13								
13	60	2,75	140x270	0,038	184	0,44	0,12	цегла, 10
Відгалуження 14								
14	60	2,75	140x270	0,038	184	0,44	0,12	цегла, 10
Відгалуження 15								
15	60	2,75	140x270	0,038	184	0,44	0,12	цегла, 10
Відгалуження 16								
16	60	2,75	140x270	0,038	184	0,44	0,12	цегла, 10
Відгалуження 17								
17	60	2,75	140x270	0,038	184	0,44	0,12	цегла, 10
Відгалуження 18								
18	60	2,75	140x270	0,038	184	0,44	0,12	цегла, 10
Відгалуження 19								
19	60	2,75	140x270	0,038	184	0,44	0,12	цегла, 10

Продовження таблиці 4

№ ділянки	Питомі втрати тиску R , Па/м	Сума коеф. МО $\Sigma \xi$	Втрати тиску, Па				
			на тертя R_l	в МО z	в припл. пристроях $\Delta P_{пл}$	сумарні на ділянці ΔP	сумарні з наступ. ділянками $\Sigma \Delta P$
1	10	11	12	13	14	15	16
Магістральний напрямок 1-11							
1	0,02	1,0	0,04	0,13	-	0,17	0,17
2	0,08		0,03	0,1	-	0,13	0,30
3	0,36		0,09	0,1	-	0,19	0,49
4	0,28		0,06	0,0	-	0,06	0,55
5	0,20		0,06	0,0	-	0,06	0,61
6	0,14		0,03	0,0	-	0,03	0,64
7	0,09		0,03	0,0	-	0,03	0,67
8	0,05		0,0	0,0	-	0,0	0,67
9	0,02		0,0	0,0	-	0,0	0,67
10	0,01		0,17	1,7	0	1,87	2,54
Відгалуження 11							
11	0,04		0,17	1,7	0	1,87	2,54
Відгалуження 12							
12	0,04	1,1	0,17	1,7	0	1,87	2,54
Відгалуження 13							
13	0,04	-2,49	0,17	1,7	0	1,87	2,51
Відгалуження 14							
14	0,04	-0,99	0,17	1,7	0	1,87	2,48
Відгалуження 15							
15	0,04	0,55	0,17	1,7	0	1,87	2,42
Відгалуження 16							
16	0,04	1,51	0,17	1,6	0	1,77	2,26
Відгалуження 17							
17	0,04	2,40	0,17	1,5	0	1,67	1,97
Відгалуження 18							
18	0,04	3,02	0,03	1,0	0	1,03	1,20

