

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва і архітектури

**ОПАЛЕННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЯ, ОХОЛОДЖЕННЯ
ТА ГАЗОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ**

Методичні вказівки
до виконання практичних робіт та курсового проектування
з дисципліни «Інженерне обладнання будівель і споруд:
теплогазопостачання і вентиляція»
для студентів спеціальності 191 «Архітектура та містобудування»
ОПП «Архітектура та містобудування»

Київ 2024

УДК 697.911

О-60

Укладачі: В.А. Коновалюк, канд. техн. наук, доцент;
А.С. Москвітіна, канд. техн. наук, асистент;
М.О. Шишина, асистент

Рецензент В.О. Мілейковський, д-р техн. наук, професор

Відповідальний за випуск К.М. Предун, д-р екон. наук,
професор

*Затверджено на засіданні кафедри теплогазопостачання та
вентиляції, протокол № 17 від 24 травня 2023 р.*

В авторській редакції.

Опалення, вентиляція, охолодження та газопостачання
О-60 житлового будинку: методичні вказівки до виконання практичних
занять та курсового проектування / уклад.: Коновалюк В.А. та ін. –
Київ: КНУБА, 2024. – 104 с.

Містять загальні рекомендації з проектування та розрахунку
систем опалення, вентиляції, охолодження та газопостачання
житлового будинку. Наведені основні теоретичні положення,
розрахункові залежності, довідкові матеріали та приклади
розрахунку.

Призначено для студентів спеціальності 191 «Архітектура та
містобудування» ОПІ «Архітектура та містобудування».

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ.....	5
1. Розрахункові параметри зовнішнього повітря та мікроклімату в приміщеннях житлового будинку.....	6
2. Проектування системи водяного опалення	8
2.1. Вибір і обґрунтування проєктних рішень системи опалення.....	9
2.2. Розрахунок теплового навантаження системи опалення.....	9
2.3. Підбір опалювальних приладів.....	24
2.4. Підбір діаметрів трубопроводів системи опалення.....	27
3. Проектування системи вентиляції.....	32
3.1. Вибір і обґрунтування проєктних рішень системи вентиляції	32
3.2. Розрахунок повітрообмінів у приміщеннях	38
3.3. Підбір перерізів вентиляційних каналів	43
3.4. Підбір обладнання систем вентиляції.....	47
4. Проектування системи охолодження	50
4.1. Вибір і обґрунтування проєктних рішень системи охолодження	50
4.2. Розрахунок холодопродуктивності системи охолодження	51
4.3. Підбір обладнання системи охолодження.....	56
5. Проектування системи газопостачання	58
5.1. Вибір і обґрунтування проєктних рішень системи газопостачання.....	59
5.2. Розрахунок витрат природного газу	62
5.3. Підбір діаметрів газопроводів	64
5.4. Вибір і обґрунтування проєктних рішень системи відведення продуктів згоряння.....	71
5.5. Підбір перерізів димохідної системи «повітря-газ».....	76
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	82
ДОДАТКИ.....	83
А. Технічні характеристики опалювальних приладів.....	83
Б. Технічні характеристики трубопроводів системи водяного опалення.....	84
В. Підбір діаметрів трубопроводів системи опалення.....	85
Г. Вузли підключення опалювальних приладів до системи опалення	86
І. Конструкції вентиляційних панелей та блоків промислового виготовлення.....	88

Д.	Характеристики вентиляційних решіток та повітропроводів ..	92
Е.	Характеристики вентиляційного обладнання	94
Є.	Обладнання систем охолодження	96
Ж.	Коефіцієнт одночасності в залежності від газовикористовуючого обладнання.....	98
З.	Типорозміри побутових лічильників газу	98
И.	Номограма для підбору діаметрів сталевих газопроводів.....	99
І.	Характеристики сталевих водогазопровідних труб	100
Ї.	Схеми приєднання теплогенераторів з закритою камерою згоряння до колективних димоходів	101
Й.	Конструкції систем відведення димових газів.....	102

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Основним призначенням систем теплогазопостачання, вентиляції та охолодження житлових будинків є забезпечення комфортних і безпечних умов перебування людей, а саме нормованих параметрів мікроклімату та концентрацій шкідливих речовин у повітрі приміщень. При цьому системи формування мікроклімату повинні бути енергоефективними та працювати в режимі мінімального енергоспоживання.

Курсова робота з дисципліни «Інженерне обладнання будівель і споруд» виконується з метою закріплення теоретичних знань і набуття студентами навичок щодо влаштування, розрахунку і проєктування систем опалення, вентиляції, охолодження, газопостачання житлових будівель.

Студент самостійно вирішує ряд питань по підборі огорожувальних конструкцій будинку, визначення тепловтрат приміщень, приймає конструктивні рішення по системах формування мікроклімату будівель. Прийняті технічні рішення мають забезпечити задані умови в приміщеннях згідно з діючими будівельними та санітарними нормами і державними стандартами.

Курсову роботу студенти виконують за завданням, яке видається викладачем. Викладач задає студенту наступні вихідні дані: район будівництва, конструкція зовнішніх огорожень, план квартири типового поверху будинку, висота приміщень, орієнтація фасаду будинку за сторонами світу і кількість поверхів будинку. За погодженням з викладачем ці дані можуть бути взяті студентом самостійно.

Графічну частину роботи (плани, схеми) студенти виконують на аркуші формату А1.

Розрахунково-пояснювальна записка, обсягом до 30 сторінок, включає такі окремі розділи:

1. Вихідні дані до проєктування.
2. Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій.
3. Проєктування системи опалення.
 - 3.1. Вибір і обґрунтування проєктних рішень системи опалення.
 - 3.2. Розрахунок теплового навантаження системи опалення.
 - 3.3. Підбір опалювальних приладів.
 - 3.4. Підбір діаметрів трубопроводів системи опалення.
4. Проєктування системи вентиляції і охолодження.
 - 4.1. Вибір і обґрунтування проєктних рішень системи вентиляції.

- 4.2. Розрахунок необхідного повітрообміну у приміщеннях.
- 4.3. Підбір перерізів вентиляційних каналів та повітророзподільних пристроїв.
- 4.4. Підбір обладнання системи вентиляції.
- 4.5. Розрахунок теплового навантаження системи охолодження.
- 4.6. Підбір обладнання системи охолодження.
5. Проектування системи газопостачання.
 - 5.1. Вибір і обґрунтування проектних рішень системи газопостачання.
 - 5.2. Підбір обладнання системи газопостачання.
 - 5.3. Розрахунок витрат природного газу та підбір газового лічильника.
 - 5.4. Підбір діаметрів газопроводів.
 - 5.5. Вибір і обґрунтування проектних рішень системи відведення продуктів згоряння та підбір перерізів димових каналів.
6. Прийняті та перспективні заходи з підвищення енергоефективності інженерного обладнання будівель.

1. Розрахункові параметри зовнішнього повітря та мікроклімату в приміщеннях житлового будинку

Розрахункові параметри зовнішнього повітря

Температура зовнішнього повітря приймається по табл. 2 [2] згідно з [1]:

- для систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря в холодний період року – температуру зовнішнього повітря для найхолоднішої п'ятиденки забезпеченістю 0,92;
- для систем вентиляції в теплий період року – температура зовнішнього повітря для найжаркішої п'ятиденки забезпеченістю 0,99;
- для систем кондиціонування та охолодження повітря в теплий період року – температура зовнішнього повітря для найжаркішої доби забезпеченістю 0,95.

Розрахункову відносну вологість та швидкість повітря беруть у холодний період року для січня, а у теплий – для липня.

В окремих випадках рівень вимог та відповідний коефіцієнт забезпеченості параметрів внутрішнього повітря можуть бути визначені технічним завданням на проектування.

Характеристика вітру в січні приймається по табл. 5 [2].

Прийняті параметри зовнішнього повітря зводяться до табл. 1.

Таблиця 1

Розрахункові параметри зовнішнього повітря

Місто	Температурна зона	Температура найжаркішої доби, °С	Температура найхолоднішої п'ятиденки, °С	Тривалість опалювального сезону, Z _{o.c} , діб			Середня температура ОП		
				Пд	ПдЗ	З			
Характеристика вітру									
Сторона світу		Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Повторюваність, %									
Середня швидкість вітру, м/с									

Параметри мікроклімату в приміщеннях житлового будинку

У холодний період року в зоні обслуговування житлових приміщень температуру та швидкість руху повітря приймають у межах оптимальних (підвищених оптимальних для відповідних приміщень) норм: допускається приймати температуру та швидкість руху повітря в межах допустимих норм у приміщеннях загального користування за межами квартир житлових будинків.

Розрахункові результуючі температури для проектування систем опалення і вимоги до повітрообміну в приміщеннях приймаються з табл. 3.

Таблиця 2

Розрахункові параметри внутрішнього повітря

№ з/п	Найменування приміщення	Температура повітря в опалювальний період, °С	Температура повітря в період охолодження, °С

Розрахункові результуючі температури для проєктування опалення і вимоги до повітрообміну в приміщеннях [1, 3]

Приміщення	Розрахункова результуюча температура приміщення, °С у житлі для		Мінімальна витрата повітря та кратність повітрообміну для підбору обладнання, повітроводів у житлі
	опалювального періоду	періоду охолодження	
Загальна кімната, спальня, дитяча, кабінет	22 ± 2	$24,5 \pm 1,5$	0,6
Кухня, кухня-їдальня	$19,5 \pm 3$	$24,5 \pm 1,5$	72 м ³ /год. (60 м ³ /год. з електроплитами)
об'ємом не більше 20 м ³			
об'ємом більше 20 м ³			
Ванна	$25 \pm 1,5$	–	54 м ³ /год.
Туалет	22 ± 2	–	36 м ³ /год.
Суміщений санвузол	$25 \pm 1,5$	–	90 м ³ /год.
Вестибюль, загальний коридор, сходові клітка, передпокій квартири	22 ± 2	–	–

2. Проєктування системи водяного опалення житлового будинку

Опалення – штучний обігрів приміщень протягом опалювального періоду з метою відшкодування в них теплових втрат і підтримки на заданому рівні температури, що відповідає умовам теплового комфорту. Правильне визначення теплової потужності системи опалення будівлі є основою подальших розрахунків мережі трубопроводів, підбору опалювального обладнання та гарантією ефективної роботи сучасних систем опалення. Наведена методика не застосовується для приміщень заввишки більше 5 метрів.

2.1. Вибір і обґрунтування проєктних рішень системи опалення

Система опалення квартири житлового будинку проєктується за двома варіантами:

- 1) від централізованого теплопостачання (районної котельні);
- 2) від місцевого теплогенератора (індивідуального опалювального котла, який встановлюється в квартирі).

При проєктуванні системи опалення від централізованого джерела теплоти необхідно обов'язково передбачити вузли обліку теплової енергії для кожного споживача та для всього будинку, які розміщуються відповідно у місцях загального користування та технічних приміщеннях. Цим вимогам відповідає двотрубна поповерхова поквартирна горизонтальна система опалення. Поквартирна розводка трубопроводів може прийматись за тупіковою, супутньою або променевою схемою.

При проєктуванні системи опалення від індивідуального теплогенератора, який, згідно з вимогами [7], повинен розташовуватись у приміщенні кухні, трубопроводи підключаються безпосередньо до опалювального котла. Поквартирна розводка приймається аналогічно попередньому варіанту.

2.2. Розрахунок теплового навантаження системи опалення

Перед початком розрахунку теплового навантаження системи опалення необхідно виконати теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій. Теплотехнічний розрахунок виконується за методикою, наведеною в [4].

В курсовій роботі необхідно розрахувати теплове навантаження кутової квартири на першому, типовому та останньому поверсі. Розрахунок проводиться для всіх приміщень квартири, які контактують з зовнішнім середовищем. В одному з приміщень необхідно передбачити панорамне вікно. Балкони в будівлі прийняти незаскленими.

Відповідно до [5], проєктне теплове навантаження системи опалення приміщення, W_t , визначають за рівнянням теплового балансу:

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i} + \Phi_{Q,i}, \quad (1)$$

де $\Phi_{T,i}$ – трансмісійні тепловтрати через огорожувальні конструкції приміщення (вікна, зовнішні стіни, дахи та до неопалювальних або

холодних приміщень), Вт (рис.1); $\Phi_{V,i}$ – вентиляційні (інфільтраційні) тепловтрати на нагрівання інфільтраційного повітря (повітря, яке подається в приміщення), що надходить до приміщення, Вт (рис.1); $\Phi_{RH,i}$ – якщо є періодичне опалення, то враховується додаткова компенсаційна теплова потужність для системи періодичного опалення, що враховує ефект тимчасовості обігріву приміщення, Вт; $\Phi_{Q,i}$ – інші можливі регулярні тепловтрати (із знаком «+») або теплонадходження (із знаком «-») до приміщення, яке опалюється, Вт.

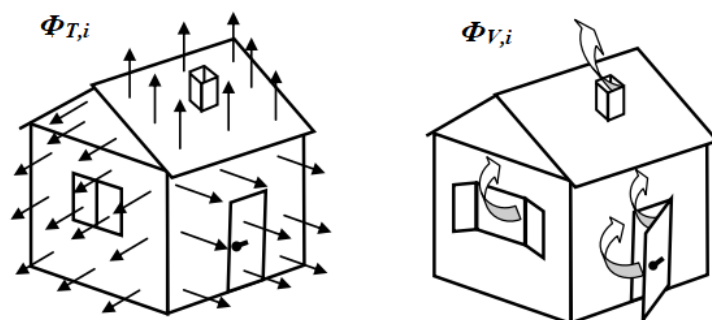


Рис.1. Тепловтрати в навколишнє середовище через огорожувальні конструкції ($\Phi_{T,i}$) та за рахунок інфільтрації зовнішнього повітря через нещільності в огорожувальних конструкціях ($\Phi_{V,i}$)

Нижче наведені рекомендації щодо визначення складових, що входять до формули (1).

Трансмісійні тепловтрати опалювального приміщення

Тепловтрати приміщення за рахунок теплопередачі через будівельні конструкції $\Phi_{T,i}$, Вт, визначаються за формулою, яка враховує основні можливі варіанти, в залежності від розташування приміщення:

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}) \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e), \quad (2)$$

де $H_{T,ie}$ – характеристика трансмісійних тепловтрат через огорожувальні конструкції приміщення до зовнішнього середовища, Вт/°С; $H_{T,iue}$ – характеристика трансмісійних тепловтрат опалюваного приміщення через неопалюване приміщення до зовнішнього середовища, Вт/°С; $H_{T,ig}$ – характеристика трансмісійних тепловтрат через огорожувальні конструкції до ґрунту, Вт/°С; $H_{T,ij}$ – характеристика трансмісійних

тепловтрат опалюваного приміщення через огорожувальну конструкцію до суміжного опалюваного приміщення із іншою розрахунковою температурою, Вт/°С; θ_e – розрахункове значення температури зовнішнього повітря, °С; $\theta_{int,i}$ – значення внутрішньої температури кожного опалюваного приміщення.

Під характеристикою (коефіцієнтом) тепловтрат приміщення треба розуміти питомі тепловтрати i -го приміщення, віднесені до різниці температур внутрішнього та зовнішнього повітря.

Характеристика трансмісійних тепловтрат приміщення до зовнішнього повітря

Характеристики тепловтрат приміщення до зовнішнього повітря, Вт/°С, через огорожувальні конструкції, а саме: стіни, двері, стелю та вікна, обчислюють спрощено за формулою:

$$H_{T,ie} = \sum_k A_k \cdot U_{k\Sigma} \cdot e_k, \quad (3)$$

де A_k – площа теплопередачі k -ї будівельної конструкції огорожень приміщення (для кожної конструкції визначається окремо і для огорожувальних конструкцій з різною орієнтацією по сторонах світу, також визначається окремо), м²; $U_{k\Sigma}$ – сумарний коефіцієнт теплопередачі від внутрішнього повітря через k -ту будівельну конструкцію огороження приміщення до зовнішнього середовища, Вт/м²·°С; e_k – поправочні коефіцієнти, на додаткові тепловтрати, що враховують випромінюючі властивості поверхні огороження, з урахуванням впливу мікрокліматичних умов, типу ізоляційних матеріалів, їхньої вологості, швидкості вітру і температури зовнішнього повітря.

Сумарний коефіцієнт теплопередачі, Вт/м²·°С, розраховується за формулою:

$$U_{k\Sigma} = U_k + \Delta U_{tb}, \quad (4)$$

де U_k – коефіцієнт теплопередачі відповідної огорожувальної конструкції, який визначається у теплотехнічному розрахунку огорожувальних конструкцій, Вт/м²·°С; ΔU_{tb} – додатковий коефіцієнт теплопередачі,

Вт/м²·°С, який визначається з табл. 4 для дахового перекриття, зовнішніх стін та перекриття над підвалом, а для вікон та балконних дверей ΔU_{tb} залежить від їхньої площі та визначається з табл. 5.

Поправочний коефіцієнт e_k визначається за формулою:

$$e_k = 1 + \Sigma\beta \quad (5)$$

де $\Sigma\beta$ – сумарні додаткові тепловтрати в частках від основних тепловтрат, які враховуються для зовнішніх вертикальних і похилих огорожувальних конструкцій будівлі і визначаються окремо для конструкцій, які мають різну орієнтацію за сторонами світу. Залежать від кліматичних параметрів та поверховості будівлі.

Таблиця 4

Значення додаткової складової до коефіцієнта теплопередачі ΔU_{tb} , які враховують вплив теплопровідних включень

Середнє значення коефіцієнта теплопередачі непрозорої частин конструкцій, Вт/(м ² ·К)	ΔU_{tb} , Вт/(м ² ·К)
$U_k \geq 0,8$	0,0
$0,4 \leq U_k < 0,8$	0,05
$U_k < 0,4$	0,10

Таблиця 5

Значення додаткової складової до коефіцієнта теплопередачі для світлопрозорих огорожувальних конструкцій ΔU_{tb} , які враховують вплив теплопровідних включень

Світлопрозорі елементи будівлі (вікна, балконні двері)	
Площа елемента будівлі, м ²	ΔU_{tb} , Вт/(м ² ·К)
0...2	0,50
>2...4	0,40
>4...9	0,30
>9...20	0,20
>20	0,10

В даному розрахунку будівля 9-поверхова, тому враховуються тільки кліматичні параметри, а саме повторюваність та швидкість вітру в районі будівництва (табл. 1). В залежності від значень повторюваності та

швидкості вітру в січні місяці в районі будівництва за даними табл. 6 приймаємо значення β . При повторюваності вітру менше 15% $\beta=0$.

Площа теплопередачі k -ї огорожувальної конструкції приміщення ($A_k, \text{м}^2$) визначається за зовнішніми розмірами, як показано на рис. 2.

Таблиця 6

Національні значення коефіцієнтів додаткових тепловтрат β

Фактори, для яких обумовлені додаткові втрати теплоти	Огородження, при розрахунках яких враховуються додаткові тепловтрати	β
Вітер зі швидкістю в січні до 5 м/с	Орієнтовані в напрямках, звідки	0,05
Вітер зі швидкістю в січні 5 м/с і більше	дує вітер в січні з повторюваністю не менше 15%	0,10

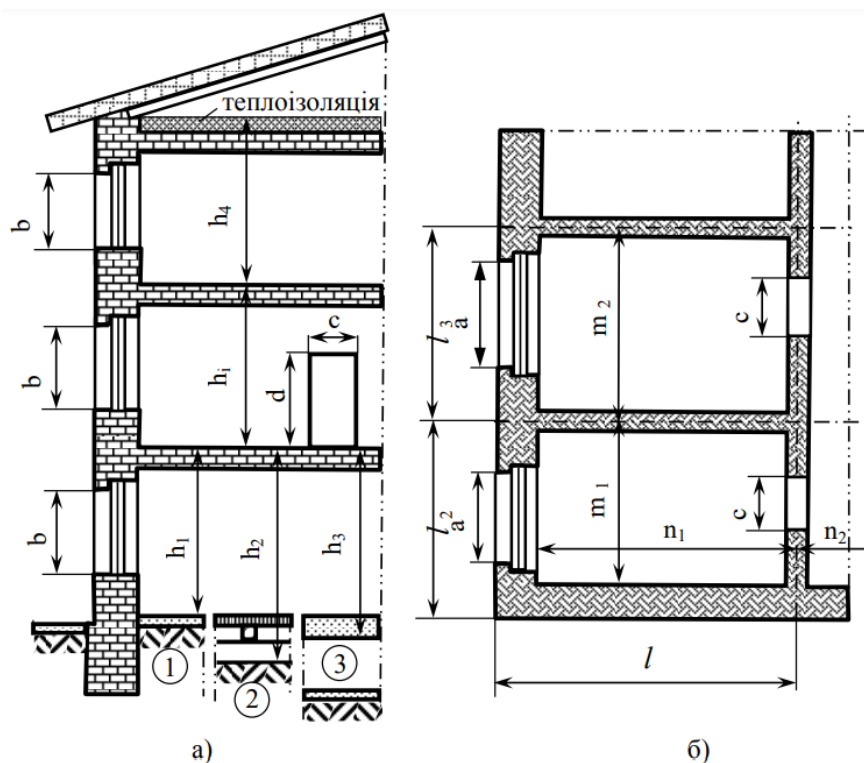


Рис. 2. Визначення розмірів огорожувальних конструкцій для визначення тепловтрат у приміщеннях:

а – розріз; б – план; конструкції підлоги 1-го поверху: 1 – на ґрунті; 2 – на лагах; 3 – над неопалювальним приміщенням

Висота стін першого поверху:

- якщо підлога знаходиться безпосередньо на ґрунті, то висота стіни визначається – від підлоги першого поверху до підлоги другого поверху (h_1);

- якщо підлога на лагах – висота стіни визначається від зовнішнього рівня підготовки підлоги на лагах до рівня підлоги другого поверху (h_2);
- при неопалювальному підвалі або підпіллі – висота стіни визначається від рівня нижньої поверхні конструкції підлоги першого поверху до рівня чистої підлоги другого поверху (h_3);
- в одноповерхових будівлях з горищем висота вимірюється від підлоги до верху теплоізоляційного шару перекриття.