Таблиця 4. Розрахунок місцевих опорів для систем ВП1, ВП3

№ ді- лянки	Найменування місцевих опорів	Кіль- кість	Умови та обґрунтування вибору	Коеф. МО ξ	Втрати тиску z , Па
1	2	3	4	5	6
1	Вихід із шахти з відкритим оголовком	1	[5, діаг. 11-1]	1,0	–
	РАЗОМ			1,0	–
2	Трійник прямокутний витяжний на прохід	1	$L_A = 540; L_B = 480; L_C = 60;$ A – 400x800; B – 300x550; C – 100x300 [Vent-Calc]	0,34	0,1
	РАЗОМ				0,1
3	Трійник прямокутний витяжний на прохід	1	$L_A = 480; L_B = 420; L_C = 60;$ A – 300x550; B – 300x550; C – 100x300 [Vent-Calc]	0,19	0,1
	РАЗОМ				0,1
4	Трійник прямокутний витяжний на прохід	1	$L_A = 420; L_B = 360; L_C = 60;$ A – 300x550; B – 300x550; C – 100x300 [Vent-Calc]	0,22	0,0
	РАЗОМ				0,0
5	Трійник прямокутний витяжний на прохід	1	$L_A = 360; L_B = 300; L_C = 60;$ A – 300x550; B – 300x550; C – 100x300 [Vent-Calc]	0,27	0,0
	РАЗОМ				0,0
6	Трійник прямокутний витяжний на прохід	1	$L_A = 300; L_B = 240; L_C = 60;$ A – 300x550; B – 300x550; C – 100x300 [Vent-Calc]	0,32	0,0
	РАЗОМ				0,0
7	Трійник прямокутний витяжний на прохід	1	$L_A = 240; L_B = 180; L_C = 60;$ A – 300x550; B – 300x550; C – 100x300 [Vent-Calc]	0,44	0,0
	РАЗОМ				0,0
8	Трійник прямокутний витяжний на прохід	1	$L_A = 180; L_B = 120; L_C = 60;$ A – 300x550; B – 300x550; C – 100x300 [Vent-Calc]	0,70	0,0
	РАЗОМ				0,0
9	Трійник прямокутний витяжний на прохід	1	$L_A = 120; L_B = 60; L_C = 60;$ A – 300x550; B – 300x550; C – 100x300 [Vent-Calc]	1,94	0,0
	РАЗОМ				0,0
10	Трійник прямокутний витяжний на відгалуження	1	$L_A = 60; L_B = 0; L_C = 60;$ A – 300x550; B – 300x550; C – 100x300 [Vent-Calc]	0,73	0,2
	Коліно прямокутне з гострими кутами $\alpha = 90^\circ$	2	$b = 300; a = 100$ [Vent-Calc]	1,1	0,4
	Конфузор	1	Із 120x200 на 100x200 [Vent-Calc]	0,24	0,1
	Решітка витяжна РВПЗ	1	120x200; $F_0/F_{II} = 0,65$	2,64	1,0
	РАЗОМ				1,7

Продовження таблиці 4

1	2	3	4	5	6
11	Трійник прямокутний витяжний на відгалуження	1	$L_A = 120; L_B = 60; L_C = 60;$ A – 300x550; B – 300x550; C – 100x300 [Vent-Calc]	0,82	0,2
	Коліно прямокутне з гострими кряями $\alpha = 90^\circ$	2	$b = 300; a = 100$ [Vent-Calc]	1,1	0,4
	Конфузор	1	Із 120x200 на 100x200 [Vent-Calc]	0,24	0,1
	Решітка витяжна РВПЗ	1	120x200; $F_0/F_{II} = 0,65$	2,64	1,0
	РАЗОМ				1,7
12	Трійник прямокутний витяжний на відгалуження	1	$L_A = 180; L_B = 120; L_C = 60;$ A – 300x550; B – 300x550; C – 100x300 [Vent-Calc]	1,19	0,2
	Коліно прямокутне з гострими кряями $\alpha = 90^\circ$	2	$b = 300; a = 100$ [Vent-Calc]	1,1	0,4
	Конфузор	1	Із 120x200 на 100x200 [Vent-Calc]	0,24	0,1
	Решітка витяжна РВПЗ	1	120x200; $F_0/F_{II} = 0,65$	2,64	1,0
	РАЗОМ				1,7
13	Трійник прямокутний витяжний на відгалуження	1	$L_A = 240; L_B = 180; L_C = 60;$ A – 300x550; B – 300x550; C – 100x300 [Vent-Calc]	1,16	0,2
	Коліно прямокутне з гострими кряями $\alpha = 90^\circ$	2	$b = 300; a = 100$ [Vent-Calc]	1,1	0,4
	Конфузор	1	Із 120x200 на 100x200 [Vent-Calc]	0,24	0,1
	Решітка витяжна РВПЗ	1	120x200; $F_0/F_{II} = 0,65$	2,64	1,0
	РАЗОМ				1,7
14	Трійник прямокутний витяжний на відгалуження	1	$L_A = 300; L_B = 240; L_C = 60;$ A – 300x550; B – 300x550; C – 100x300 [Vent-Calc]	1,02	0,2
	Коліно прямокутне з гострими кряями $\alpha = 90^\circ$	2	$b = 300; a = 100$ [Vent-Calc]	1,1	0,4
	Конфузор	1	Із 120x200 на 100x200 [Vent-Calc]	0,24	0,1
	Решітка витяжна РВПЗ	1	120x200; $F_0/F_{II} = 0,65$	2,64	1,0
	РАЗОМ				1,7
15	Трійник прямокутний витяжний на відгалуження	1	$L_A = 360; L_B = 300; L_C = 60;$ A – 300x550; B – 300x550; C – 100x300 [Vent-Calc]	0,81	0,2
	Коліно прямокутне з гострими кряями $\alpha = 90^\circ$	2	$b = 300; a = 100$ [Vent-Calc]	1,1	0,4
	Конфузор	1	Із 120x200 на 100x200 [Vent-Calc]	0,24	0,1
	Решітка витяжна РВПЗ	1	120x200; $F_0/F_{II} = 0,65$	2,64	1,0
	РАЗОМ				1,7

Продовження таблиці 4

1	2	3	4	5	6
16	Трійник прямокутний витяжний на відгалуження	1	$L_A = 420; L_B = 360; L_C = 60;$ A – 300x550; B – 300x550; C – 100x300 [Vent-Calc]	0,43	0,1
	Коліно прямокутне з гострими краями $\alpha = 90^\circ$	2	$b = 300; a = 100$ [Vent-Calc]	1,1	0,4
	Конфузор	1	Із 120x200 на 100x200 [Vent-Calc]	0,24	0,1
	Решітка витяжна РВПЗ	1	120x200; $F_0/F_{II} = 0,65$	2,64	1,0
	РАЗОМ				1,6
17	Трійник прямокутний витяжний на відгалуження	1	$L_A = 480; L_B = 420; L_C = 60;$ A – 300x550; B – 300x550; C – 100x300 [Vent-Calc]	-0,02	0,0
	Коліно прямокутне з гострими краями $\alpha = 90^\circ$	2	$b = 300; a = 100$ [Vent-Calc]	1,1	0,4
	Конфузор	1	Із 120x200 на 100x200 [Vent-Calc]	0,24	0,1
	Решітка витяжна РВПЗ	1	120x200; $F_0/F_{II} = 0,65$	2,64	1,0
	РАЗОМ				1,5
18	Трійник прямокутний витяжний на відгалуження	1	$L_A = 540; L_B = 480; L_C = 60;$ A – 400x800; B – 300x550; C – 100x300 [Vent-Calc]	-2,02	-0,3
	Коліно прямокутне з гострими краями $\alpha = 90^\circ$	1	$b = 300; a = 100$ [Vent-Calc]	1,1	0,2
	Конфузор	1	Із 120x200 на 100x200 [Vent-Calc]	0,24	0,1
	Решітка витяжна РВПЗ	1	120x200; $F_0/F_{II} = 0,65$	2,64	1,0
	РАЗОМ				1,0

Продовження таблиці 4

1	2	3	4	5	6
19	Трійник прямокутний витяжний на відгалуження	1	$L_A = 120; L_B = 60; L_C = 60; A - 270 \times 270; B - 270 \times 270; C - 140 \times 270$ [Vent-Calc]	1,14	1,14
	Коліно прямокутне з гострими краями $\alpha = 90^\circ$	1	$b = 270; a = 140$ [Vent-Calc]	1,1	1,1
	Коліно прямокутне з гострими краями $\alpha = 90^\circ$	1	$b = 140; a = 270$ [Vent-Calc]	1,1	1,1
	РАЗОМ				3,34

3.6. Перевірка працездатності систем природної витяжної вентиляції

В цьому розділі необхідно визначити наявний гравітаційний тиск за розрахункових параметрів для всіх поверхів будинку та порівняти його з опорами повітряного тракту відповідних поверхів. У випадку нестачі наявного гравітаційного тиску для подолання опору систем вентиляції для окремих поверхів слід прийняти відповідні проектні рішення – змінити конструктивні розміри вентканалів, підібрати індивідуальні витяжні вентилятори тощо.

Розрахунок виконують у табличній формі (див. табл. 6 у прикладі 6).