Висота стін проміжного поверху визначається між рівнями чистої підлоги розрахункового і наступного поверху (h_i).

Висота стін останнього поверху визначається від рівня його чистої підлоги до верху теплоізоляційного шару перекриття горища або покриття даху (h_4).

Довжина зовнішніх стін в кутових приміщеннях визначається від краю зовнішнього кута до осі внутрішніх стін (l_1 і l_2), а в некутових – між осями внутрішніх стін (l_3).

Розміри вікон ($a \times b$), дверей ($c \times d$) та ліхтарів визначаються за найменшими розмірами прорізів у огорожувальних конструкціях.

Розміри поверхні стелі і підлоги над підвалами і підпіллями в кутових приміщеннях визначаються від внутрішньої поверхні зовнішніх стін до осей протилежних стін (m_1 і n_1).

Розміри поверхні стелі і підлоги над підвалами і підпіллями в некутових приміщеннях, які контактують з зовнішнім повітрям визначаються між осями внутрішніх стін (m_2) і від внутрішньої поверхні зовнішньої стіни до осі протилежної стіни (n_1).

Розміри поверхні стелі і підлоги над підвалами і підпіллями в приміщеннях, які не контактують з зовнішнім повітрям, визначаються між осями внутрішніх стін (m_2 і n_2).

Довжина внутрішніх стін визначається від внутрішніх поверхонь зовнішніх стін до осей внутрішніх стін (m_1 і n_1) або між осями внутрішніх стін (m_2 і n_2).

Для підрахунку площі поверхні огорожувальних конструкцій лінійні розміри приймаються з точністю до 0,1 м. Площі поверхонь окремих огорожувальних конструкцій підраховуються з точністю до 0,1 м².

Характеристика трансмісійних тепловтрат приміщення через неопалювальне приміщення до зовнішнього повітря

Характеристика трансмісійних тепловтрат опалювального приміщення через неопалюване приміщення до зовнішнього середовища, Вт/°С, визначається за формулою:

$$H_{T,iue} = \sum_k A_k \cdot U_{k\Sigma} \cdot b_u, \quad (6)$$

де A_k – площа теплопередачі k -ї будівельної конструкції огорожень приміщення, м²; $U_{k\Sigma}$ – сумарний коефіцієнт теплопередачі від внутрішнього повітря через k -у будівельну конструкцію огороження приміщення через неопалюване приміщення до зовнішнього середовища, Вт/м²·°С; b_u – температурний коефіцієнт кореляції, який враховує зменшення розрахункової різниці температур ($\theta_{int,i} - \theta_e$) для огорожень, які безпосередньо не контактують з зовнішнім середовищем, визначається згідно табл. 7.

Значення температурного коефіцієнта кореляції b_u
(за неможливості обчислення або відсутності національних даних)

Неопалюваний простір	b_u
Кімнати:	
з однією зовнішньою стіною	0,4
з двома зовнішніми стінами без зовнішніх дверей	0,5
з двома зовнішніми стінами та зовнішніми дверями (воротами)	0,6
з трьома зовнішніми стінами	0,8
Підвал:	
без вікон та зовнішніх дверей	0,5
з вікнами або/та зовнішніми дверями	0,8
Підпокрівельний простір:	
з високим рівнем вентиляції підпокрівельного простору (з покрівлею шифером, черепицею тощо на латах без утеплення)	1,0
інші неутеплені дахи	0,9
теплоізовані дахи	0,7
Внутрішні циркуляційні зони (без зовнішніх огорожень, з коефіцієнтом повітрообміну менше 0,5 год. ⁻¹)	0,0
Вільно провітрювані зони (з площею отворів/об'єму простору > 0,005м ² /м ³)	1,0
Підвісна стеля, поверх	0,8

Примітка. Приміщення, в яких 70% і більше площі зовнішньої стіни знаходиться в контакт з ґрунтом, вважаються підвалом.

Вентиляційні тепловтрати опалюваного приміщення

Тепловтрати приміщення на нагрівання вентиляційного (інфільтраційного) повітря в опалюваних приміщеннях $\Phi_{V,i}$, Вт, визначаються за формулою:

$$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e), \quad (7)$$

де $H_{V,i}$ – характеристика вентиляційних тепловтрат приміщення, Вт/°С; $\theta_{int,i}$ – значення внутрішньої температури кожного опалюваного приміщення, °С; θ_e – розрахункове значення температури зовнішнього повітря, °С.

Характеристику тепловтрат опалюваного приміщення при нагріванні вентиляційного повітря, що поступає до нього з системи припливної

вентиляції, за рахунок інфільтрації, провітрювання тощо, Вт/°С, обчислюють за формулою:

$$H_{V,i} = 0,34 \cdot V_i, \quad (8)$$

де V_i – витрата повітря, що надходить за годину до опалюваного приміщення, м³/год., яка визначається залежно від способу організації повітрообміну в приміщенні.

При визначенні витрати повітря V_i , що надходить до опалюваного приміщення, за розрахункову величину приймають значення санітарно-гігієнічного повітрообміну з урахуванням нормативної кількості витяжного повітря із кухні, ванної кімнати та санвузлів.

За умов повітряного балансу квартири, внутрішнє повітря видаляється через витяжні канали, які розміщені в санвузлах, туалетах, кухнях, а зовнішнє повітря надходить в опалювані приміщення через вікна або припливні клапани.

Витрата витяжного повітря залежить від кількості приміщень з витяжними каналами (кухня, туалет, ванна або суміщений санвузол). Значення витрати припливного повітря для кожного приміщення з вікнами в квартирі залежить від кількості кімнат.

Для спрощення розрахунків приймаємо, що зовнішнє повітря надходить в однаковій кількості у всі приміщення з вікнами. Таким чином визначається витрата припливного повітря в опалюване приміщення.

Якщо в квартирі один з санвузлів суміщений, то витрата витяжного повітря з суміщеного санвузла дорівнює сумі витрат витяжного повітря з туалету та ванни.

Витрати витяжного та припливного повітря для типових планувань квартир наведено в табл. 8.

**Розрахункові значення кількості повітря
при різних варіантах планування квартир**

Найменування приміщення		Кухня	Ван. кімн.	Туалет	Всього	
Мінімальна витрата витяжного повітря, м ³ /год.		72	54	36	162	
Витрата припливного повітря, м ³ /год.						
1-кімн. квартира	2-кімн. квартира	3-кімн. квартира		4-кімн. квартира		
81	54	40,5		32		
Найменування приміщення		Кухня	Сум. с/в	Туалет	Всього	
Мінімальна витрата витяжного повітря, м ³ /год.		72	90	36	198	
Витрата припливного повітря, м ³ /год.						
1-кімн. квартира	2-кімн. квартира	3-кімн. квартира		4-кімн. квартира		
99	66	49,5		39,6		
Найменування приміщення		Кухня	Ван. кімн.	Сум. с/в	Туалет	Всього
Мінімальна витрата витяжного повітря, м ³ /год.		72	54	90	36	252
Витрата припливного повітря, м ³ /год.						
1-кімн. квартира	2-кімн. квартира	3-кімн. квартира		4-кімн. квартира		
126	84	63		50,4		

Додаткові теплонадходження в опалюване приміщення

Додаткові теплонадходження в приміщення житлових будівель (від людей, техніки, освітлення тощо), Вт спрощено розраховуються за формулою:

$$\Phi_{Q,i} = \Phi_{Pi} = -5 \cdot A_i, \quad (9)$$

де A_i – корисна площа приміщення (від внутрішньої поверхні стіни до внутрішньої поверхні стіни), м²; 5 – питомі теплові надходження на 1 м² площі приміщення, знак «-» в даному випадку показує, що це теплонадходження в приміщення, а не тепловтрати.

Розрахункове річне споживання теплоти системою опалення квартири, кВт·год./рік, спрощено визначається за формулою:

$$W_{co} = 0,9 \cdot \frac{\Phi_{HL,i} \cdot 24 \cdot Z_{o.c.} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_{me}) \cdot 10^{-6}}{(\theta_{int,i} - \theta_e)}, \quad (10)$$

де 0,9 – коефіцієнт, який враховує наявність терморегуляторів в системі опалення будівлі; $\Phi_{HL,i}$ – розрахункова теплова потужність системи опалення, визначена за формулою (1), Вт; 24 – перевідний коефіцієнт; $Z_{o.c.}$ – тривалість опалювального сезону, днів (табл. 1); $\theta_{int,i}$ – значення внутрішньої температури кожного опалюваного приміщення, °С; θ_{me} – середня температура опалювального сезону, °С; θ_e – розрахункова температура зовнішнього повітря, °С.

Приклад визначення теплової потужності системи опалення приміщення

Перед початком розрахунку необхідно пронумерувати всі приміщення (кухні, санвузли, кімнати, спальні), які мають зовнішні стіни.

Нумерацію приміщень виконують за допомогою 3-значного числа, перша цифра в якому вказує на номер поверху будівлі, а наступні дві – на номер приміщення на плані. Нумерацію, як правило, починають з лівого верхнього кута на плані будівлі і далі по колу вздовж зовнішніх огорожень за годинниковою стрілкою.

Розглянемо варіант розрахунку теплової потужності системи опалення житлового будинку, план типового поверху якого зображений на рис. 3.

У прикладі розрахована житлова кімната №110 на першому поверсі. Для інших приміщень методика розрахунку аналогічна і може бути поширена шляхом копіювання відповідних рядків розрахунку тепловтрат через огорожувальні конструкції попередньо обчислених приміщень та подальшого коригування і прив'язки їх до розмірів на плані будівлі та вихідних даних.

Розрахунок виконується за допомогою Excel-таблиці за формою табл. 9. Студентом-проектантом формуються дані зовнішніх огорожень для розрахункових приміщень та розраховуються проміжні показники для подальшого визначення теплової потужності системи опалення для приміщень квартири.

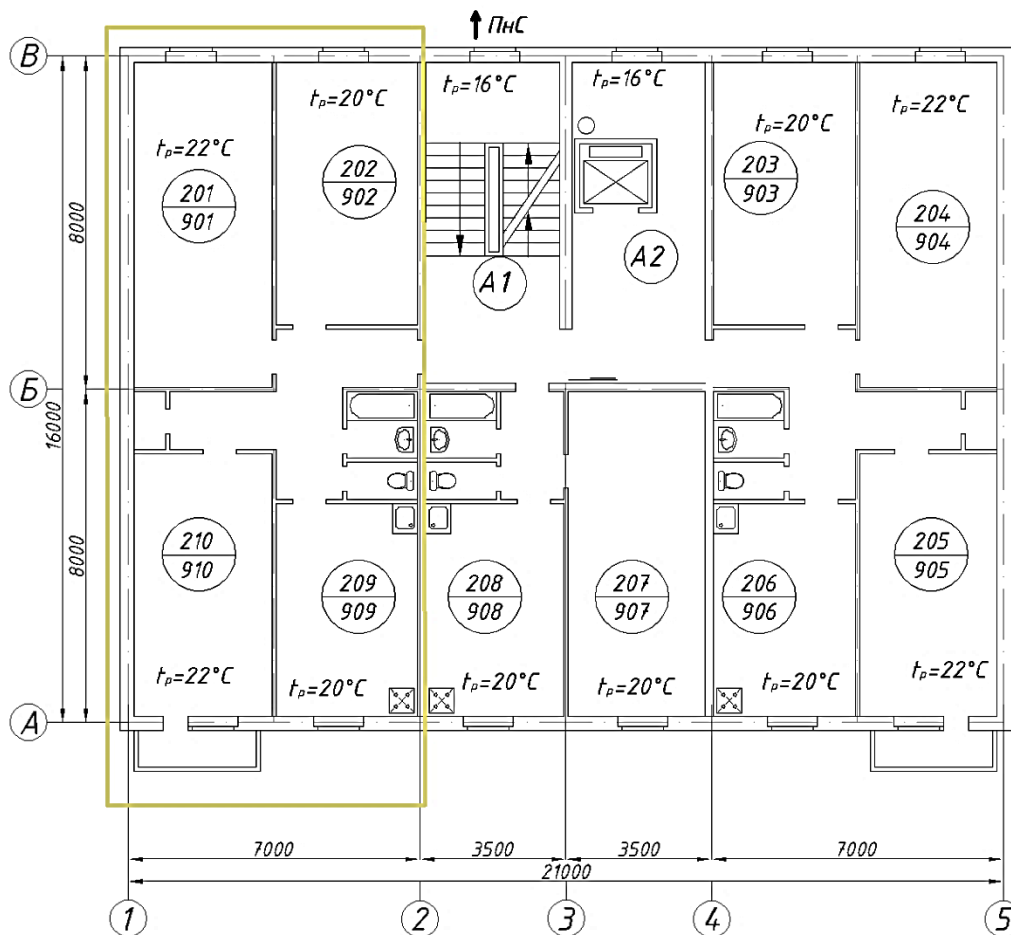


Рис. 3. План типового поверху житлового будинку

В колонці 1 вказується номер приміщення та його найменування, вказується в скороченій формі: **ЖК** – житлова кімната, **КХ** – кухня, **ВК** – ванна кімната, **СВ** – санвузол тощо.

В колонці 2 розраховується корисна площа приміщення (від внутрішньої поверхні стіни до внутрішньої поверхні стіни).

В колонці 3 вказується розрахункова температура внутрішнього повітря в приміщенні згідно з табл. 2.

В колонці 4 вказується позначення всіх огорожувальних конструкцій (ОК), через які відбуваються тепловтрати (або теплонадходження): **ЗС** – зовнішня стіна, **В** – вікно, **БД** – балконні двері, **ПЛ** – перекриття над підвалом, **ПП** – перекриття горищне, **ВС** – внутрішня стіна. Для типового поверху будуть **ЗС, В, БД**. Для 9-го поверху будуть **ЗС, В, БД, ПП**. Для 1-го поверху будуть **ЗС, В, БД, ПЛ**.

В колонці 5 вказується орієнтація огорожувальної конструкції за сторонами світу: **Пн, ПнСх, Сх, ПдСх, Пд, ПдЗ, З, ПнЗ**.

В колонці 6 вказується довжина огорожувальної конструкції в метрах, яка вимірюється на плані будівлі. Правила обміру вказані на рис. 2.

В колонці 7 вказується ширина (або висота) огорожувальної конструкції в метрах. Правила обміру вказані на рис. 2. В завданні вказана висота приміщення від підлоги до стелі, товщина перекриття у прикладі прийнята 0,3 м.

В колонці 8 розраховується площа огорожувальної конструкції в квадратних метрах $k.8 = k.6 \times k.7$. Для зовнішньої стіни ЗС, в якій є вікно, балконні двері, необхідно вказати площу стіни без урахування площі вікна та балконних дверей, тобто площу масивної частини зовнішньої стіни.

В колонку 9 вказується коефіцієнт теплопередачі відповідної огорожувальної конструкції U_k , який визначається у теплотехнічному розрахунку. Теплотехнічний розрахунок виконується згідно методики, наведеної в [4].

В колонці 10 вказується додатковий коефіцієнт теплопередачі, ΔU_{tb} (поправка на теплопровідні включення – теплові мости/містки холоду), який приймається згідно з табл. 4 для горищного перекриття, зовнішніх стін та перекриття над підвалом. Для вікон та балконних дверей ΔU_{tb} залежить від їхньої площі (табл. 5).

В колонці 11 вказується сумарний коефіцієнт теплопередачі, розрахований за формулою (4) ($k.12 = k.9 + k.11$).

В колонці 12 вказується поправочний коефіцієнт додаткових тепловтрат (формула (5)) через огороження. Цей коефіцієнт залежить від орієнтації огорожень за сторонами світу. Сумарний коефіцієнт додаткових тепловтрат $\Sigma\beta$ визначається за даними табл. 2 та 6.

В колонці 13 вказується коефіцієнт кореляції b_u , що враховує різницю температур в неопалюваному приміщенні та розрахункову температуру зовнішнього середовища, який визначається за табл. 7. По завданню під будинком є підвал, в якому температура 5 °С, тобто на першому поверсі, тільки в рядку ПЛ вказуємо $b_u = 0,8$ для перекриття над підвалом з вікнами.

В колонці 14 розраховується характеристика трансмісійних тепловтрат через огорожувальні конструкції до зовнішнього повітря, $H_{T,ie}$, Вт/°С за формулою (3). Для кожної ОК, окрім ПЛ, $k.14 = k.8 \times k.11 \times k.12$.

В колонці 15 розраховується характеристика трансмісійних тепловтрат опалюваного приміщення через огорожувальну конструкцію до суміжного опалюваного приміщення з іншою розрахунковою

температурою або неопалюваного приміщення, $H_{T,ij} / H_{T,iue}$, Вт/°С, визначається за формулою (6). Тільки в рядку ПЛ к.15= к.8 × к.11 × к.13.

В колонці 16 визначаються сумарні трансмісійні тепловтрати приміщення, $\Phi_{T,i}$, Вт, за формулою (2).

В колонці 17 розраховуємо мінімальний санітарно-гігієнічний повітрообмін в приміщенні, $V_{min,i}$, м³/год. За умов повітряного балансу квартири, при розміщенні витяжних каналів в кухні, ванній та туалеті, розрахункове значення для кожного приміщення з вікнами в квартирі, в залежності від кількості кімнат, наведено в табл. 8.

В колонці 18 розраховується характеристика вентиляційних тепловтрат приміщення, $H_{V,i}$, Вт/°С за формулою (8). Для кожного приміщення розраховується окремо.

В колонці 19 розраховуються вентиляційні тепловтрати приміщення (без механічної вентиляції), $\Phi_{V,i}$, Вт за формулою (7). Для кожного приміщення розраховується окремо.

В колонці 20 вказуються інші постійні (періодичні) тепловтрати (теплонадходження), $\Phi_{Q,i}$, Вт. Розраховуємо додаткові теплонадходження в приміщення (від людей, техніки, освітлення тощо) за формулою (9). Знак «←» в даному випадку показує зворотний напрям теплового потоку, тобто це теплонадходження в приміщення, а не тепловтрати. Значення в колонці 20 повинні бути від'ємними. Для розрахунку приймається корисна площа, визначена в колонці 2.

В колонці 21 розраховується теплова потужність системи опалення приміщення, $\Phi_{HL,i}$, Вт за формулою (1). Отримане значення округлюється в більшу сторону до числа, кратного 10.

Таблиця 9

Розрахунок теплової потужності системи опалення

Розрахункова температура зовнішнього повітря θ_e , °C	-20
Середня температура опалювального періоду θ_{me} , °C	-0,2
Розрахункова температура підвалу θ_u , °C	5
Висота приміщень, м	2,5

Приміщення	Огороджувальна конструкція								Теплові мости		Поправочний коефіцієнт додаткових теплопотрат, $e_k = 1 + \beta$	Температурний коефіцієнт кореляції (неопал. пр.), b_u	Характеристика трансклейміїчних теплопотрат через огорожувальні конструкції приміщення назовні, $N_{T,i}$, Вт/°C	Характеристика трансклейміїчних теплопотрат опал. прим. через ОК до суміжного опалюваного / неопалюваного приміщення із іншою розрахунковою температурою $N_{T,i}/N_{T,inc}$, Вт/°C	Трансклейміїчні теплопотрати приміщення, $\Phi_{T,i}$, Вт	Мінімальний санітарно-гігієнічний повітрообмін в приміщенні, $V_{min,i}$, м³/год.	Характеристика інфільтраційних теплопотрат приміщення, $N_{V,i}$, Вт/°C	Вентиляційні теплопотрати приміщення (без механічної вентиляції), $\Phi_{V,i}$, Вт	Інші постійні (періодичні) теплопотрати (надходж.), Φ_{∂} , Вт	Теплова потужність системи опалення приміщення, $\Phi_{HL,i}$, Вт	
	Коефіцієнт теплопередачі, U_k , Вт/(м²·°C)	Площа, A_k , м²	Ширина (висота), $b(h)$, м	Довжина, a , м	Орієнтація	Позначення	Температура, $\theta_{int,i}$, °C	Площа приміщення, A_i , м²	№ Приміщення / Найменування												
1	110	20,8	22	3С	ПнЗ	6,70	3,2	21,11	0,278	0,10	0,38	1,00	-	7,98	-	975	40,5	13,8	578	-104	1450
ЖК			3С	ПдЗ	3,70	3,2	8,32	0,278	0,10	0,38	1,05	-	3,30	-							
			В	ПдЗ	1,2	1,5	1,80	1,283	0,5	1,78	1,05	-	3,37	-							
			БД	ПдЗ	0,7	2,2	1,54	1,283	0,5	1,78	1,05	-	2,88	-							
			ПЛ	-	6,30	3,30	21,37	0,233	0,1	0,33	-	-	0,80	5,69	-						

2.3 Підбір опалювальних приладів

Опалювальні прилади необхідно встановлювати біля кожного вікна. Висота опалювального приладу приймається в залежності від висоти підвіконня. Відстань між верхньою частиною радіатора та низом підвіконня, а також відстань між нижньою частиною радіатора та підлогою має бути 100–120 мм. Довжина опалювального приладу під вікном не має бути меншою за 70 % довжини вікна (рис. 4.). Для приміщення з панорамним вікном необхідно прийняти окреме рішення по типу і способу встановлення опалювального приладу. Для приміщень санвузлів в якості опалювальних приладів приймаються декоративні рушникосушки, необхідної потужності.

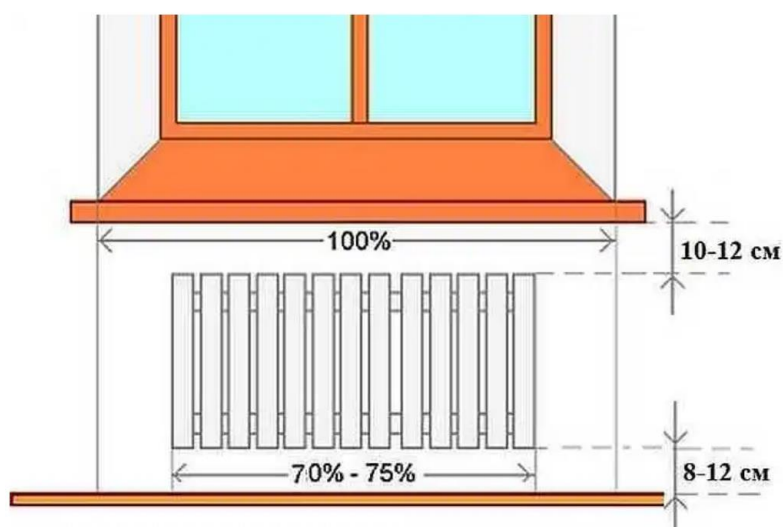


Рис. 4. Розміщення радіатора під вікном

Виконуємо спрощений розрахунок необхідної потужності опалювальних приладів системи опалення. При визначенні потужності опалювального приладу необхідно враховувати схему підключення до трубопроводів системи опалення та тепловтрати через них, також непродуктивні витрати теплоти від задньої стінки приладу на нагрівання зовнішнього огороження. Ці фактори викликають необхідність збільшити теплову потужність опалювального приладу. Для спрощення вводимо коефіцієнти запасу на теплову потужність опалювальних приладів на непродуктивні тепловтрати.

Необхідна потужність опалювального приладу, Вт, у такому випадку розраховується за формулою:

$$\Phi_{o.n.} = 1,04 \cdot b_2 \cdot b_3 \cdot b_4 \cdot \Phi_{HL,i}, \quad (11)$$

де $\Phi_{HL,i}$ – розрахункова теплова потужність системи опалення приміщення, Вт, (табл. 9); b_2 – коефіцієнт урахування додаткових втрат теплоти опалювальними приладами, розташованими біля зовнішніх огорожень, значення коефіцієнта b_2 наведені в табл. 10; b_3 – коефіцієнт, що враховує місце та спосіб установки опалювальних приладів, визначається за рис. 5; b_4 – коефіцієнт, що враховує схему підключення опалювальних приладів, визначається за рис. 6.

Таблиця 10

Коефіцієнт b_2

Тип опалювального приладу	Коефіцієнт b_2 при установці приладу		
	у зовнішньої стіни в будівлях		у застклення світлового прорізу
	житлових і громадських	виробничих	
Радіатор	1,01	1,02	1,07
Конвектор вбудований або в коробі	1,01	1,02	1,05

Примітка. При розташуванні опалювального приладу біля внутрішніх стін $b_2 = 1$.

На потужність опалювального приладу суттєво впливає те, наскільки встановлені опалювальні прилади відкриті для вільного теплообміну конвекцією з повітрям приміщення. Наявні чи штучно створені перепони здатні суттєво знизити тепловіддачу опалювального приладу. Це враховує коефіцієнт b_3 . Як видно із рис. 5, при установці опалювального приладу вільно біля стіни $b_3 = 1$.

Від схеми підключення опалювальних приладів до трубопроводів системи опалення залежить їх тепловіддача, що враховує коефіцієнт b_4 (рис. 6). Це також варто врахувати при плануванні встановлення та визначення потрібної кількості секцій або довжини приладу [6].

Опалювальні прилади завжди підбираються з запасом, якщо на потрібну теплову потужність є два опалювальні прилади, з потужністю близької до необхідної, **завжди вибирається прилад з більшою потужністю**. Запас потужності на опалювальному приладі має бути 7...15%.

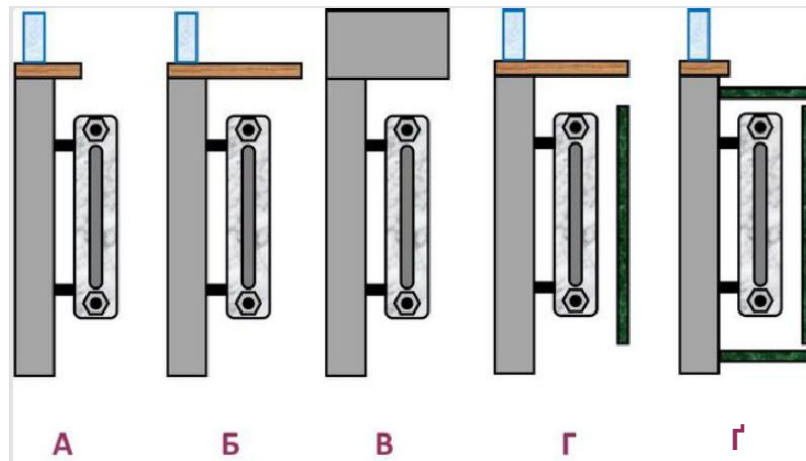


Рис. 5. Вплив місця і способу розташування опалювальних приладів на їх тепловіддачу:

а – опалювальний прилад розташований відкрито біля стіни або не прикритий підвіконням $b_3 = 1$; б – опалювальний прилад прикритий зверху підвіконням або полкою $b_3 = 1,05$; в – радіатор прикритий зверху горизонтальним виступом стінової ніші $b_3 = 1,11$; г – радіатор зверху прикритий підвіконням, а з фронтальної сторони – частково прикритий декоративною панеллю $b_3 = 1,22$; г – радіатор повністю закритий декоративним кожухом $b_3 = 1,33$

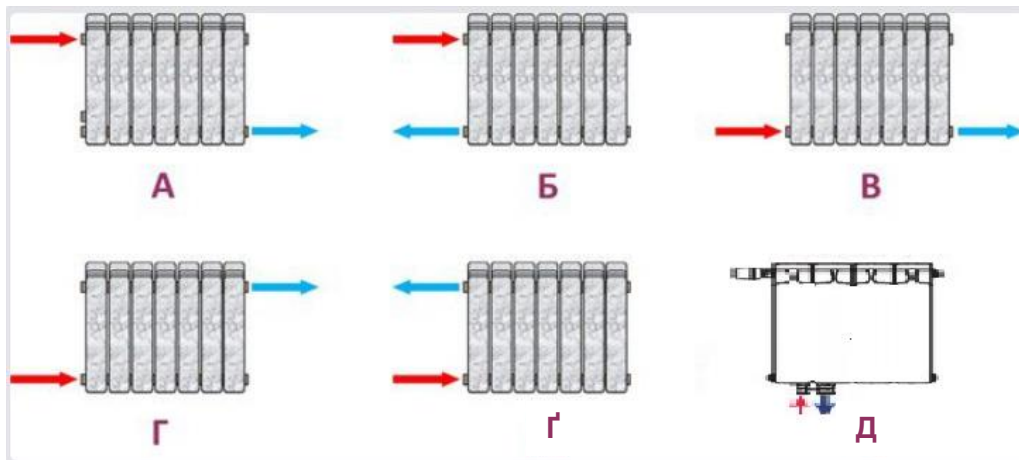


Рис. 6. Вплив схеми підключення опалювальних приладів у контур опалення на їх тепловіддачу:

а – діагональне підключення (подавальний трубопровід зверху, зворотний – знизу) $b_4 = 1,0$; б – одностороннє підключення (подавальний трубопровід зверху, зворотний – знизу) $b_4 = 1,03$; в – різностороннє підключення (подавальний і зворотний трубопровід знизу) $b_4 = 1,13$; г – діагональне підключення (подавальний трубопровід знизу, зворотний – зверху) $b_4 = 1,25$; г – одностороннє підключення (подавальний трубопровід знизу, зворотний – зверху) $b_4 = 1,28$; д – одностороннє нижнє підключення (для панельних опалювальних приладів з вбудованими терморегуляторами) $b_4 = 1,15$; для секційних

радіаторів при нижньому однокерованому підключенні (дод. Г, рис. Г.4)
 $b_4 = 1,35$

При підборі опалювальних приладів необхідно вибрати їхню потужність при температурах теплоносія **80–60 °С, 75–55 °С, 70–55 °С** або $\Delta T = 50 \text{ °С}$. Характеристики деяких типів опалювальних приладів наведені в дод. А.

Результати розрахунку необхідної теплової потужності опалювальних приладів для всіх приміщень квартир зводимо в табл. 11.

Таблиця 11

Розрахунок опалювальних приладів

№ прим	Поверх	Теплова потужність с.о. приміщення, $\Phi_{HL,i}$, Вт	b_2	b_3	b_4	Ширина вікна, мм	Необхідна потужність о. п., $\Phi_{o.p.}$, Вт	Тип/кількість секцій о.п.	Довжина о.п., мм	Висота о.п., мм	Встановлена потужність о.п., Вт	Запас потужності о.п., %
	1											
	2–8											
	9											

На кресленнях необхідно навести вузли підключення та обв'язку опалювальних приладів, які запроектовано в приміщенні з панорамним вікном і в інших приміщеннях. Також це необхідно відобразити на аксонометричній схемі.

Приклади вузлів підключення радіаторів до системи опалення наведені в дод. Г.

2.4 Підбір діаметрів трубопроводів системи опалення

Необхідно визначити діаметри трубопроводів системи опалення квартири. В курсовій роботі діаметр головного стояка визначити не потрібно.

Для визначення діаметрів необхідно здійснити вибір матеріалу трубопроводів для системи опалення. Для трубопроводів головного стояка використовують сталеві труби, для горизонтальних ділянок після

розподільчого колектора – полімерні. Для систем з боковим підключенням опалювальних приладів застосовують поліетиленові, металопластикові, поліпропіленові труби, для систем з нижнім підключенням – поліетиленові та металопластикові. Різні типи трубопроводів та їхня номенклатура наведені в дод. Б.

Для варіанту централізованого теплопостачання проєктуємо двотрубну горизонтальну поквартирну систему опалення. Трубопровід подачі Т1 на кресленнях позначається червоним кольором, зворотний трубопровід Т2 – синім.

Під кожним вікном на плані квартири розміщуємо опалювальний прилад.

На кожному поверсі в місцях загального користування (сходовому/ліфтовому холі, загальному коридорі) встановлюємо розподільчий колектор, який підключається до головного стояка, від якого починається поквартирна система опалення. На розподільчому колекторі розміщується вузол обліку теплоти, фільтри, запірні та балансувальні арматури для кожної квартири. Тобто кількість виходів на розподільчому колекторі співпадає з кількістю квартир на поверсі (рис.7).

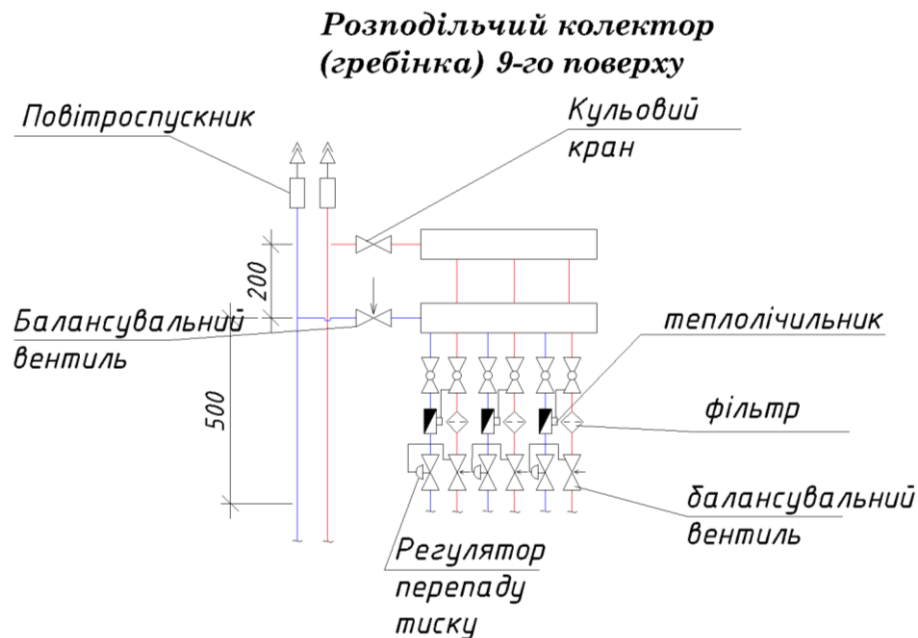


Рис.7. Розподільчий поповерховий колектор системи опалення

Трубопроводи системи опалення в квартиру бажано прокладати через отвір входних дверей (рис. 8). Квартирні трубопроводи прокладаються в товщі підлоги. Трасування трубопроводів від

розподільчого колектора до опалювальних приладів повинно забезпечувати мінімальну довжину системи та не передбачати проходження через несучі стіни (рис. 9).

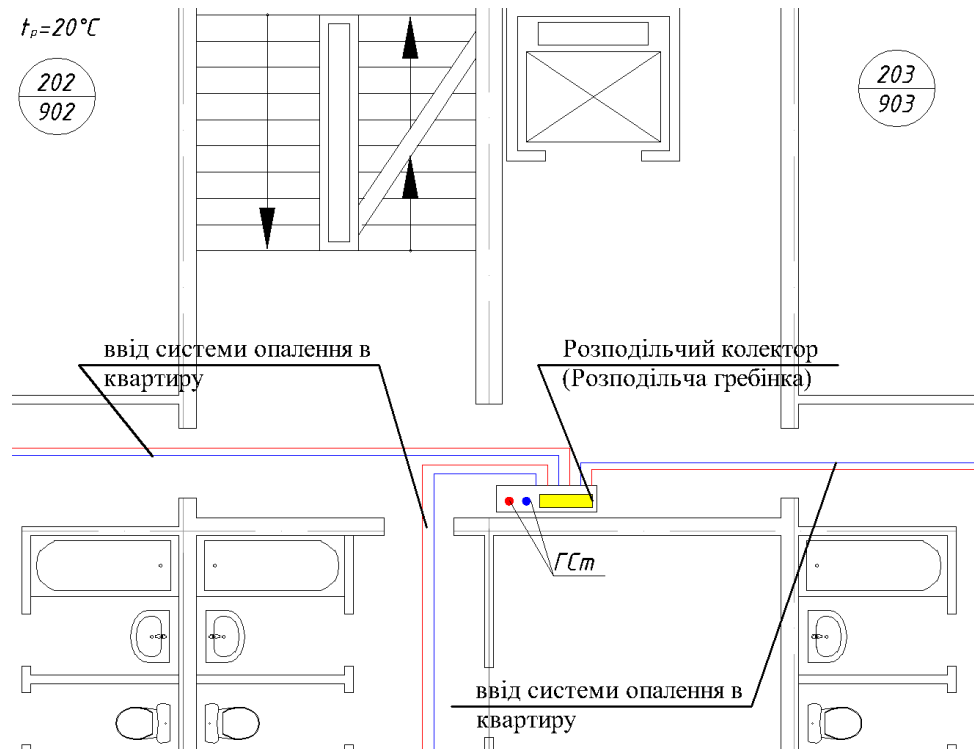


Рис. 8. Підключення поквартирної системи опалення до розподільчого колектора

Після трасування трубопроводів будується аксонометрична (просторова) схема системи опалення квартири (рис. 10). На аксонометричній схемі вказуються діаметри трубопроводів системи опалення, ухил трубопроводів (вказується в сторону головного стояка та ІТП), тип або кількість секцій, довжина та висота опалювального приладу.

На основі аксонометричної схеми розбиваємо систему опалення квартири на ділянки. Межами ділянок є місця розгалуження трубопроводів.

Визначаємо теплове навантаження ділянок, яке має передати трубопровід. За тепловим навантаженням та рекомендованою швидкістю підбираємо потрібний діаметр за даними табл. В.1 дод. В.

Швидкість в системі опалення має бути в межах від 0,4 до 0,7 м/с (з метою обмеження гідравлічного шуму та з економічних міркувань).

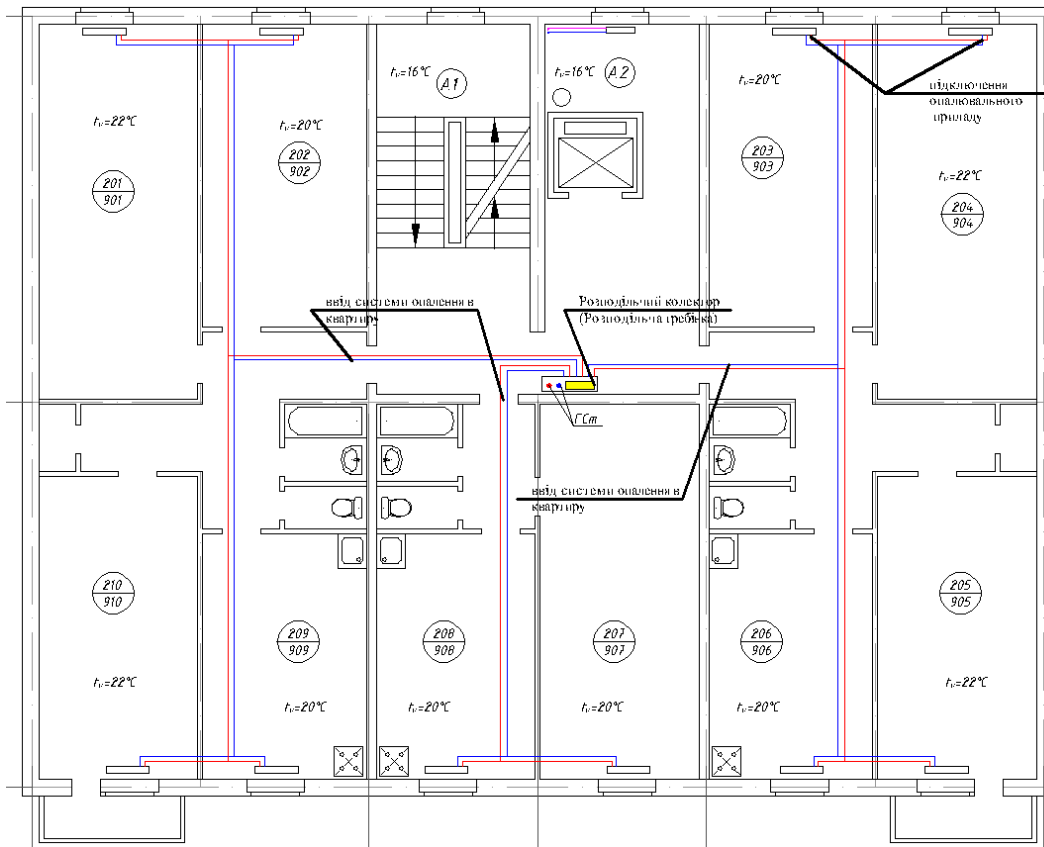


Рис. 9. План поверху з поквартирними системами опалення

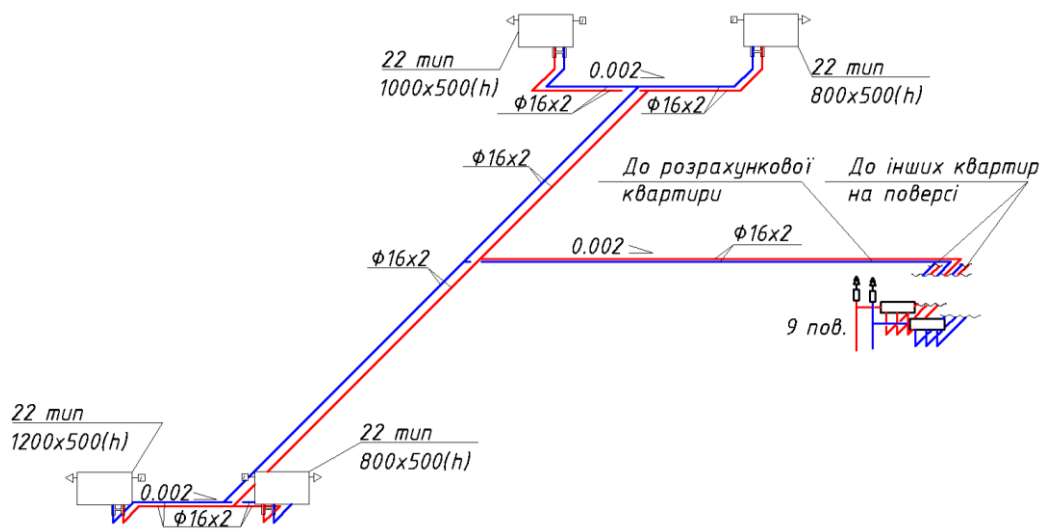


Рис. 10. Аксонометрична схема системи опалення квартири з нижнім підключенням радіаторів

Приклад підбору діаметрів трубопроводів системи опалення

Розрахунок починається з найвіддаленішого від розподільного колектора радіатора. В прикладі (рис. 11) це радіатор №1 з потужністю 1100 Вт. Тобто трубопровід від точки **а** до **радіатора №1** повинен

передати 1100 Вт теплової потужності. За даними дод. В табл. В.1 такій тепловій потужності відповідає діаметр умовного проходу $d_y = 8$ мм. За сортаментом металопластикових труб найменший зовнішній діаметр становить 16 мм з товщиною стінки 2,0 мм, відповідно внутрішній (умовний) діаметр становить $d_y = 12$ мм. Отже приймаємо для цієї ділянки трубопровід діаметром 16x2,0 мм.

Від точки **а** до точки **б** трубопровід повинен передати 1600 Вт, за для цієї теплової потужності за дод. В табл. В.1 також потрібен діаметр, аналогічно приймаємо діаметр 16x2,0 мм.

Від точки **б** до точки **в** трубопровід повинен передати 3000 Вт, потрібен діаметр $d_y = 10$ мм, приймаємо діаметр 16x2,0 мм.

Таким чином необхідно розрахувати діаметри для кожної ділянки квартири до розподільчого колектора.