В кол. 1 табл. 6 записують порядкові номери поверхів будинку, в кол. 2 – висотні відмітки припливних пристроїв h_i , м (центра квартирки або фрамуги вікна, припливного клапана). В кол. 3 заносять відстані по вертикалі від центра припливного пристрою до гирла витяжної шахти, які обчислюють за формулою (4). В кол. 4 наводять значення наявного гравітаційного тиску, які обчислюють за формулою (3) з коефіцієнтом запасу 0,9. У кол. 5 наводять значення опорів повітряного тракту для відповідних поверхів, які виписують з кол. 16 табл. 4. Різницю значень колонок 4 і 5 заносять у кол. 6, при цьому додатні величини означають надлишки гравітаційного тиску, а від’ємні – його нестачі.

Для тих поверхів, для яких наявного гравітаційного тиску недостатньо для подолання опору систем вентиляції, приймають відповідні проектні рішення – змінюють конструктивні розміри вентканалів або підбирають індивідуальні витяжні вентилятори (див. [16, дод. 23 – 24]).

Приклад 6

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

Перевірку працездатності систем ВП1, ВП3 за розрахункових умов та прийнятих конструктивних рішень виконано в табл. 6.

Таблиця 6. Перевірка працездатності систем вентиляції ВП1, ВП3

№ поверху	№ 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	10	1,7	29,8	17,1	2,54	+14,6
2	11	4,7	26,8	15,4	2,54	+12,9
3	12	7,7	23,8	13,7	2,54	+11,2
4	13	10,7	20,8	11,9	2,51	+9,4
5	14	13,7	17,8	10,2	2,48	+7,7
6	15	16,7	14,8	8,5	2,42	+6,1
7	16	19,7	11,8	6,8	2,26	+4,5
8	17	22,7	8,8	5,1	1,97	+3,1
9	18	25,7	5,8	3,3	1,20	+2,1

Як видно з результатів розрахунку, в системах вентиляції ВП1, ВП3 наявного гравітаційного тиску достатньо для природного спонукання руху повітря на всіх поверхах будинку, тому встановлення індивідуальних витяжних вентиляторів не передбачається.

На нижніх поверхах будинку, де спостерігаються значні надлишки наявного гравітаційного тиску, слід виконати монтажне регулювання витяжних решіток з метою відповідного збільшення аеродинамічного опору окремих гілок вентиляційної системи.

3.7. Розрахунок систем вентиляції підвального поверху, холодного горища

В цьому розділі слід обчислити необхідну площу продухів для вентиляції підвального поверху, прийняти відповідні конструктивні рішення, показати на плані підвалу вентиляційне обладнання, вказати його марки та прив'язки до будівельних конструкцій.

Для будинків з холодним горищем треба визначити площу вентиляційних отворів, прийняти марку та кількість зовнішніх решіток.

При виконанні цього розділу слід керуватися вимогами ДБН В.2.2-15-2005 [2, пп. 2.64, 2.65] (див. розділ 2 Методичних вказівок, с. 14).

Приклад 7

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

Згідно з вимогами ДБН В.2.2-15-2005 [2, п. 2.65] загальна площа продухів у зовнішніх стінах підвального поверху $F_{прод}$ має становити не менше 1/400 площі підлоги підвалу, тобто

$$F_{прод} = F_{підв} / 400 = 305,5 / 400 = 0,76 \text{ м}^2, \quad (28)$$

де $F_{пдв}$ – площа підлоги підвалу однієї секції будинку, 305,5 м².

Приймаємо продухи з розмірами у світлі 400x250 мм площею по $f_{прод} = 0,1$ м² кожний. Тоді потрібна кількість продухів для вентиляції підвалу однієї блок-секції будинку становить

$$n = F_{прод} / f_{прод} = 0,76 / 0,1 = 8 \text{ шт.} \quad (29)$$

Продухи рівномірно розташовуються по периметру зовнішніх стін будинку (рис. 9). У конструкцію продуха входить уніфікований ручний повітряний клапан УВКр 400x250, що з'єднується повітропроводом із зовнішньою решіткою марки АНР 400x250. Відмітка верху отворів продухів прийнята мінус 0,52.

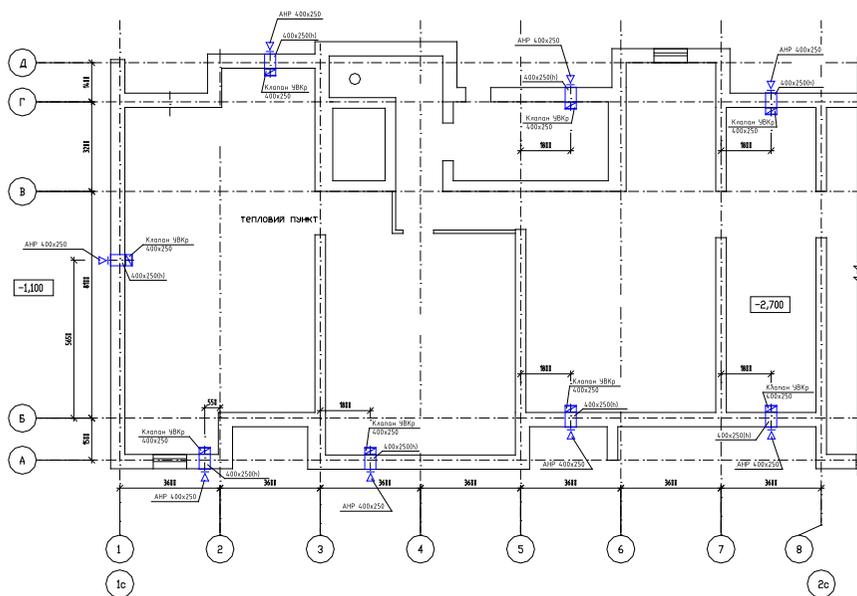


Рис. 9. План підвального поверху з вентиляційними продухами

4. Вимоги до оформлення графічної частини курсового проекту та пояснювальної записки

Графічна частина курсового проекту складається з одного листа креслень формату А1, на якому наводять:

- плани систем вентиляції (плани типового поверху, підвалу, горища, покрівлі з елементами систем вентиляції);
- схеми систем вентиляції;

- фрагменти планів та розрізів для детального зображення складних вузлів (витяжної шахти, дефлекторів тощо);
- умовні позначення, що не встановлені державними стандартами.

Приклад компоновання креслення наведений у [16, дод. 26].

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

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 та відстані між ними;
- будівельні конструкції, сантехнічне обладнання;
- всі елементи запроєктованих вентиляційних систем (повітропроводи, шахти, канали, решітки, клапани, вентилятори тощо);
- розміри перерізів повітропроводів і каналів;
- розмірні прив'язки повітропроводів та елементів систем до координаційних осей або 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 проекція) на плані горища (верхнього поверху) будівлі.

Схеми систем вентиляції виконують в аксонометричній фронтальній ізометричній проекції 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» (згідно з [14, рис. 7]), відмітки рівня осі круглих і низу прямокутних повітропроводів. Над схемами вказують скорочене найменування вентиляційних систем (приміром, «ВП1»). Слід звернути увагу на те, що написи на виносних лініях на схемах систем вентиляції, що наводяться на аркуші креслення, суттєво відрізняються від написів на розрахункових схемах у пояснювальній записці, оскільки ці схеми мають різне функціональне призначення.

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

- титульний аркуш за формою № Н-6.01 (див. [16, дод. 27]);
- оригінал завдання до курсового проекту з підписом керівника проекту;
- текст пояснювальної записки з усіма розрахунковими схемами та таблицями;

- перелік використаної літератури;
- зміст.