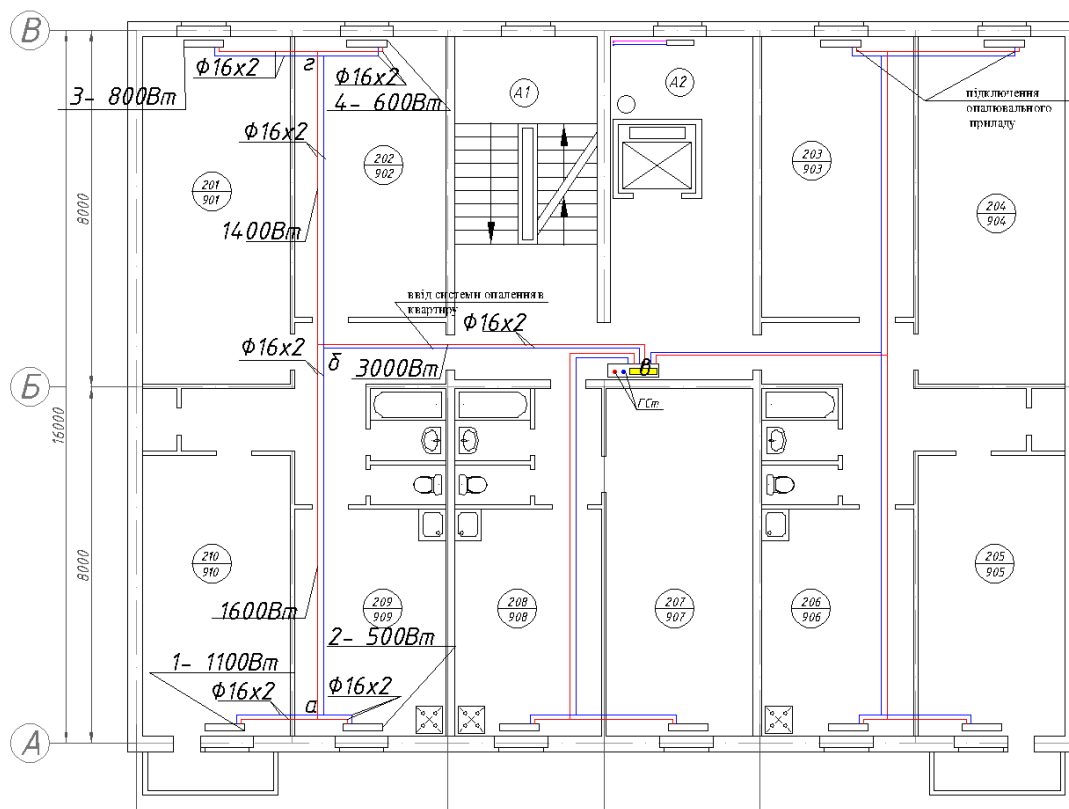


Рис. 11. Приклад підбору діаметрів трубопроводів системи опалення

Для другого варіанту з поквартирним теплопостачанням необхідно запроєктовану двотрубну горизонтальну поквартирну систему опалення приєднати до індивідуального опалювального котла (рис. 12).

Схема трасування трубопроводів залежить від місця розташування кухні, де встановлюється котел, на плані квартири. За необхідністю

здійснюється перетрасування трубопроводів і підбір діаметрів аналогічно першому варіанту.

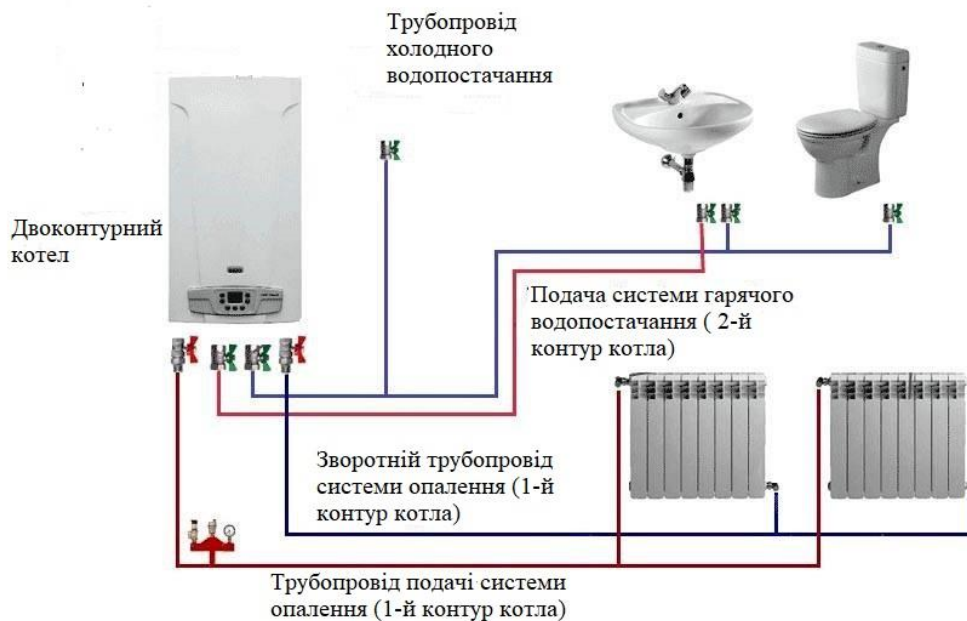


Рис. 12. Схема підключення систем опалення та гарячого водопостачання до двоконтурного котла

3. Проектування системи вентиляції

Системи вентиляції призначені для забезпечення нормованих параметрів мікроклімату і чистоти повітря в приміщеннях житлових будинків. В процесі життєдіяльності людини та під час побутових процесів у приміщення виділяються надлишкова теплота, волога (водяна пара) та вуглекислий газ, що негативно впливають на самопочуття людини.

3.1. Вибір і обґрунтування проєктних рішень системи вентиляції

Згідно з [3] вентиляцію квартири рекомендується організувати таким чином (варіанти вказані за зростанням рівня енергоефективності):

а) Природною витяжною вентиляцією з кухні, туалету, суміщеного санвузла, ванної кімнати/душової та природним періодичним припливом зовнішнього повітря через відчинені кватирки, стулки чи балконні двері при провітрюванні квартири.

Для зниження непродуктивних втрат теплоти при провітрюванні необхідно встановлювати на опалювальні прилади електронні

програмовані термостатичні елементи з функцією «Провітрювання» та/або «Відкрите вікно».

б) Природною витяжною вентиляцією з кухні, туалету, суміщеного санвузла, ванної кімнати/душової з природним постійним або регульованим припливом зовнішнього повітря через:

- вікна з відповідною функцією фурнітури та, за недостатності повітрообміну, з постійним або змінним припливом зовнішнього повітря через додаткові повітряні клапани (вентиляційні канали) у вікнах або стінах;

- вентиляційні канали (клапани).

Повітряні клапани (вентиляційні канали) повинні бути обладнані засобами захисту від потрапляння води ззовні у приміщення.

в) Механічною витяжною вентиляцією з кухні, туалету, суміщеного санвузла, ванної кімнати/душової (за наявності окремого витяжного каналу) та природним припливом зовнішнього повітря через:

- конструктивно передбачені у вікнах/балконних дверях регульовані жалюзі або ґратки із зворотними клапанами;

- регульовані повітрозабірні пристрої в зовнішніх стінах;

- регульовані стулки вікон;

г) механічною припливно-витяжною вентиляцією з утилізацією теплоти повітря, що видаляється.

При роботі систем природної вентиляції або механічної витяжної з природним припливом повітря необхідно передбачати в нижній частині дверей перетічні решітки для забезпечення припливу повітря в приміщення з витяжними отворами (рис. 13).

У кухнях газифікованих будівель при наявності теплогенератора з закритою камерою спалювання згідно [8] необхідно передбачати природну каналну витяжну вентиляцію. При застосуванні зонтів/витяжок над кухонними плитами варто передбачати додатковий витяжний канал з викидом повітря в атмосферу або в окрему збірну вентиляційну шахту.



Рис. 13. Зовнішній вигляд та приклад встановлення дверних перетічних решіток

Ґратки/канали природної витяжної вентиляції квартири повинні бути оснащені зворотними клапанами.

Кожен витяжний канал приєднується до збірної шахти на відстані по вертикалі не менше 2 м від зонтів/витяжок.

При застосуванні зонтів/витяжок у кухнях їх треба встановлювати на висоті не менше 0,65 м над газовими та 0,47 м над електричними плитами. Ширина зонта/витяжки повинна бути не менше за ширину плити (рис. 14, 15).

Витяжні вентиляційні канали варто розміщувати у внутрішніх стінах/перегородках будинку або влаштовувати примикаючими до них. Допускається примикання вентиляційного каналу до зовнішньої стіни, ділянка якої у цьому місці має опір теплопередачі на 20 % більший за мінімальне його значення, нормоване [4] для житлових будинків.

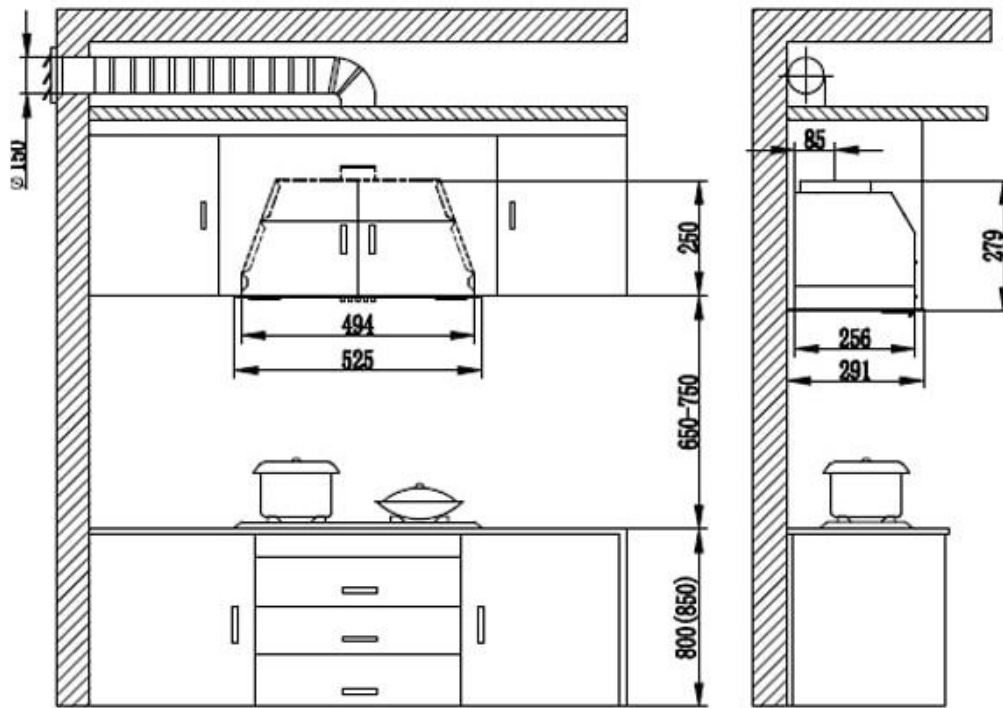


Рис. 14. Розташування зонта/витажки над газовою плитою

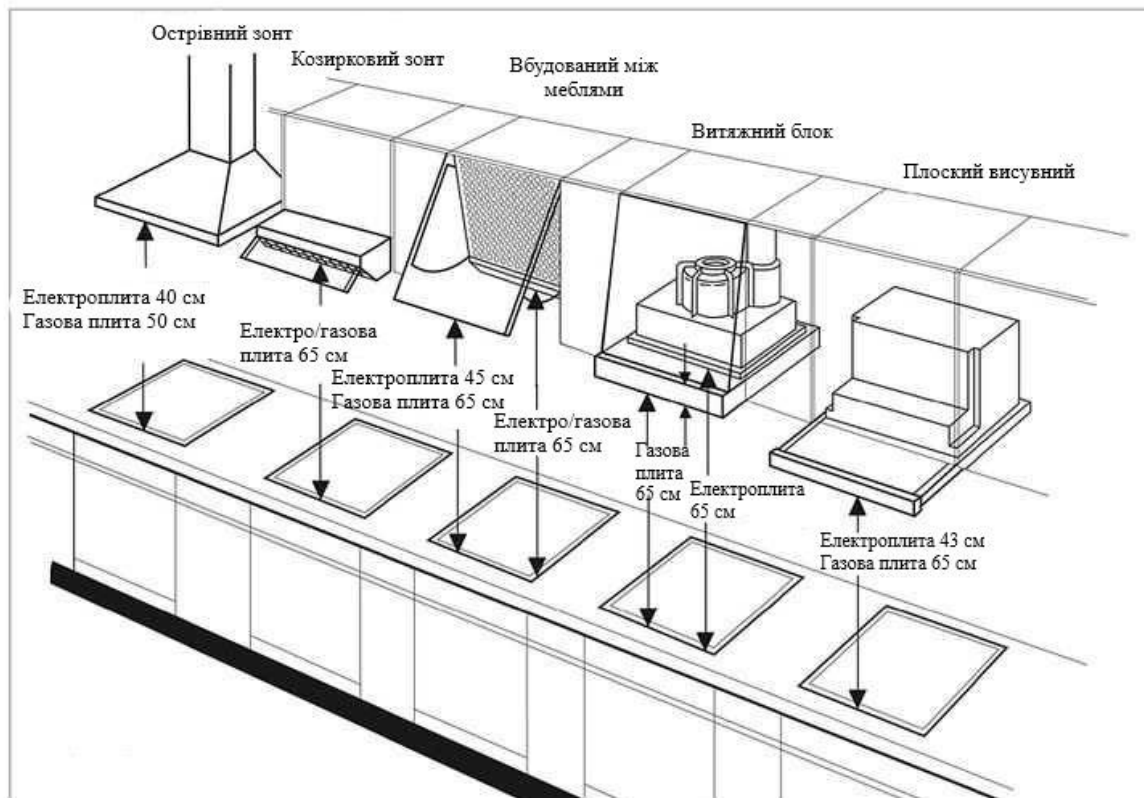


Рис. 15. Мінімальна відстань розташування зонта/витажки над плитами

При проектуванні вентиляції кухонь і санітарних вузлів допускається об'єднання:

- горизонтального вентканалу з ванної з вентканалом із кухні;
- вентканалів із убиральні, ванної та сушильної шафи;
- вертикальних вентканалів із кухонь, господарських приміщень, ванних і сушильних шаф – до збірного вентиляційного каналу за умови, що відстань по висоті між приєднанням цих каналів буде не менша, ніж 2,0 м.

Не допускається об'єднувати:

- канали з кухонь із каналами з убиральні (туалету);
- канали з приміщень, що виходять на різні фасади.

Варіанти влаштування каналів систем природної витяжної вентиляції наведено на рис. 16. Варіанти розміщення вентиляційних каналів в плані наведені на рис. 17.

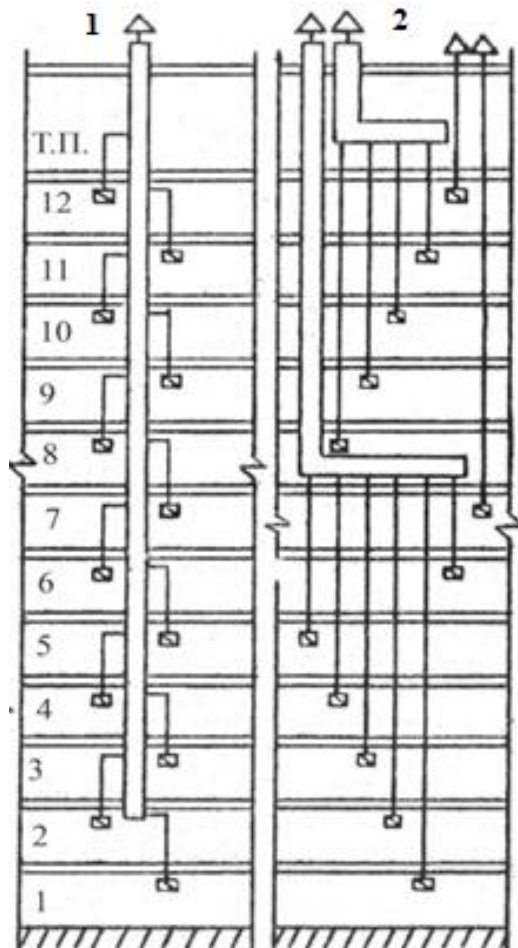


Рис. 16. Схеми природної витяжної вентиляції житлових будинків:

1 – з вертикальним збірним каналом; 2 – з горизонтальними збірними каналами



Рис. 17. Розташування вентиляційних каналів у внутрішніх стінах:

- а – канали з вентиляційних блоків для природної або механічної витяжної вентиляції (збірний канал та канал-супутник);
 б – шахта в будівельних конструкціях для розміщення сталевих збірних каналів (для механічної витяжної вентиляції)

3.2. Розрахунок повітрообмінів у приміщеннях

Повітрообмін – це кількість повітря (об’єм або маса), яка необхідна для підтримання заданих параметрів повітряного середовища. За нормативними вимогами [1] нормується мінімальна питома витрата вентиляційного повітря.

В курсовій роботі необхідно розрахувати повітрообмін для всіх приміщень квартири для варіанту з природною вентиляцією для газифікованих будівель (за формулою 12) та з механічною вентиляцією для будівель з електроплитами та централізованим опаленням (за формулою 13).

Для визначення повітрообміну L , м³/год. у приміщенні, площа та об’єм якого за внутрішніми обмірами становлять, відповідно, S , м² та V , м³ використовується кратність повітрообміну або питома витрата повітря:

- витрата повітря, м³/год., за кратністю повітрообміну:

$$L = K \cdot V, \quad (12)$$

де K – нормативна кратність повітрообміну, год.⁻¹ (табл. 3); V – внутрішній об’єм приміщення, м³. При застосуванні зовнішніх розмірів приміщення табличні значення необхідно застосовувати з коефіцієнтом 0,8;

- мінімальний повітрообмін в приміщенні за питомою витратою повітря, м³/год.:

$$L_{tot} = 3,6 \cdot (n \cdot q_p + S \cdot q_b), \quad (13)$$

де n – розрахункова кількість людей в приміщенні (може прийматись за кількістю спальних кімнат); q_p – питома витрата повітря на 1 людину, для оптимальних мікрокліматичних умов приймається 7 дм³/(с·люд.); S – площа приміщення, м²; q_b – питома витрата повітря на 1 м² площі приміщення для розбавлення будівельних забруднень, для оптимальних мікрокліматичних умов та низького рівня забруднення будівлі приймається 0,7 дм³/(с·м²).

Для житлових будівель потрібний повітрообмін та кратність повітрообміну для різних видів приміщень наведені у табл. 3. Ці значення можна приймати для підбору перерізу вентиляційних каналів та обладнання.

В кухні з газовою плитою обов'язково має бути вікно з кватиркою або вбудований провітрювач з мінімальною продуктивністю 90 м³/год., або постійно відкритим отвором аналогічної продуктивності.

Загальна кількість припливного повітря має відповідати кількості витяжного, можливий невеликий дисбаланс у бік припливу. Повітря подається у житлові кімнати та кухню і видаляється через приміщення з витяжними каналами. Для забезпечення перетікання повітря у нижніх частинах дверей приміщень влаштовуються перетічні решітки.

Прийняті або розраховані кількості припливного та видаляемого повітря зводяться до таблиці 12.

Таблиця 12

Витрати повітря у приміщеннях квартири

№ з/п	Назва приміщення	Площа приміщ., м ²	Об'єм приміщ., м ³	Приплив			Видалення		
				кратність, год. ⁻¹	витрата повітря, м ³ /год.		кратність, год. ⁻¹	витрата повітря, м ³ /год.	
					розн.	уточн.		розн.	уточн.
1	2		3	4	5	6	7	8	9
Разом				–			–		

Приклад визначення витрат повітря у квартирі

Визначаємо необхідний повітрообмін для квартири (рис. 20) для варіантів з природною (табл. 13) та механічною (табл. 14) вентиляцією. Висота приміщень 2,8 м. Для розрахунку користуємось табл. 3 та формулами (12, 13).



Рис. 20. План квартири

Розглянемо варіант з природною вентиляцією.

Спочатку визначаються витрати видаляемого повітря з кухні та санвузлів (табл. 3). У випадку природної вентиляції кількість видаляемого повітря з кухні приймається $72 \text{ м}^3/\text{год}$. (встановлена газова плита). Потім визначаються витрати повітря для санвузлів в залежності від кількості санітарних приладів.

Визначається загальна кількість видаляемого повітря в квартирі. Це значення буде відповідати загальній кількості повітря, яке потрібно подати в приміщення.

Визначаються кількості припливного повітря у житлові кімнати та кухню-вітальню. За нормативними вимогами в кухні з газовою плитою має бути не менше $90 \text{ м}^3/\text{год}$. В приміщеннях спалень визначаємо повітрообмін за кратністю за формулою (13).

**Приклад визначення витрат повітря у приміщеннях квартири
при природній вентиляції**

№ з/п	Назва приміщення	Площа приміщ., м ²	Об'єм приміщ., м ³	Приплив			Видалення	
				кратність, год. ⁻¹	витрата повітря, м ³ /год.		кратність, год. ⁻¹	витрата повітря, м ³ /год.
					розр.	уточн.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
201	Спальня 1	15,93	44,6	0,6	27	45	-	-
202	Спальня 2	15,93	44,6	0,6	27	45	-	-
203	Спальня 3	26,86	75,2	0,6	45	75	-	-
204	Кухня-вітальня	55,97	156,8	-	90	148	-	72
205	Сум. санвузол	6,12	-	-	-	-	-	90
206	Ванна	8,25	-	-	-	-	-	54
207	Туалет 1	2,2	-	-	-	-	-	36
208	Туалет 2	2,00	-	-	-	-	-	36
209	Пральня	5,79	16,2	-	-	-	1,5	25
Разом				-	189	313	-	313

Перевіряємо загальну кількість припливного повітря. Якщо вона менша за кількість видаляемого, пропорційно збільшуємо кількість повітря, яке подається у житлові кімнати, щоб зберегти повітряний баланс квартири.