ЛІТЕРАТУРА

1. СНиП 2.04.05-91*У Отопление, вентиляция и кондиционирование. Издание неофициальное. – К.: КиевЗНИИЭП, 1996. – 89 с.¹
2. ДБН В.2.2-15-2005 Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення. (Зі Зміною № 1 від 23.07.2008 р.) – К.: Держбуд України, 2005.
3. ТР АВОК-4-2004. Технические рекомендации по организации воздухообмена в квартирах многоэтажного жилого дома. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2004. – 32 с.
4. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч.3. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн. 2 / Б.В.Баркалов, Н.Н.Павлов, С.С.Амирджанов и др.; Под ред. Н.Н.Павлова и Ю.И.Шиллера. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1992. – 416 с.
5. Краснов Ю.С., Борисоглебская А.П., Антипов А.В. Системы вентиляции и кондиционирования. Рекомендации по проектированию, испытаниям и наладке. – М.: Термокул, 2004. – 365 с.
6. Отопление и вентиляция жилых и гражданских зданий: Проектирование: Справочник / Г.В.Русланов, М.Я.Розкин, Э.Л.Ямпольский. – К.: Будівельник, 1983. – 272 с.
7. Методичні вказівки до аеродинамічного розрахунку систем вентиляції в курсових і дипломних проектах з розділу «Вентиляція» для студентів напряму підготовки 6.060101 «Будівництво» та спеціальності 7.092108 «Теплогазопостачання та вентиляція» всіх форм навчання. / С.Б.Проценко, В.І.Давидчук. – Рівне: НУВГП, 2008. – 39 с. (Шифр 056-228)
8. Методичні вказівки до аеродинамічного розрахунку мережі повітропроводів із застосуванням комп'ютерних програм CompactVent, Vent-Calc, Ducter, Д.З.[етта] при проектуванні систем вентиляції та кондиціювання повітря (з дисципліни «Інформаційні технології і математичні методи в наукових дослідженнях» для студентів спеціальності 8.092108 «Теплогазопостачання та вентиляція» всіх форм навчання). / С.Б.Проценко. – Рівне: НУВГП, 2009. – 32 с. (Шифр 056-232)
9. ГОСТ 13448-82. Решетки вентиляционные пластмассовые.
10. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям / Под ред. М.О.Штейнберга. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1992. – 672 с.

¹ Згідно з наказом Мінрегіону України від 28.08.2013 р. № 410 з 01.01.2014 року замість СНиП 2.04.05-91* набирає чинності ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування.

11. Справочник по расчетам гидравлических и вентиляционных систем / Под ред. А.С.Юрьева. – СПб.: АНО НПО «Мир и семья», 2001. – 1154 с.
12. Розрахунок систем інженерного обладнання будівель: Навч. посіб. / В.С.Кравченко, С.Б.Проценко, Н.В.Кравченко. За ред. В.С.Кравченка. 2-е вид., випр. і доп. – Рівне: Вид-во НУВГП, 2012. – 440 с.
13. Пособие к МГСН 2.02-97. Проектирование противорадионной защиты жилых и общественных зданий. – М.: Москомархитектура, 1998.
14. ДСТУ Б А.2.4-41:2009. Опалення, вентиляція і кондиціонування повітря. Робочі креслення. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 32 с.
15. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: Жилые здания со встроенно-пристроенными помещениями общественного назначения и стоянками автомобилей. Коттеджи: Справочное пособие. – М.: Пантори, 2003. – 308 с.: ил.
16. Додатки до методичних вказівок до курсового проекту з дисципліни «Вентиляція» на тему «Вентиляції 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. (Шифр 03-02-325)

З М І С Т

Передмова	3
1. Розрахунок та організація повітрообміну	3
<i>Приклад 1</i>	5
2. Проектування системи вентиляції	7
<i>Приклад 2</i>	15
3. Розрахунок систем вентиляції	17
3.1. Основні положення	17
3.2. Підбір припливних пристроїв	21
3.3. Визначення розмірів витяжних вентиляційних каналів	23
<i>Приклад 3</i>	24
3.4. Розрахунок опору витяжних решіток	24
<i>Приклад 4</i>	25

3.5. Аеродинамічний розрахунок систем вентиляції	26
<i>Приклад 5</i>	30
3.6. Перевірка працездатності систем природної витяжної вентиляції	34
<i>Приклад 6</i>	34
3.7. Розрахунок систем вентиляції підвального поверху, холодного горища	35
<i>Приклад 7</i>	35
4. Вимоги до оформлення графічної частини курсового проекту та пояснювальної записки	37
Література	38