За розрахунками кількість припливного повітря менша за кількість видаляемого, тому пропорційно збільшуємо повітрообмін у житлових кімнатах та кухні-вітальні:

- спальня 1 – до 45 м³/год.;
- спальня 2 – до 45 м³/год.;
- спальня 3 – до 75 м³/год.;
- кухня-вітальня – до 148 м³/год.

Уточнені значення вносимо в табл. 13. Вентиляційні канали та решітки (віконні клапани, провітрювачі) підбираємо за уточненими значеннями за дод. Г, Д.

Припливне повітря в кухню поступає двома шляхами: перетоком з житлових кімнат та через припливний отвір (віконну фурнітуру, віконні або стінові провітрювачі). Для підбору перерізів перетічної решітки та припливного клапана (стінового провітрювача) приймаємо витрату повітря у розмірі 50 % від уточненої витрати повітря з табл. 12.

Розглянемо варіант з механічною вентиляцією.

Визначаються витрати видаляемого повітря з кухні та санвузлів (табл. 3). Кількість видаляемого повітря з кухні приймається $60 \text{ м}^3/\text{год}$ (встановлена електрична плита). Потім визначаються витрати повітря для санвузлів в залежності від кількості санітарних приладів.

Визначаються кількості припливного та видаляемого повітря у житлові кімнати та кухню-вітальню. Повітрообмін розраховується за мінімальною кількістю зовнішнього повітря за формулою (12). Питомі витрати повітря становлять відповідно $q_p = 7 \text{ дм}^3/(\text{с}\cdot\text{люд.})$ та $q_b = 0,7 \text{ дм}^3/(\text{с}\cdot\text{м}^2)$ для оптимальних параметрів мікроклімату.

Кількість людей у приміщеннях:

- спальня 1 – 1 людина;
- спальня 2 – 1 людина;
- спальня 3 – 2 людини;
- кухня-вітальня – 4 людини.

Таблиця 14

Приклад визначення витрат повітря у приміщеннях квартири при механічній вентиляції

№ з/п	Назва приміщення	Площа приміщ., м^2	Об'єм приміщ., м^3	Приплив		Видалення		
				Крат-ність, год.^{-1}	Витрата повітря, $\text{м}^3/\text{год.}$	Крат-ність, год.^{-1}	Витрата повітря, $\text{м}^3/\text{год.}$	
							розр.	уточн.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
201	Спальня 1	15,93	44,6	–	65	–	65	65
202	Спальня 2	15,93	44,6	–	65	–	65	65
203	Спальня 3	26,86	75,2	–	120	–	120	120
204	Кухня-вітальня	55,97	156,8	–	240	–	60	240
205	Сум. санвузол	6,12	–	–	–	–	90	90
206	Ванна	8,25	–	–	–	–	54	54
207	Туалет 1	2,2	–	–	–	–	36	36
208	Туалет 2	2,00	–	–	–	–	36	36
209	Пральня	5,79	16,2	–	–	1,5	25	25
Разом				–	490	–	310	490

При роботі механічної системи вентиляції з утилізацією теплоти повітря з санвузлів видаляється за потребою тільки при їх використанні, що створює короткочасний дисбаланс. Тому при виборі обладнання для системи вентиляції ця витрата повітря (в табл. 14 позначено *курсивом*) не

враховується у загальному балансі. Для більш ефективної роботи теплоутилізатора бажано, щоб кількість припливного повітря не перевищувала кількість видаляемого.

Перевіряємо загальну кількість припливного повітря. Якщо вона менша за кількість видаляемого, пропорційно збільшуємо кількість повітря у житлові кімнати, щоб зберегти повітряний баланс квартири.

За розрахунками потрібна кількість припливного повітря більша, ніж видаляемого, тому необхідно збільшити кількість повітря, що видаляється з кухні-вітальні на 180 м³/год. Тобто витрата повітря, яке видаляється з цього приміщення, буде становити 60+180 = 240 м³/год.

Уточнені значення вносимо в табл. 14. Розміри повітропроводів, вентиляційних дифузорів та обладнання підбираємо з дод. Д за уточненими значеннями.

3.3. Підбір перерізів вентиляційних каналів

В курсовій роботі необхідно підібрати:

1) для варіанту з природною вентиляцією: переріз збірних каналу, каналу-супутника, типорозмір вентиляційних решіток для систем витяжної вентиляції; розміри перетічних решіток в дверях житлових кімнат.

2) для варіанту з механічною вентиляцією: переріз витяжних каналів (вентблоків або збірних металевих повітропроводів), розміри перетічних решіток для санвузлів, перерізи повітропроводів від/до припливно-витяжної установки, тип та розмір припливних і витяжних дифузорів.

Площу живого перерізу каналів, повітропроводів та вентиляційних решіток (дифузорів), м², визначають, виходячи з рекомендованої швидкості (табл. 15) і попередньо визначеної витрати повітря, за формулою:

$$f_{ж.п.} = \frac{L}{3600 \cdot v}, \quad (14)$$

де L – витрата повітря, що проходить через переріз каналу або решітки, м³/год.; v – рекомендована швидкість повітря в елементах вентиляційної системи, м/с.

За визначеною за формулою (14) потрібною площею вентиляційних каналів або решіток з каталогів виробників обирається найближчий більший типорозмір відповідного елемента (дод. Д). Після цього уточнюється фактична швидкість повітря на ділянці або в елементі і перевіряється на відповідність рекомендованим значенням.

Переріз збірної шахти має забезпечити проходження повітря з усіх приміщень стояка, тобто від 8 квартир. Вентиляційний канал 9 поверху до збірної шахти не підключається, а виводиться окремо на покрівлю.

Таблиця 15

Рекомендовані швидкості повітря на ділянках та в елементах вентиляційної системи

Ділянки та елементи вентиляційних систем	Рекомендовані швидкості в системах вентиляції, м/с	
	природної	механічної
Припливні решітки	0,5–1,0	1,0–2,0
Витяжні решітки	0,5–1,0	1,0–2,0
Вертикальні шахти, канали-супутники	1,0–1,5	2,0–5,0
Горизонтальні повітропроводи та збірні канали	1,0–1,5	3,0–5,0
Витяжні шахти	1,5–2,0	3,0–6,0
Повітрозбірні решітки	0,5–1,0	2,0–4,0
Перетічні дверні решітки	0,1–0,3	

Дійсна швидкість повітря, м/с, визначається за формулою:

$$v_{\partial} = \frac{L}{3600 \cdot f_{\partial}}, \quad (15)$$

де L – витрата повітря, що проходить через переріз каналу або решітки, м³/год.; f_{∂} – дійсна площа живого перерізу елемента, м².

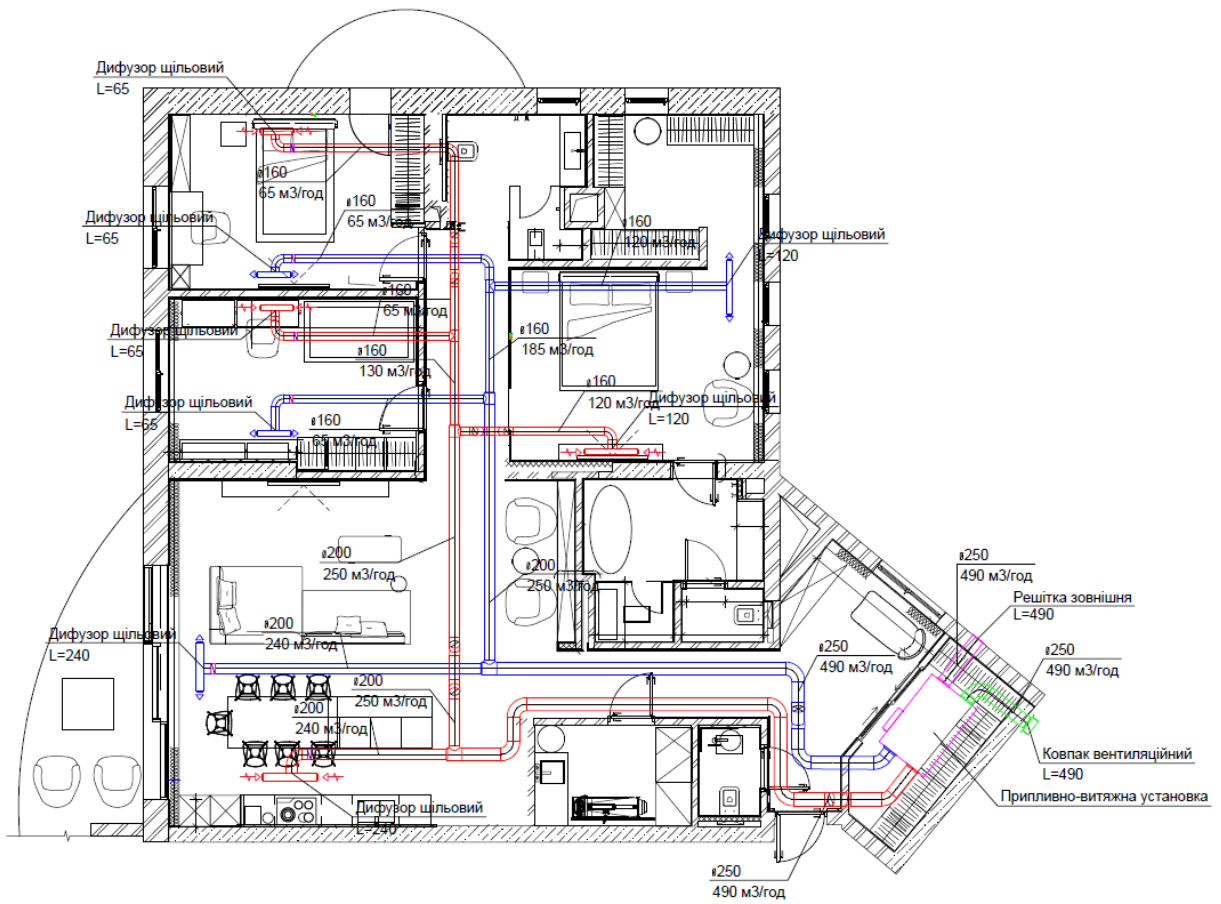
Результати розрахунку та підбору зводяться до табл. 16 окремо для природної та механічної вентиляції. Для системи механічної вентиляції замість назви приміщення вказується номер ділянки згідно аксонометричної схеми (рис. 21).

Розрахунок перерізів вентиляційних каналів та решіток

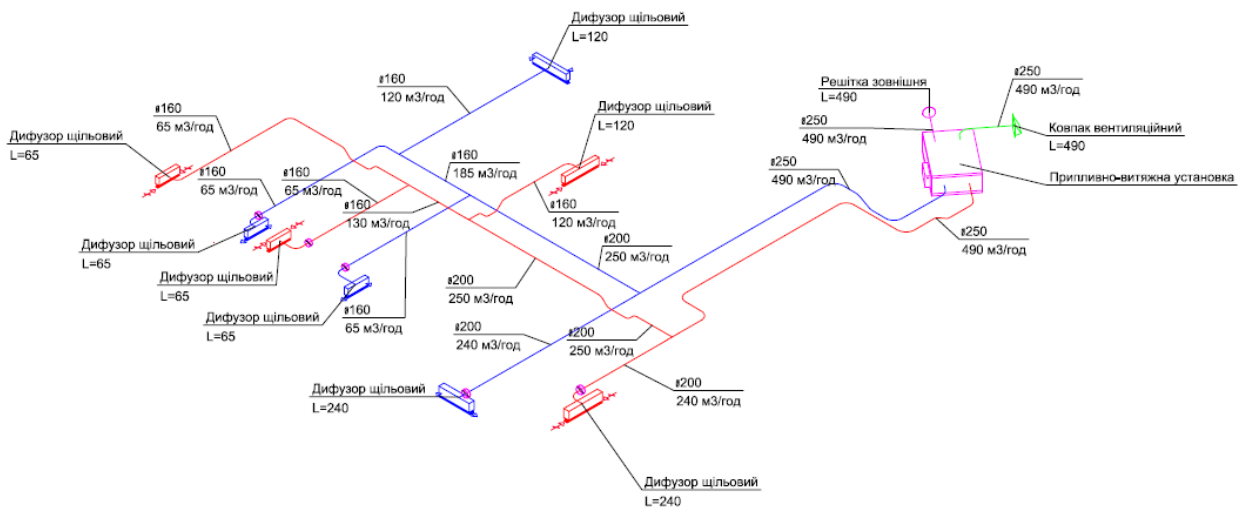
Найменування приміщення / каналу/ № ділянки	Витрата повітря, $L, \text{ м}^3/\text{год.}$	Вентиляційний канал/ повітропровід					Вентиляційна решітка/ дифузор			
		$v, \text{ м/с}$	$f_{ж.п.}, \text{ м}^2$	Розмір, $a \times b$ або $\varnothing, \text{ мм}$	$f_{\partial}, \text{ м}^2$	$v_{\partial}, \text{ м/с}$	$v, \text{ м/с}$	$f_{ж.п.}, \text{ м}^2$	Розмір, $a \times b$ або $\varnothing, \text{ мм}$	$v_{\partial}, \text{ м/с}$
Кухня / канал-супутник										
Кухня / збірний канал										
Кухня / перетічна решітка		-	-	-	-	-				
Ванна / канал-супутник										
Ванна / збірний канал										
Ванна / перетічна решітка		-	-	-	-	-				

Для підбору перерізів повітропроводів від припливно-витяжної установки необхідно розмістити в житлових кімнатах та кухні припливні та витяжні дифузори, обрати місце встановлення установки, провести повітропроводи від установки до дифузорів. Потім необхідно визначити місця забору припливного та викиду витяжного повітря.

Після трасування повітропроводів будується аксонометрична (просторова) схема системи вентиляції (рис. 21). Система розбивається на ділянки з постійною витратою (між відгалуженнями) і визначається витрата на магістральних ділянках. Переріз повітропроводів підбирається по витраті повітря та рекомендованій швидкості (табл. 15).



a



b

Рис. 21. Система припливно-втяжної вентиляції квартири:

a – план; *b* – просторова схема

3.4. Підбір обладнання систем вентиляції

В курсовій роботі необхідно підібрати стінові провітрювачі для подачі повітря в приміщення при природній вентиляції; обладнання для систем механічної вентиляції: витяжні вентилятори для санвузлів, зонт над кухонною плитою, модель припливно-витяжної установки з рекуперацією теплоти. Необхідно навести зовнішній вигляд обраного обладнання та його технічні характеристики. Обране обладнання схематично відобразити у графічній частині роботи з зазначенням марки обладнання.

В системах витяжної вентиляції використовуються різні типи побутових вентиляторів. Вони можуть бути осьовими або відцентровими. Робота вентиляторів може керуватись датчиками (датчик відносної вологості, датчик руху) або таймером, вмикання вентилятора може бути заблоковане з вимикачем освітлення або вентилятор можна вмикати вручну за потреби. Вентилятор може бути обладнаний зворотним клапаном.

Вентилятор може монтуватись безпосередньо в отвір шахти або приєднуватись до повітропроводу і монтуватись на стіні чи на стелі (рис. 22).



Рис. 22. Види вентиляторів та приклади монтажу вентиляторів

В якості припливних пристроїв можуть використовуватись віконні клапани (рис. 23) та стінові провітрювачі або припливні установки-брізери (рис. 24). Вони встановлюються безпосередньо на зовнішній стіні в приміщенні, яке обслуговують.



Рис. 23. Віконний провітрювач (припливний клапан)



Рис. 24. Стіновий провітрювач та брізер

Найбільш енергоефективним є використання припливно-витяжних вентиляційних установок з рекуперацією тепла (рис. 25, 26). Вони можуть розміщуватись у нежитлових приміщеннях (гардеробні, комори, санвузли), на утеплених балконах. Такі установки можна розмістити на віддалі від зовнішніх стін, забір та викид повітря здійснюються через мережу повітропроводів. Місце забору припливного повітря повинно розміщуватись на відстані не менше 2 м по горизонталі від місця викиду витяжного повітря.

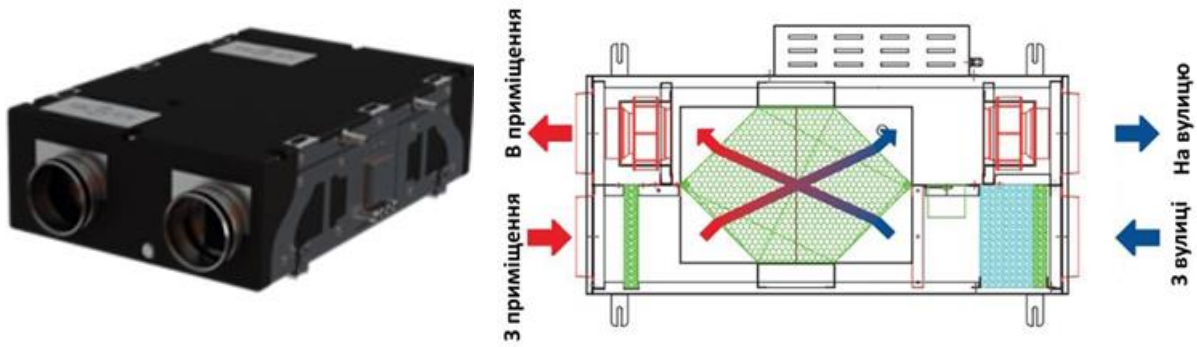


Рис. 25. Схема роботи та зовнішній вигляд припливно-витяжної установки



Рис. 26. Приклад встановлення припливно-витяжної установки

Основне обладнання вентиляційних систем (витяжні вентилятори, вентиляційні установки) обирається за потрібною витратою (L , $\text{м}^3/\text{год.}$) та втратами тиску у системі (Па) згідно каталогів виробників. Якщо втрати тиску у системі невідомі, то у курсовій роботі допускається обирати типорозмір обладнання при забезпеченні розрахункової витрати при середній швидкості. Характеристики вентиляційного обладнання наведені у дод. Е.

Для прикладу розглянемо підбір вентилятора для санвузла 2 (рис. 20). Потрібна продуктивність вентилятора $54 \text{ м}^3/\text{год.}$ За даними виробника при середній частоті обертів обираємо модель ВНВ-1 А 80.

Модель	ВНВ-1 80	ВНВ-1 А 80	ВНВ-1 Б 80
Кількість швидкостей	3	2	2
Витрата повітря, мін./сер./макс., м ³ /год.	63/102/150	35/63	35/102
Частота обертання, мін./сер./макс., хв. ⁻¹	1350/1830/2640	890/1350	890/1830

4. Проектування системи охолодження

Системи охолодження (часткового кондиціонування) призначені для підтримання нормованих параметрів мікроклімату в приміщеннях житлових будинків, зокрема температури та частково відносної вологості повітря в режимі осушення.

4.1. Вибір і обґрунтування проєктних рішень системи охолодження

У житлових будівлях в теплий період року можуть застосовуватись такі варіанти системи охолодження: спліт-системи з настінними або каналними внутрішніми блоками та мультиспліт-системи з комбінаціями різних типів внутрішніх блоків.

Зовнішні блоки розміщують за межами приміщень, можлива установка на балконі. Місце установки має відповідати наступним вимогам:

- розташовуватись на мінімально можливій відстані від внутрішнього блоку (довжина фреонової магістралі впливає на потужність системи охолодження), подалі від інших джерел тепла, в закритому від сильного вітру місці;
- бути доступним для обслуговування;
- навколо блоку має бути достатньо вільного простору для обдування його повітрям (рис. 27);
- не порушувати зовнішній вигляд фасаду (за потреби можна закрити блок декоративним кожухом, рис. 28).

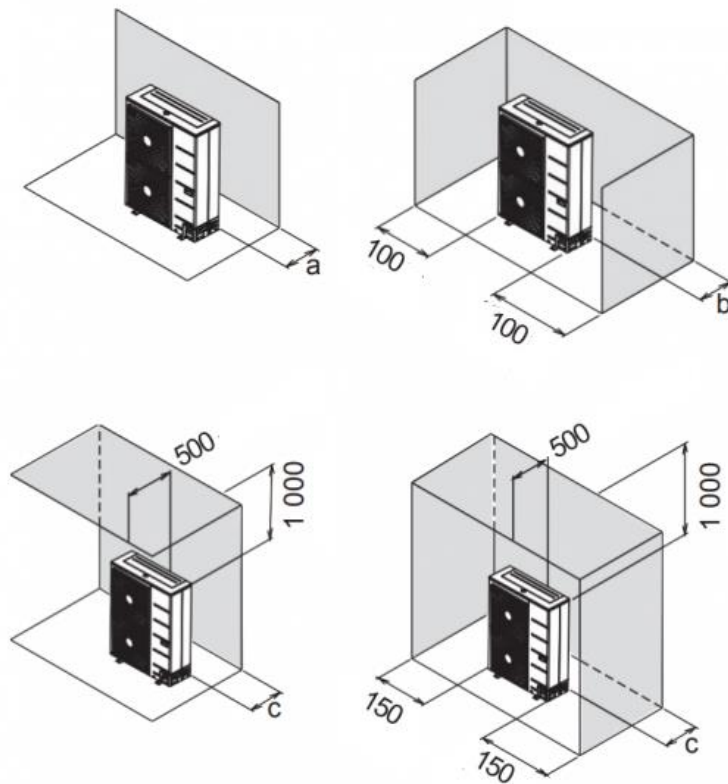


Рис. 27. Мінімальні відстані від зовнішнього блоку до суцільних перешкод, мм (розміри a, b, c залежать від потужності блоку та виробника обладнання)



Рис. 28. Варіанти декорування зовнішніх блоків на фасаді

4.2. Розрахунок холодопродуктивності системи охолодження

В курсовій роботі необхідно розрахувати теплонадходження у житлових кімнатах квартири типового поверху для варіанту з механічною вентиляцією. До житлових приміщень також відносяться кухні-вітальні.

В житлових будівлях основним джерелом внутрішніх тепловиділень є люди, прилади штучного освітлення, побутова техніка. Зовнішнім джерелом надлишкової теплоти є сонячна радіація, що поступає в

приміщення через світлові прорізи та непрозорі огорожувальні конструкції, припливне вентиляційне повітря.

Іншими шкідливостями у приміщеннях житлових та громадських будівель є волога та вуглекислий газ, що виділяється в процесі життєдіяльності людини та побутових процесах.

Теплонадходження від сонячної радіації, Вт, визначаються в залежності від орієнтації світлового прорізу за сторонами світу:

$$Q_{\text{вік}} = q_{\text{вік}} \cdot A_{\text{вік}} \cdot k, \quad (16)$$

де $q_{\text{вік}}$ – питомі надходження теплоти від сонячного випромінювання в залежності від орієнтації вікна, Вт/м²; $A_{\text{вік}}$ – площа заскленої частини вікна, м²; k – коефіцієнт, який враховує наявність сонцезахисних елементів на вікні.

Питомі надходження теплоти від сонячної радіації можна орієнтовно приймати за табл. 17.

Таблиця 17

Питома кількість теплоти від сонячної радіації

Орієнтація вікна	q , Вт/м ²
Північний схід	190
Схід	250
Південний схід	240
Південь	240
Південний захід	350
Захід	470
Північний захід	370
Північ	0

Коефіцієнт k залежить від наявності та типу сонцезахисних пристроїв. При відсутності сонцезахисту $k = 1$; при наявності внутрішніх жалюзі

$k = 0,5$; при наявності штор $k = 0,7$; якщо є зовнішній затінюючий пристрій (ставні, ролет, навіс) $k = 0,3$.

Теплонадходження через зовнішні огорожувальні конструкції, Вт, за рахунок теплопередачі спрощено визначаються за формулою:

$$Q_{ок} = (t_{зовн} - t_{вн}) \cdot A_{ок} / R, \quad (17)$$

де $t_{зовн}, t_{вн}$ – розрахункова температура відповідно зовнішнього та внутрішнього повітря, °С; $A_{ок}$ – площа огорожувальної конструкції, м²; R – опір теплопередачі конструкції, м²·°С/Вт.

Теплонадходження від людей, Вт, залежать від активності людини та температури внутрішнього повітря, визначаються за формулою:

$$Q_{л} = q_{люд} \cdot n, \quad (18)$$

де $q_{люд}$ – питомі надходження теплоти від однієї людини, Вт; n – кількість людей в приміщенні.

Питомі надходження теплоти від людини в залежності від рівня активності приймаються за табл. 18.

Таблиця 18

Питома кількість теплоти від людей

Температура повітря в приміщенні, °С	Важкість виконуваної роботи				
	робота фізична важка	робота фізична середня	робота фізична легка	стан спокою (відпочинок)	діти до 12 років
1	2	3	4	5	6
20	291	204	151	116	58
25	291	198	145	93	42
30	291	198	145	93	42

Теплонадходження від побутового обладнання, Вт, залежать від його електричної потужності, визначаються за формулою:

$$Q_e = N_e \cdot n \cdot \eta, \quad (19)$$

де N_e – номінальна електрична потужність обладнання, Вт; n – кількість одиниць обладнання, шт, η – коефіцієнт перетворення електричної енергії на теплову, приймається 0,4...0,8.

Теплонадходження за рахунок вентиляції або інфільтрації, Вт, визначаються за формулою:

$$Q_{\text{вент}} = 0,338 \cdot L_{\text{розр}} \cdot (t_{\text{зовн}} - t_{\text{вн}}), \quad (20)$$

де $L_{\text{розр}}$ – розрахункова витрата припливного повітря, м³/год.; $t_{\text{зовн}}, t_{\text{вн}}$ – розрахункова температура відповідно зовнішнього та внутрішнього повітря, °С.

Після підрахунку всіх складових визначаються загальні теплонадходження у кожне приміщення. Результати розрахунку зводяться до табл. 19.

$$Q_{\Sigma} = \Sigma Q_{\text{вік}} + \Sigma Q_{\text{ок}} + Q_{\text{л}} + \Sigma Q_e + Q_{\text{вент}} \quad (21)$$

Необхідна потужність внутрішнього блоку системи охолодження:

$$Q_{\text{конд}} = (1,1 \dots 1,2) \cdot Q_{\Sigma}, \quad (22)$$

де Q_{Σ} – загальні теплонадходження до приміщення, Вт.

Таблиця 19

Теплонадходження у приміщеннях квартири

№ приміщення	Назва приміщення	Загальні теплонадходження, Вт	Потужність системи охолодження, Вт
1	2	3	
Разом	-		

Приклад визначення теплонадходжень у квартирі

Визначаємо теплонадходження у кухні-вітальні квартири (рис. 20) для варіантів з природною (табл. 13) та механічною (табл. 14) вентиляцією. Для розрахунку користуємось формулами (16–21).

Вихідні дані для розрахунку:

- температура зовнішнього повітря: +29 °С;
- температура внутрішнього повітря: +23 °С;
- кількість людей в приміщенні: 4 людини (2 дорослих та 2 дітей);
- кількість побутових приладів: холодильник 300 Вт, телевізор 200 Вт;
- розміри та орієнтація вікон: розсувні балконні двері 4,85×2,65, ПдЗ;
- опір теплопередачі зовнішньої стіни (приймається за даними теплотехнічного розрахунку): 4,4 м²·°С/Вт.

Теплонадходження від сонячної радіації (формула 16):

$$Q_{\text{вік}} = 350 \cdot (4,85 \times 2,65) \cdot 0,7 = 3200 \text{ Вт.}$$

Теплонадходження через зовнішні огорожувальні конструкції (формула 17):

$$Q_{\text{ок}} = (29 - 23) \cdot \frac{3,1 \times 2,8}{4,4} = 12 \text{ Вт.}$$

Теплонадходження від людей (формула 18):

$$Q_{\text{л}} = 102 \cdot 2 + 52 \cdot 2 = 308 \text{ Вт.}$$

Теплонадходження від побутового обладнання (формула 19):

$$Q_e = 300 \cdot 0,8 + 200 \cdot 0,6 = 360 \text{ Вт.}$$

Теплонадходження за рахунок вентиляції (формула 20):

$$Q_{\text{вент}} = 0,338 \cdot 240 \cdot (29 - 23) = 490 \text{ Вт.}$$

Загальні теплонадходження в приміщення (формула 21):

$$Q_{\Sigma} = 3200 + 12 + 308 + 360 + 490 = 4370 \text{ Вт.}$$

Необхідна потужність внутрішнього блоку системи охолодження (формула 22):

$$Q_{\text{конд}} = 1,2 \cdot 4370 = 5245 \text{ Вт.}$$

№ приміщення	Назва приміщення	Загальні теплонадходження, Вт	Потужність системи охолодження, Вт
1	2	3	
204	Кухня-вітальня	4370	5245
Разом	-		

4.3. Підбір обладнання системи охолодження

В курсовій роботі необхідно запроєктувати мультиспліт-систему. В приміщенні з панорамним вікном передбачити внутрішній блок каналного типу, в інших – настінного типу. У випадку протяжності фреоноводів більше 10 метрів від зовнішнього блоку до найвіддаленішого внутрішнього передбачити окрему спліт-систему для такого приміщення. На кресленнях вказати місця розміщення внутрішніх блоків, розташування зовнішніх блоків. Показати з'єднання блоків фреоноводами (рис. 29). Передбачити відведення конденсату від внутрішніх блоків дренажними трубопроводами в систему каналізації (рис. 30). Для варіанту з каналними блоками за потреби передбачити систему повітропроводів для роздачі охолодженого повітря в житлові приміщення (дод. Є).

Вибір обладнання системи охолодження здійснюється на основі загальних теплонадходжень у приміщення з урахуванням коефіцієнта запасу, визначених за формулою (22).

Оскільки у приміщеннях житлових будинків виділяється волога, то процес охолодження буде супроводжуватись випадінням конденсату, що спричиняє додаткові витрати холоду. Через це при виборі обладнання за явною холодопродуктивністю потужності внутрішнього блоку може бути недостатньо. Тому за даними каталогів виробників обираємо найближчий більший типорозмір внутрішнього блоку за **повною** холодопродуктивністю.

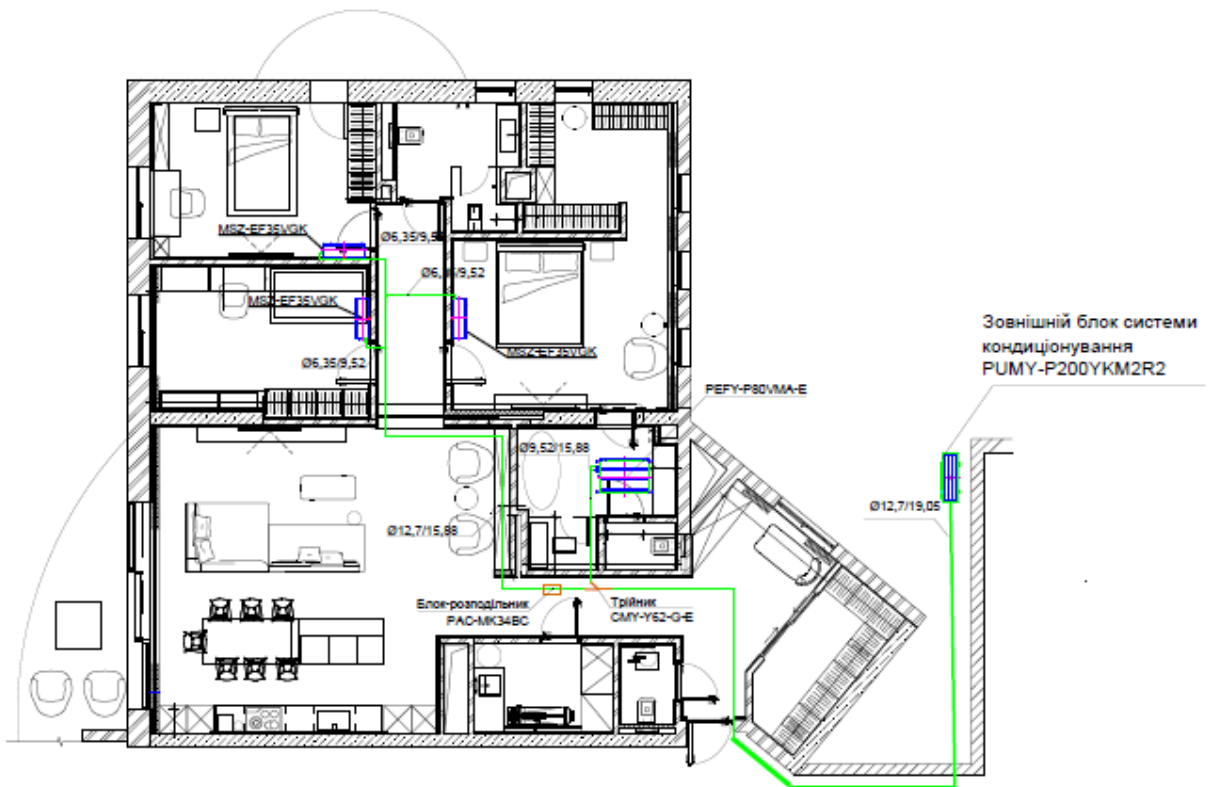


Рис. 29. Приклад схеми фреоноводів системи охолодження

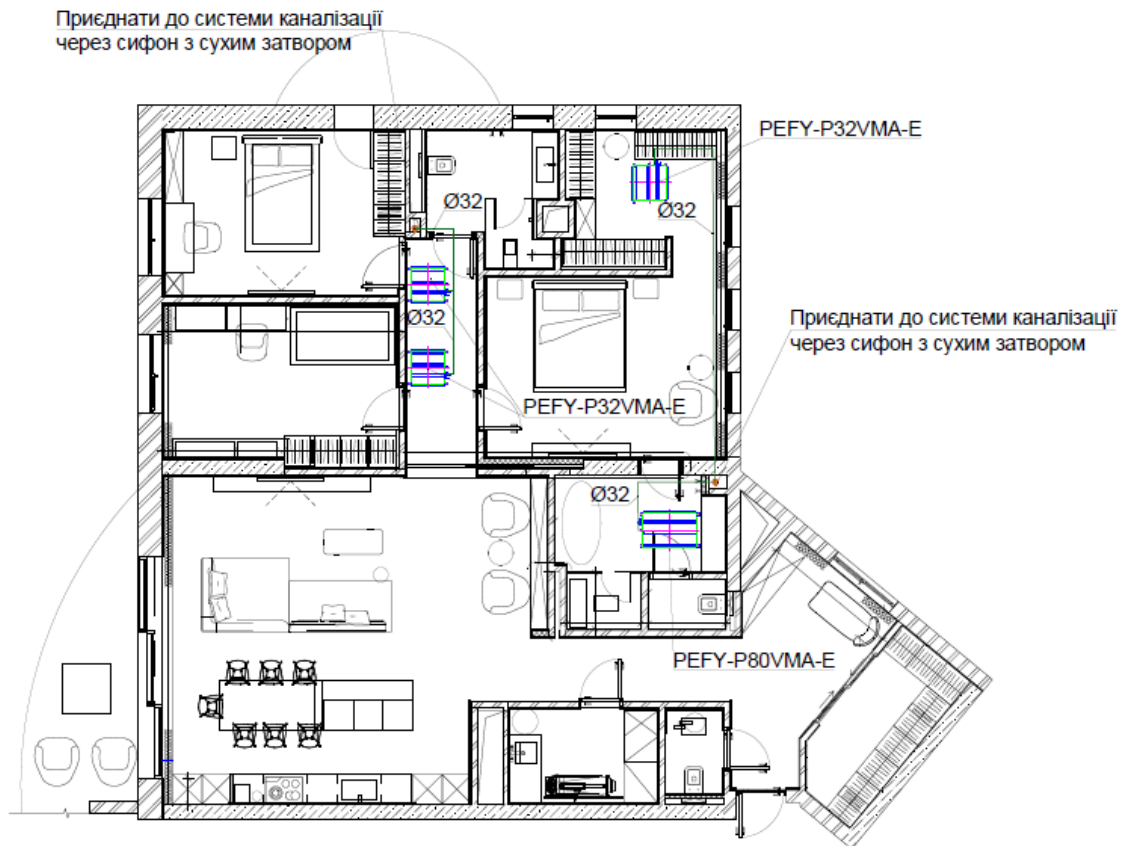


Рис. 30. Приклад схеми дренажних трубопроводів системи охолодження

5. Проектування системи газопостачання квартири

Система газопостачання житлових будинків складається із зовнішніх і внутрішніх газопроводів, побутових газових приладів, запірної арматури і приладів обліку газу.

До зовнішніх газопроводів відносяться відгалуження від вуличних (дворових) газопроводів, газопровід-ввід і ввідний газопровід. Газопровід-ввід – це ділянка системи газопостачання від місця підключення на розподільному газопроводі до вимикаючого пристрою на вводі в будинок, а ввідний газопровід – ділянка від вимикаючого пристрою до внутрішнього газопроводу, включаючи газопровід, прокладений в футлярі через стіну будинку.

До внутрішніх газопроводів відносяться газові стояки і квартирні розведення до газових приладів.

Місця введення газопроводів у житлові будинки повинні передбачатися в нежитлових приміщеннях, доступних для обслуговування газопроводів.

Вимикаючі пристрої встановлюють:

- на вводі в житловий будинок;
- на стояках, які обслуговують більше п'яти поверхів;
- на відгалуженні в кожному квартирі (перед газовим лічильником);
- перед кожним газовим приладом.

Вимикаючі пристрої, передбачені для встановлення на стінах будинків, варто розміщувати на відстанях від дверних і віконних отворів, які відчиняються, не менш ніж 0,5 м по горизонталі для газопроводів низького тиску і 1,0 м – для середнього.

Встановлення побутових плит, теплогенераторів із закритою камерою згоряння, з використанням колективних димоходів, допускається для будинків заввишки до 10 поверхів включно. Для квартир, розташованих на 10 поверсі, що мають декілька рівнів, допускається газифікація тільки першого рівня. Встановлення теплогенераторів з відкритою камерою згоряння допускається для гарячого водопостачання багатоквартирних будинків висотою до п'яти поверхів включно за наявності відокремлених димових каналів для кожного газифікованого приміщення [7].

5.1. Вибір і обґрунтування проєктних рішень системи газопостачання

В курсовій роботі необхідно запроєктувати систему газопостачання квартири, що знаходиться в 9-поверховому будинку з індивідуальним газовим опаленням.

У відповідності до викладених вище вимог, необхідно підібрати тип і модель газових приладів, навести технічні характеристики обраного обладнання.

Для плити газової: модель, виробник, тип, кількість та номінальна теплова потужність пальників (кВт), потужність пальника духової шафи (кВт), номінальний тиск природного газу (Па), ККД, опір (втрата тиску) ΔP (Па), габаритні розміри, наявність функцій «газ-контроль». Навести зображення пристрою.

Для котла: модель, виробник, тип камери згоряння, кількість контурів, номінальна теплова потужність (кВт), номінальний тиск природного газу (Па), ККД, витрата ГВП (л/хв), тип видалення димових газів, діаметр димовідвідного патрубку (мм), опір (втрата тиску) ΔP (Па), спосіб встановлення, габаритні розміри, наявність додаткових функцій. Навести зображення пристрою.

На плані квартири необхідно розташувати газові прилади, газовий лічильник і газовий стояк (рис. 31, а). Позначити тип газових приладів та лічильника. Виконати трасування системи газопостачання квартири, вказати місце розташування вимикаючих пристроїв і газосигналізатора. Вказати відстані від будівельних конструкцій і між елементами системи газопостачання. Побудувати аксонометричну схему системи (рис. 31, б).

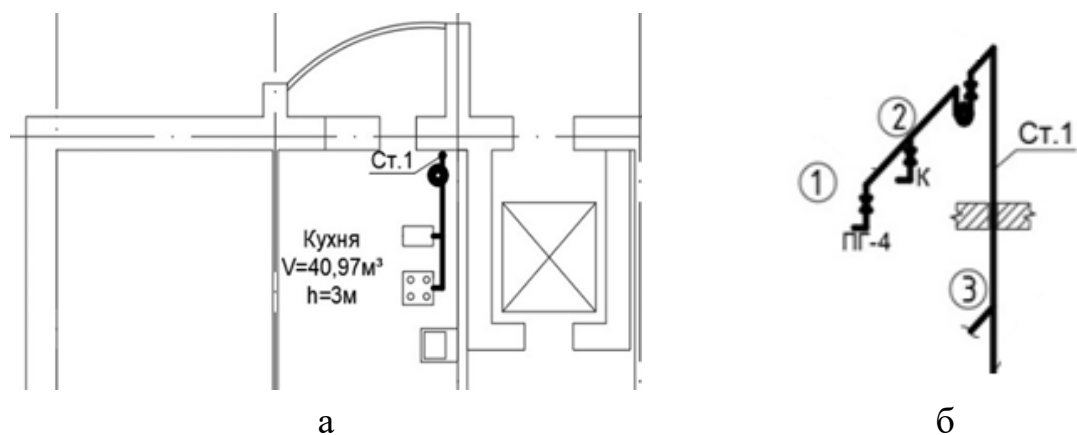


Рис. 31. Система газопостачання квартири:

а – фрагмент плану квартири з елементами системи газопостачання;

б – аксонометрична схема

Побутові газові плити встановлюють у приміщеннях кухонь висотою не менше 2,2 м, що обладнані системами природної витяжної вентиляції (мають витяжний вентиляційний канал) та вікно з кватиркою або вбудованим припливним клапаном з мінімальною продуктивністю 90 м³/год, які виходять на двір або на заасклену веранду (лоджію) з наявним постійно відкритим отвором.

При цьому внутрішній об'єм приміщень кухонь повинен бути, не менше:

- для газової плити з двома пальниками – 8 м³;
- з трьома пальниками – 12 м³;
- з чотирма або більше пальниками загальною тепловою потужністю до 11,5 кВт – 15 м³ [7].

При поквартирному теплопостачанні встановлюють теплогенератори:

- двоконтурні (із вбудованим контуром гарячого водопостачання);
- одноконтурні (без вбудованого контуру гарячого водопостачання) з можливим приєднанням ємкісного теплообмінника гарячого водопостачання.

Не допускається розміщення газовикористовуючого обладнання у коридорах загального користування, у санітарних вузлах (ванних кімнатах та душових), у приміщеннях, які не забезпечені пристроями для припливу повітря.

Вибір індивідуального двоконтурного теплогенератора виконують за максимальним тепловим навантаженням на систему гарячого водопостачання (ГВП). Орієнтовно потужність теплогенератора можна приймати в залежності від кількості водорозбірних приладів системи ГВП та ймовірності їх одночасного використання.

Якщо в квартирі відбувається водорозбір із як мінімум двох точок з невеликою витратою води (над мийкою в кухні і умивальником) або з однієї точки з великою витратою води (над ванною), то достатньо буде встановити водопідігрівач потужністю 17,4–19,2 кВт (10–11 дм³/хв). Якщо водорозбір здійснюється з більш ніж двох точок, то необхідно приймати водопідігрівач потужністю 22,7–24,4 кВт (13–14 дм³/хв) [11].

В курсовій роботі рекомендується для поквартирного опалення застосовувати настінні газові двоконтурні котли з закритою камерою згоряння (ККД більше 90 %), з розташуванням в кухнях.

Рекомендується приймати для квартири з суміщеним санвузлом (ванна, умивальник) та кухонною мийкою котел з потужністю 18 кВт, якщо санвузол окремий і в туалеті встановлено рукомийник, приймати котел потужністю 24 кВт. Якщо в квартирі два санвузли, в одному розташований душ, а в іншому – ванна, в кухні – кухонна мийка, приймати котел потужністю 28 кВт.

У приміщеннях кухонь, інтегрованих в структуру житлової кімнати, допускається встановлення тільки теплогенераторів із закритою камерою згоряння.

Встановлення теплогенераторів з відведенням продуктів згоряння через зовнішню стіну будинку без застосування газоходів (за схемою, передбаченою виробником) допускається за умови виключення можливості забруднення суміжних приміщень.

Встановлення плити необхідно передбачати біля стіни із негорючих матеріалів на відстані не менше, ніж 6 см від стіни.

Встановлення настінних теплогенераторів треба передбачати на стінах із негорючих матеріалів на відстані не менше, ніж 2 см від стіни (у тому числі від бокової стіни).

Встановлення теплогенераторів на підлозі для поквартирного опалення передбачається на відстані не менше, ніж 10 см від стіни із негорючих матеріалів та від стін із важкогорючих матеріалів, захищених негорючими матеріалами. Допускається встановлення даного обладнання біля стін з важкогорючих і горючих матеріалів без захисту на відстані не менше, ніж 25 см від стін.

Відстань у просвіті від виступаючих частин газового обладнання по фронту і в місцях проходів повинна бути не менше, ніж 1 м.

Газопроводи, що прокладаються всередині будинків, виконують із сталевих труб. Для внутрішніх газопроводів низького тиску допускається застосування труб із міді.

Прокладання газопроводів всередині будинків та споруд слід передбачати відкритим. Допускається передбачати приховане прокладання газопроводів всередині будинків у шахтах або каналах стін, що закриваються щитами, які легко знімаються та мають отвори.

У місцях проходів газопроводів через перекриття на газопроводах слід передбачати встановлення футляра.

Приєднання до газопроводу побутових газових приладів здійснюється за допомогою жорстких (сталевих) з'єднань або гнучкими рукавами після вимикаючого пристрою на відгалуженні газопроводу до установок. Забороняється приховане прокладання гнучких рукавів, перетинання гнучкими рукавами будівельних конструкцій, в тому числі віконних та дверних прорізів.

Встановлення приладів обліку всередині приміщень слід передбачати поза зоною тепло- та вологовиділення (від плити, раковини) в природно провітрюваних місцях.

Відстань від місць встановлення лічильників до газового обладнання слід приймати згідно з вимогами та рекомендаціями підприємств-виготовлювачів, викладеними в паспортах лічильників. За відсутності в паспортах вищевказаних вимог розміщення приладів обліку рекомендується передбачати на відстані (по горизонталі та вертикалі) не менше, ніж 0,8 м від побутової газової плити.

Рекомендована відстань від підлоги до приладів обліку – 1,6 м.

5.2. Розрахунок витрат природного газу

В курсовій роботі необхідно визначити витрату природного газу побутовими приладами квартири та розрахункову годинну витрату газу на ділянках системи газопостачання, що включає квартирне розведення до газових приладів і газовий стояк.

Газ, який використовується для газопостачання населених пунктів, є багатокомпонентною сумішшю зі змінною теплотворною здатністю і густиною, які залежить від відсоткового вмісту горючих і негорючих складових.

Теплота згоряння, МДж/м³, і густина суміші газів, кг/м³, визначається за формулами:

$$Q_{\text{н}}^{\text{р}} = 0,01(aQ_1 + bQ_2 + vQ_3 + \dots); \quad (23)$$

$$\rho_0 = 0,01(a\rho_1 + b\rho_2 + v\rho_3 + \dots), \quad (24)$$

де а, б, в – відсотковий вміст компонентів суміші газів; Q_1, Q_2, Q_3 – теплота згоряння компонентів суміші газів, кДж/м³; ρ_1, ρ_2, ρ_3 – густина компонентів суміші газів, кг/м³.

Теплота згоряння і густина деяких газів наведена в табл. 20.

Таблиця 20

Теплота згоряння і густина газів

Газ	Хімічна формула	Теплота згоряння (нижча), МДж/м ³	Густина, кг/м ³
Метан	CH ₄	35,845	0,717
Етан	C ₂ H ₆	63,797	1,356
Пропан	C ₃ H ₈	91,321	2,004
Бутан	C ₄ H ₁₀	113,595	2,703
Водень	H ₂	10,800	0,09
Оксид вуглецю	CO	12,640	1,25
Азот	N ₂	–	1,251
Діоксид вуглецю	CO ₂	–	1,977

Номінальна витрата газу одним приладом, м³/год., визначається за формулою:

$$q_{nom} = \frac{3,6 \cdot Q}{\eta \cdot Q_p^H}, \quad (25)$$

де Q – номінальна теплова потужність приладу, кВт; η – коефіцієнт корисної дії; Q_p^H – нижча теплота спалювання газу, МДж/м³.

Розрахункова годинна витрата газу для квартири, м³/год., визначається за формулою:

$$Q_d^h = \sum_{i=1}^m K_{sim} q_{nom} n_i, \quad (26)$$

де $\sum_{i=1}^m$ – сума добутків величин K_{sim}, q_{nom}, n_i від i до m , K_{sim} – коефіцієнт одночасності для житлових будинків, приймається з додатку Ж; q_{nom} – номінальна витрата газу приладом або групою приладів, м³/год., прийнята за паспортними даними або технічними

характеристиками приладів; n_i – кількість однотипних приладів або груп приладів, шт;
 m – кількість типів приладів або груп приладів, шт.

При визначенні витрати газу та діаметрів внутрішніх газопроводів для окремих житлових та громадських будинків, обладнаних двоконтурними теплогенераторами, витрату газу на опалення допускається не враховувати.

Для варіанту встановлення в кожній квартирі газової плити і газового котла розрахункова витрата газу на ділянках мережі, м³/год, визначається за формулою:

$$Q_d^h = N(K_{sim\text{ пл}} \cdot q_{nom\text{ пл}} + 0,85 \cdot q_{nom\text{ к}}), \quad (27)$$

де N – кількість груп приладів (кількість квартир), шт; $K_{sim\text{ пл}}$ – коефіцієнт одночасності для плити 4-пальникової (в залежності від кількості квартир), приймається з додатку Ж; $q_{nom\text{ пл}}$ – номінальна витрата газу плити, м³/год; $q_{nom\text{ к}}$ – номінальна витрата газу котла, м³/год.

На підставі визначеної розрахункової витрати газу в квартирі обирається типорозмір газового лічильника (дод. З). Навести зовнішній вигляд приладу та його технічні характеристики.

5.3. Підбір діаметрів газопроводів

В курсовій роботі необхідно підібрати діаметри газопроводу для ділянок квартирної підключення приладів та газового стояка.

Підбір діаметрів газопроводів на ділянках здійснюється на підставі гідравлічного розрахунку (методом питомих втрат тиску на тертя).

Наявний перепад тиску, Па, визначається за формулою:

$$\Delta P_{наяв} = \Delta P_p - (\Delta P_{пр} + \Delta P_{ліч}), \quad (28)$$

де ΔP_p – перепад тиску у будинковій мережі газопостачання (газопроводах-вводах і внутрішніх газопроводах), Па, рекомендується приймати 600 Па; $\Delta P_{пр}$ – місцевий опір газового приладу, Па (при встановленні в одному приміщенні декількох приладів, підключених паралельно, приймають опір

приладу, більший за значенням); $\Delta P_{\text{ліч}}$ – місцевий опір газового лічильника, Па.

Значення місцевих опорів приладів виписуються з паспорта обладнання, при відсутності даних можна прийняти: для плити – 60 Па; для котла – 100 Па, для лічильника – 150 Па.

Розрахункова довжина магістралі, м, визначається за формулою:

$$\sum L_{\text{м}} = L_{\text{вул}} + L_{\text{ГВ}} + L_{\text{ВГ}} + L_{\text{с}} + L_{\text{кр}}, \quad (29)$$

де $L_{\text{вул}}$ – довжина відгалуження від вуличного газопроводу, м; $L_{\text{ГВ}}$ – довжина газопроводу-вводу, м; $L_{\text{ВГ}}$ – довжина ввідного газопроводу, м; $L_{\text{с}}$ – загальна довжина (висота) газового стояка, м; $L_{\text{кр}}$ – загальна довжина квартирному розведення, м.

Питомі втрати тиску на тертя, Па/м, визначаються за формулою:

$$R_{\text{пит}} = \frac{\Delta P_{\text{наяв}}}{\sum L_{\text{м}}}, \quad (30)$$

де $\sum L_{\text{м}}$ – розрахункова довжина магістралі (від точки підключення внутрішньоквартального газопроводу до вуличного до найбільш віддаленого газового приладу в будинку), м.

Розрахункова довжина на ділянці, м, визначається за формулою:

$$l_{\text{р}} = l_{\text{г}} \left(1 + \frac{a_i}{100} \right), \quad (31)$$

де $l_{\text{г}}$ – геометрична довжина ділянки, м; a_i – надбавка на місцеві опори, %, приймаються за даними табл. 22.

Таблиця 22

Надбавка на втрати тиску на місцеві опори

Вид газопроводу	Довжина, м	Надбавка, %
Газопровід-ввід	–	25

Стояки	–	20
Розводка всередині квартири при довжині розводки	1–2	450
	3–4	300
	5–7	120
	8–12	50

Використовуючи значення розрахункової витрати газу на ділянці і питомих втрат тиску на тертя за допомогою «Номограми для підбору діаметрів сталевих газопроводів (дод. II) визначається потрібний діаметр газопроводу на кожній ділянці мережі. Приймається значення по кривій (що позначає на номограмі діаметр), яка найближча до точки перетину ліній, проведених від розрахункової витрати (вісь Y) і питомих втрат тиску (вісь X).

Оскільки внутрішня мережа газопостачання передбачається із сталевих водогазопровідних труб, то за дод. I «Характеристики сталевих водогазопровідних труб» приймається найближчий до визначеного по номограмі діаметр.

За номограмою (дод. II) визначають фактичні питомі втрати тиску на тертя R_{ϕ} , Па (точка перетину лінії, відкладеної від значення витрати на ділянці (вісь Y) і кривої відповідного діаметра, спроектована на вісь X).

Фактичні втрати тиску газу на тертя на ділянці, Па, визначаються за формулою:

$$\Delta P_{\tau} = R_{\phi} \cdot l_p. \quad (32)$$

Гідростатичний напір, Па, для вертикальних ділянок (опусків, стояка тощо), який буде сприяти руху газу вгору і, таким чином, зменшувати втрати тиску, визначається за формулою:

$$H_g = 9,81h(\rho_a - \rho), \quad (33)$$

де h – різниця абсолютних відміток початкових і кінцевих ділянок газопроводу, м; ρ_a – густина повітря за температури 0 °С і тиску 0,10132 МПа, кг/м³, можна прийняти 1,21 кг/м³; ρ – густина газу, кг/м³, (формула 24).

Розрахункові втрати тиску газу на ділянці, Па, визначаються за формулою:

$$\Delta P_p = \Delta P_T - H_g. \quad (34)$$

Результати гідравлічного розрахунку заносять до табл. 22.

Таблиця 22

Гідравлічний розрахунок газового стояка системи газопостачання житлового будинку

№ діл.	Витрата газу Q_d^h , м ³ /год.	Діаметр $d_z \times S$, мм	Розрахункова довжина ділянки, l_p , м	Фактичні втрати тиску на тертя		Гідростатичний тиск H_g , Па	Розрахункові втрати тиску ΔP_p , Па
				питомі R_ϕ , Па/м	на ділянці ΔP_T , Па		
1	2	3	4	5	6	7	8

Послідовність проведення розрахунків:

1. Визначити теплоту згоряння Q_H^p і густину ρ_0 газової суміші за формулами (23, 24), відсотковий вміст компонентів суміші газів вказаний у індивідуальному завданні.
2. Визначити номінальні витрати газу для газової плити $q_{nom\ pl}$ і газового котла $q_{nom\ k}$ за формулою (25). Номінальна теплова потужність приладу і коефіцієнт корисної дії приймається відповідно до технічних характеристик обраного обладнання (п. 5.1.).
3. На аксонометричній схемі газового стояка (рис. 34) позначити розрахункові ділянки.
4. Визначити розрахункові витрати газу на ділянках мережі Q_d^h за формулою (27), відповідно до кількості квартир і газових приладів, які живляться від кожної ділянки (рис. 32, 33).
5. На підставі визначеної розрахункової витрати газу в квартирі обрати типорозмір газового лічильника (дод. 3).
6. Визначити наявний перепад тиску в системі за формулою (28). Перепад тиску у будинковій мережі газопостачання рекомендується приймати 600 Па [8].

7. Визначити довжину магістралі системи газопостачання будинку за формулою (29). Довжини $L_{\text{вул}}$, $L_{\text{ГВ}}$ і $L_{\text{ВГ}}$ приймаються відповідно до завдання, L_c і $L_{\text{кр}}$ – за аксонометричною схемою (рис. 34).

8. Визначити питомі втрати тиску на тертя в системі газопостачання за формулою (30).

9. Підібрати діаметри газопроводів на ділянках системи (за номограмою дод. И). Вибрати фактичний діаметр газопроводу із сталевих водогазопровідних труб за даними дод. І. Значення зовнішнього діаметра і товщину стінки навести на аксонометричній схемі.

10. Визначити розрахункові довжини ділянок поквартирного розведення і газового стояка за формулою (31).

11. Визначити фактичні питомі втрати тиску на тертя (за номограмою в дод. И) і втрати тиску на ділянках за формулою (32).

12. Визначити гідростатичний напір для вертикальних ділянок за формулою (33).

13. Визначити розрахункові втрати тиску газу на ділянках за формулою (34). Результати проведеного гідравлічного розрахунку занести в табл. 23.

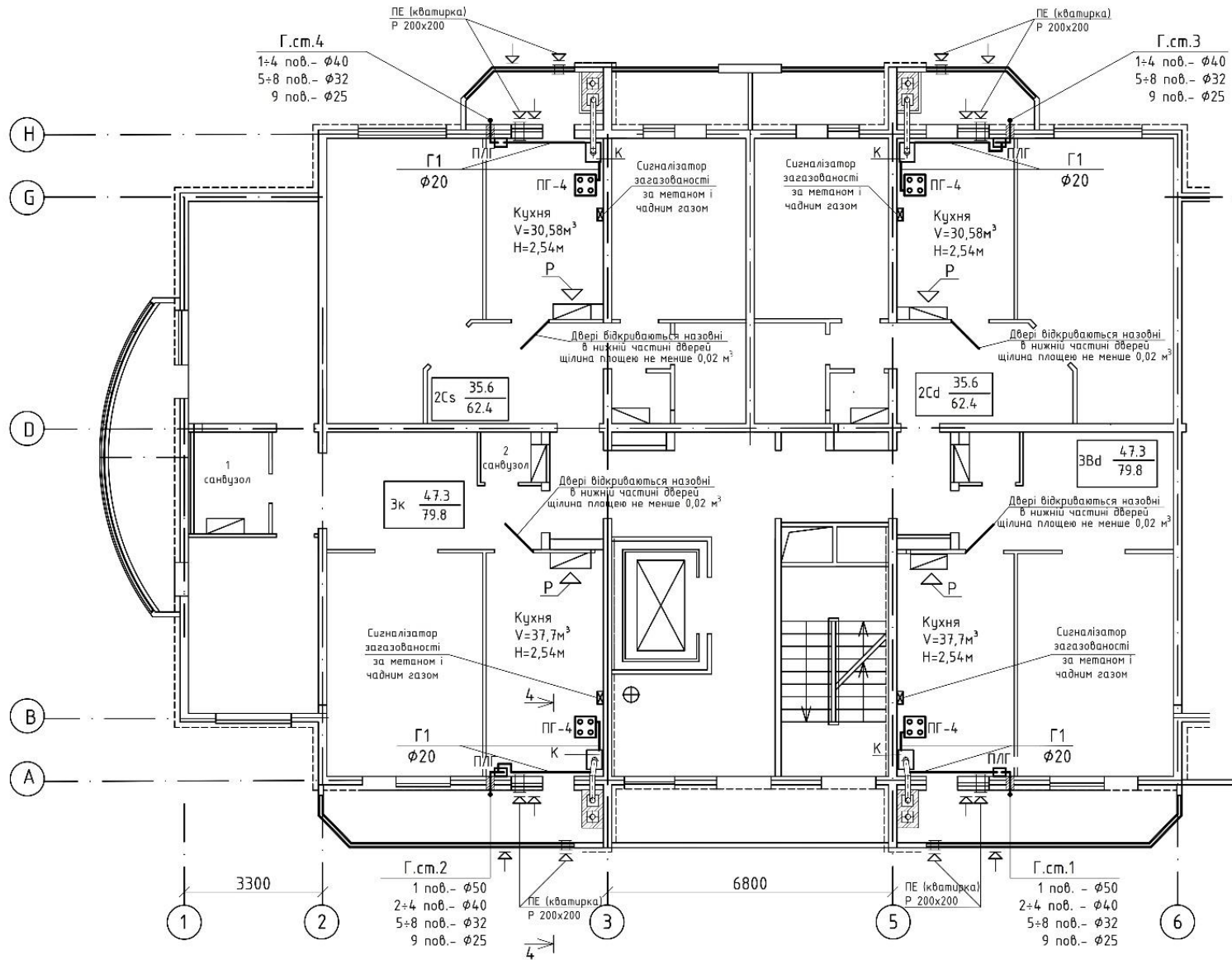


Рис. 32. План типового поверху з елементами системи газопостачання

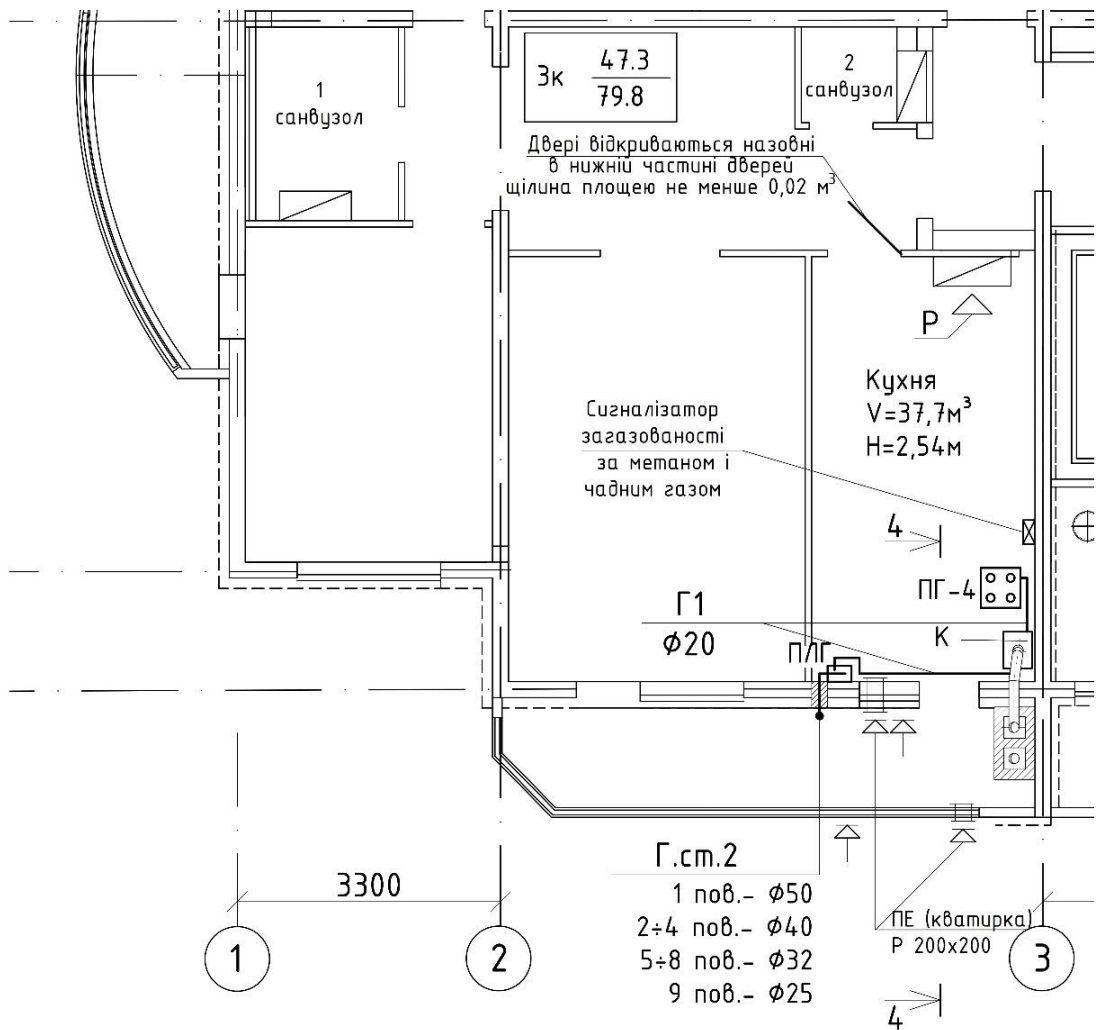


Рис. 33. План квартири з елементами системи газопостачання

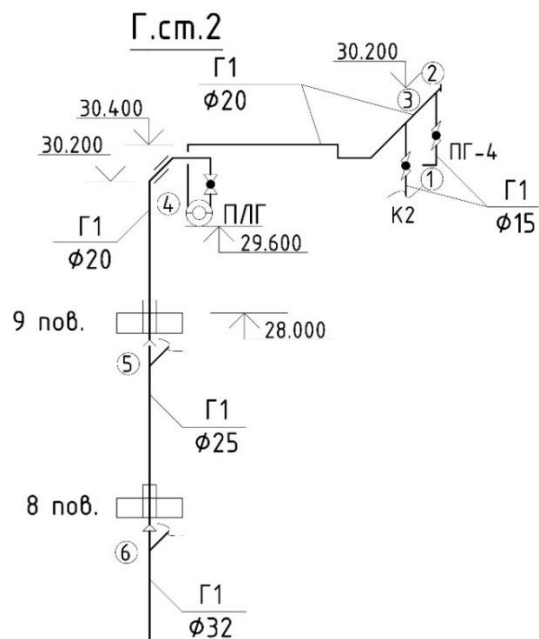


Рис. 34. Аксонометрична схема системи газопостачання

5.4. Вибір і обґрунтування проєктних рішень системи відведення продуктів згоряння

Проектування системи тепlopостачання квартир багатопверхового житлового будинку здійснюється у відповідності до вимог [10].

Поквартирні системи тепlopостачання обладнуються теплогенераторами на газовому паливі з герметичними (закритими) камерами згоряння повної заводської готовності.

Згідно маркувань CEN – Європейського комітету зі стандартизації (фр. Comité Européen de Normalisation), теплогенератори з відкритою камерою згоряння позначаються А і В, з закритою – С.

Системи подачі повітря для горіння і відведення продуктів згоряння необхідно проектувати за однією із таких схем:

- з індивідуальним повітропроводом, що забезпечує забирання повітря через стіну і подавання його індивідуально до кожного теплогенератора з видаленням димових газів до колективного димоходу (рис. 35,а);
- із вбудованою або прибудованою коаксіальною (сумісною) системою подачі повітря для горіння і видаленням продуктів згоряння через єдину димохідну систему «повітря-газ» (ДСПГ) (рис. 35,б).

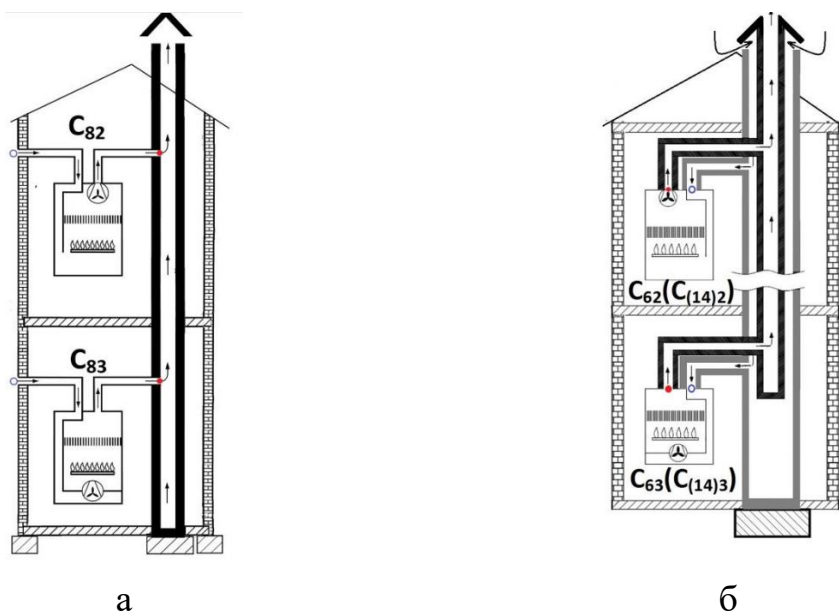


Рис. 35. Схеми подачі повітря і видалення димових газів:

а – з індивідуальним повітропроводом;

б – із вбудованою або прибудованою коаксіальною (сумісною) системою подачі повітря

Забирання повітря для горіння повинно здійснюватися безпосередньо ззовні будинку окремими повітропроводами або через колективний димохід чи димохідну систему.

До одного колективного димоходу або димохідної системи дозволяється приєднувати не більше десяти теплогенераторів і не більше двох теплогенераторів на одному поверсі.

За місцем розташування колективної димохідної системи розрізняють зовнішнє розташування (конструкції закріплюються безпосередньо на стіні будівлі, рис. 36,а) і внутрішнє розташування (елементи системи розміщуються всередині спеціально обладнаних шахт, рис. 36,б).

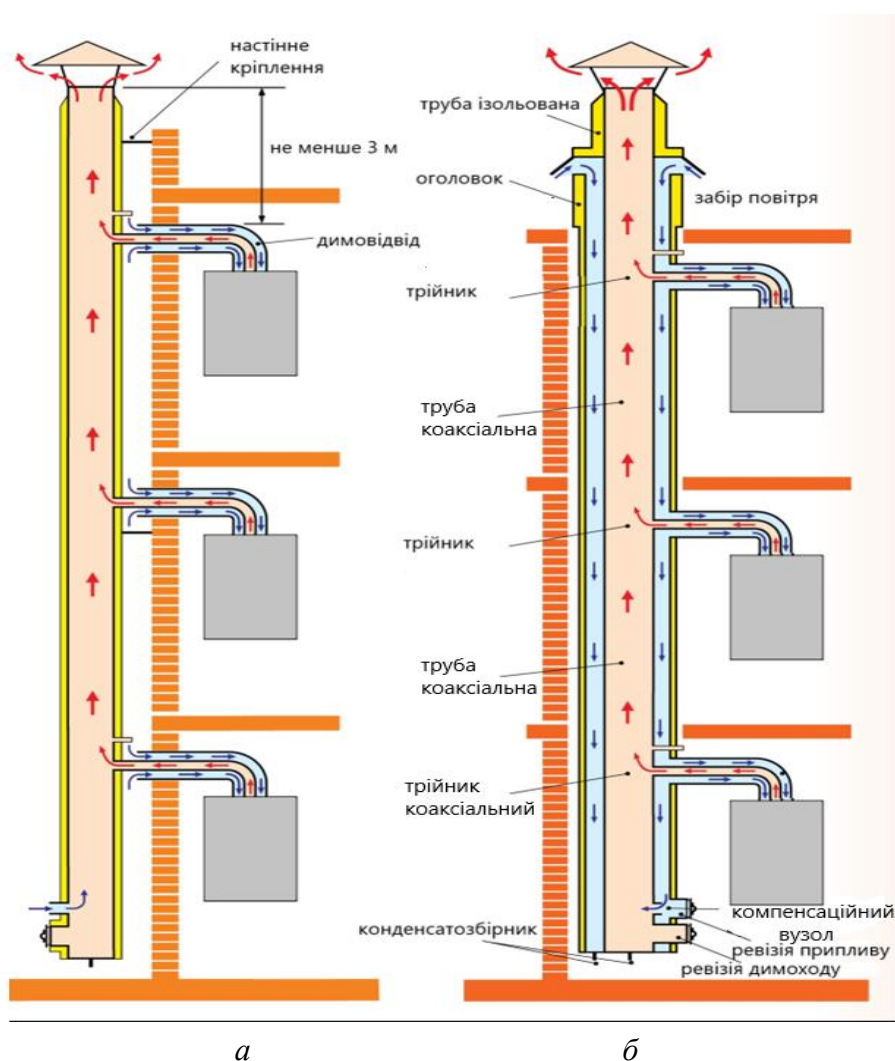


Рис. 36. Схеми розташування колективної димохідної системи:

а – зовнішнє; *б* – внутрішнє

Площа перерізу колективних димоходів, загальних припливних повітропроводів димохідних систем повинна перевірятися розрахунком

згідно з методиками заводу-виробника на підставі сумарної теплової потужності і кількості теплогенераторів, що приєднуються до колективного димоходу або димохідної системи, за умови їх одночасної роботи.

Припливні пристрої повинні забезпечувати подачу повітря в обсязі, необхідному для горіння газу, а димоходи – повне відведення продуктів згоряння в атмосферу.

Конструкція і розміщення димоходів, димохідних систем або повітропроводів визначаються відповідно до прийнятих архітектурно-планувальних рішень будинку, виходячи з вимог пожежної безпеки, зручності монтажу і обслуговування.

Площа перерізу димовідводу і повітропроводу до теплогенератора не повинна бути меншою від площ перерізу патрубків, що приєднуються до теплогенератора.

Колективні димоходи допускається прокладати через кухні квартир, підсобні приміщення багатоквартирного житлового будинку: вестибюлі, позаквартирні коридори, горища, ліфтові холи тощо без зменшення габаритів шляхів евакуації або прибудовувати ззовні до фасадів будинку.

Дозволяється прокладання димоходів у внутрішніх стінах будинку. Не дозволяється прокладання димоходів, димовідводів і димохідних систем через житлові приміщення.

Димовідводи і повітропроводи теплогенератора, що розташовані на стіні кухні, допускається опоряджувати декоративними негорючими матеріалами або системами на їх основі.

Розміщення теплогенератора над газовою плитою не допускається. Перед фронтом теплогенератора повинна бути зона обслуговування не менша 1,0 м.

Приєднання газовикористовуючого обладнання до димоходів слід передбачати з'єднувальними трубами, виготовленими з покрівельної або оцинкованої сталі завтовшки не менше, ніж 1,0 мм, гнучкими металевими гофрованими патрубками або уніфікованими елементами, що поставляються в комплекті з обладнанням.

З'єднувальна димовідвідна труба, яка з'єднує газовий прилад з димоходом, повинна мати вертикальну ділянку.

Довжина вертикальної ланки з'єднувальної труби, рахуючи від низу димовідвідного патрубка газового приладу до осі горизонтальної ланки труби, повинна бути не менше, ніж 0,5 м.

Сумарна довжина горизонтальних ланок з'єднувальних труб у нових будинках повинна бути не більше, ніж 3 м, в існуючих будинках – не більше, ніж 6 м. Ухил труби повинен бути не менше, ніж 0,01 в бік газового приладу.

Нижче місця приєднання димовідвідної труби від приладу до димоходу повинно бути передбачено улаштування «кишені» перерізом не менше за переріз димоходу і завглибшки не менше, ніж 25 см, що має люк для очищення.

Димовідвідні труби, що контактують з зовнішнім повітрям або/та прокладаються через приміщення, які не опалюються, повинні бути покриті ізоляцією у відповідності з розрахунком.

Прокладання димовідвідних труб від приладів та печей через житлові кімнати не допускається.

Коллективні димоходи і димохідні системи в місцях проходження стін та перегородок необхідно прокладати у футлярах.

Кінцеві ділянки для входу повітря не повинні мати загороджень, що перешкоджають вільному припливу повітря, і повинні бути захищені металевими ґратами від проникнення в них сміття, птахів і інших сторонніх предметів.

Сумарна довжина димовідводів і повітропроводів та кількість поворотів у них не повинна перевищувати величин, визначених заводом-виробником димоходу та заводом-виробником теплогенератора. На димовідводах і повітропроводах, як правило, передбачається не більше трьох поворотів, включаючи з'єднання їх з колективним димоходом або димохідною системою, з радіусом закруглення – не менше діаметра труби. При цьому кути поворотів повинні бути не меншими 90°.

Димоходи повинні бути вертикальними, без уступів. Допускається ухил димоходів від вертикалі до 30° з відхиленням у бік до 1 м при забезпеченні площі перерізу на похилих ділянках димоходу не менше перерізу вертикальних ділянок.

Димоходи в стінах допускається виконувати разом із вентиляційними каналами. При цьому вони повинні бути розділені по усій висоті герметичними перегородками, виконаними з матеріалу стіни, завтовшки не менше, ніж 120 мм. Висоту витяжних вентиляційних каналів, розташованих поруч з димоходами, треба приймати за висотою, що дорівнює димоходу.

Димові труби від газових приладів у будівлях повинні бути виведені (рис. 37):

- вище граничної зони вітрового підпору, але не менше, ніж 0,5 м вище гребеня даху при розташуванні їх (рахуючи по горизонталі) не далі 1,5 м від гребеня даху;
- у рівні з гребенем даху, якщо вони знаходяться на відстані до 3 м від гребеня даху;
- не нижче прямої, проведеної від гребеня вниз під кутом 10° до горизонту, при розташуванні труб на відстані більше, ніж 3 м від гребеня даху [7].

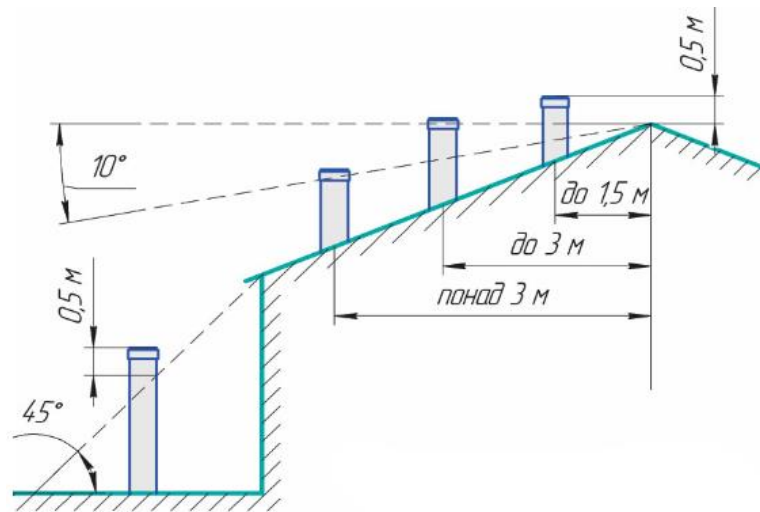


Рис. 37. Схема розташування димоходу відносно гребеня даху

Зоною вітрового підпору димової труби вважається простір нижче лінії, проведеної під кутом 45° до горизонту від найбільш високих точок поблизу розташованих споруд і дерев (рис. 38).

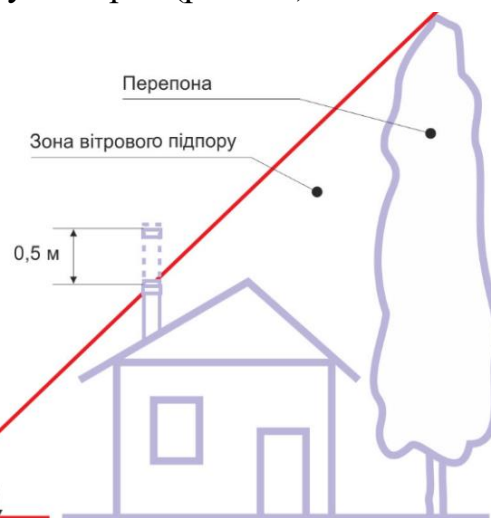


Рис. 38. Схема розташування димоходу відносно зони вітрового підпору

В усіх випадках висота труби над прилягаючою частиною даху повинна бути не менше, ніж 0,5 м, а для будинків із суміщеною покрівлею (плоским дахом) – не менше, ніж 2,0 м.

Встановлення на димоходах зонтів та інших насадок не допускається [8].

5.5. Підбір перерізів димохідної системи «повітря-газ»

В курсовій роботі необхідно вибрати схему розташування колективних димоходів (рис. 36) і схему приєднання котла до колективного димоходу (дод. І).

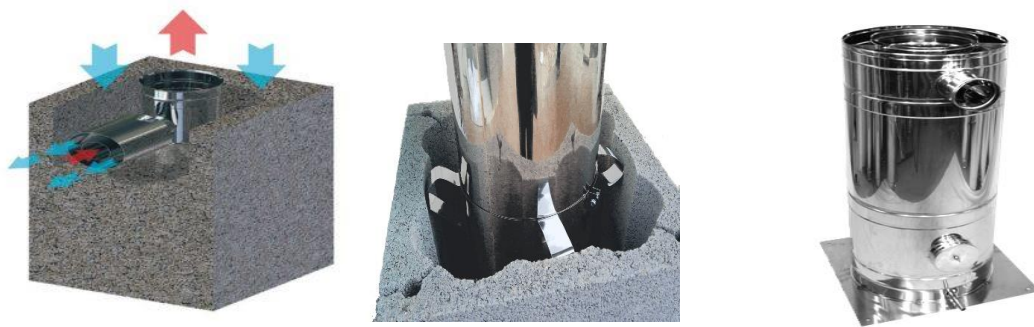
На підставі вищенаведених рекомендацій необхідно підібрати елементи димохідної системи і розташувати їх на плані квартири. Також необхідно накреслити розрізи із зображенням газового обладнання, схеми приєднання газового котла до системи димовидалення з зазначенням відстаней між елементами систем і конструкцій (рис. 40, 41).

Димохідна система «повітря-газ» (ДСПГ) – комплексне рішення для видалення димових газів автономних систем опалення багатоквартирних будинків із вбудованою або прибудованою коаксіальною (сумісною) системою подачі повітря для горіння. Така система має високі економічні і естетичні характеристики: фасади будівель не руйнуються, виключається можливість забруднення димовими газами сусідніх приміщень тощо.

Для відведення димових газів через колективних димохід від теплогенераторів із закритою камерою згоряння при умові одночасної роботи декількох приладів використовують такі типи димохідних систем:

1. Система LAS (від німецького «Luftabgassystem»), в якій колективний димохід складається з труби, вкладеної у спеціальний порожнистий блок (рис. 39,а).

2. Система з нержавіючої сталі CLV (Combination Air Supply-Combustion Gas Discharge System), в якій колективний димохід складається з двох труб різного діаметра, вкладених одна в одну і закріплених спеціальними перемичками блок (рис. 39,б).



б

Рис. 39. Типи влаштування колективних димоходів:

а – система LAS (труба в блоці); *б* – система CLV (коаксіальний димохід (труба в трубі))

Продукти згоряння відводяться через внутрішню трубу, а необхідний для горіння кисень подається в котел через просвіт між цією трубою і зовнішнім елементом системи (блоком або зовнішньою трубою). Кожен котел з'єднаний з основним трубопроводом патрубком і може експлуатуватися незалежно від інших агрегатів, підключених до системи.

Площа перерізу колективних димоходів, загальних припливних повітропроводів димохідних систем повинна перевірятися розрахунком згідно з методиками заводу-виробника на підставі сумарної теплової потужності і кількості теплогенераторів, що приєднуються до колективного димоходу або димохідної системи, за умови їх одночасної роботи у відповідності до ДСТУ EN 13384-2:2018 «Конструкції для видалення димових газів. Теплотехнічний та аеродинамічний розрахунок. Частина 2» та ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва».

Фактори, які впливають на результати розрахунків:

- тип і потужність встановлюваних котлів;
- кількість котлів, які підключатимуть до системи димоходу;
- висота конструкції над верхнім теплогенератором.

Усереднені технічні характеристики двоконтурних котлів з закритою камерою згоряння, що використовуються в системах LAS, наведені в табл. 24.

Технічні характеристики двоконтурних котлів із закритою камерою згоряння

Потужність котла, кВт	Температура димових газів, °С	Витрата димових газів, г/с	Діаметр патрубків димових газів (внутрішня/зовнішня), мм
18	130	14	60/100; 80/110
20	140	16	60/100; 80/110
24	128	18	60/100; 80/110
25	130	18,5	60/100; 80/110
28	120	19	60/100; 80/110
30	130	21	60/100; 80/110

Рекомендації по підборі системи LAS та попередній підбір діаметра димоходу в залежності від потужності теплогенераторів при різних значеннях ефективної висоти димової труби (відстань від точки підключення верхнього котла до гирла димової труби) і максимальної кількості теплогенераторів наведені в табл. 25.

Рекомендації по підборі діаметрів системи LAS при різних значеннях ефективної висоти димової труби (відстань від точки підключення верхнього котла до гирла димової труби) наведені в табл. 26.

Рекомендації по підборі елементів димохідної системи LAS з внутрішньою металевою трубою та зовнішнім керамічним блоком

Номінальна теплова потужність теплогенератора, кВт	Ефективна висота димоходу, м				Діаметр димохідної труби, мм	Зовнішній розмір блоку шахти, мм
	≥ 2 м	≥ 4 м	≥ 6 м	≥ 8 м		
24,0 кВт	4	4	4	4	Ø 200	400x400x250
18,0 кВт	5	5	5	5		
24,0 кВт	7	7	7	7	Ø 250	480x480x250
18,0 кВт	9	10	10	10		
24,0 кВт	8	8	8	8	Ø 300	550x550x250
18,0 кВт	10	10	10	10		

Рекомендації по підбору елементів димохідної системи LAS

Діаметр димовідвідної труби	Переріз шахти з блоків, мм	Переріз шахти з керамічної цегли, мм	Ефективна висота димоходу, м	Номінальна теплова потужність котла, кВт						
				18	20	24	25	28	30	32
300	450x450	530x530	$2 \leq H \leq 4$	10	8	7	7	7	6	6
			$4 \leq H \leq 6$	10	9	8	8	7	6	6
			$6 \leq H \leq 8$	10	10	9	9	8	7	6
			$H \geq 8$	10	10	9	9	8	7	7
250	305x350	400x400	$2 \leq H \leq 4$	8	7	6	6	5	5	5
			$4 \leq H \leq 6$	9	8	6	6	6	5	5
			$6 \leq H \leq 8$	10	8	7	6	6	5	5
			$H \geq 8$	10	8	7	7	6	6	6
220	300x300	400x400	$2 \leq H \leq 4$	5	4	5	5	5	4	3
			$4 \leq H \leq 6$	5	5	5	5	6	4	3
			$6 \leq H \leq 8$	6	6	5	5	6	4	4
			$H \geq 8$	7	6	6	5	6	5	5
200	280x280	400x400	$2 \leq H \leq 4$	4	3	4	3	3	2	2
			$4 \leq H \leq 6$	5	4	4	3	3	2	2
			$6 \leq H \leq 8$	5	4	4	3	3	2	2
			$H \geq 8$	5	5	4	4	4	3	3
160	220x220	270x270	$2 \leq H \leq 4$	3	2	2	1	1	1	1
			$4 \leq H \leq 6$	3	2	2	2	2	1	1
			$6 \leq H \leq 8$	3	2	2	2	2	2	2
			$H \geq 8$	3	2	2	2	2	2	2
140	200x200	207x270	$2 \leq H \leq 4$	2	1	1	1	1	1	1
			$4 \leq H \leq 6$	2	1	1	1	1	1	1
			$6 \leq H \leq 8$	2	1	2	1	1	1	1
			$H \geq 8$	2	1	2	2	2	1	1
102	180x180	270x270	$2 \leq H \leq 4$	1	1	1	1	–	–	–
			$4 \leq H \leq 6$	1	1	1	1	1	–	–
			$6 \leq H \leq 8$	1	1	1	1	1	1	–
			$H \geq 8$	1	1	1	1	1	1	1

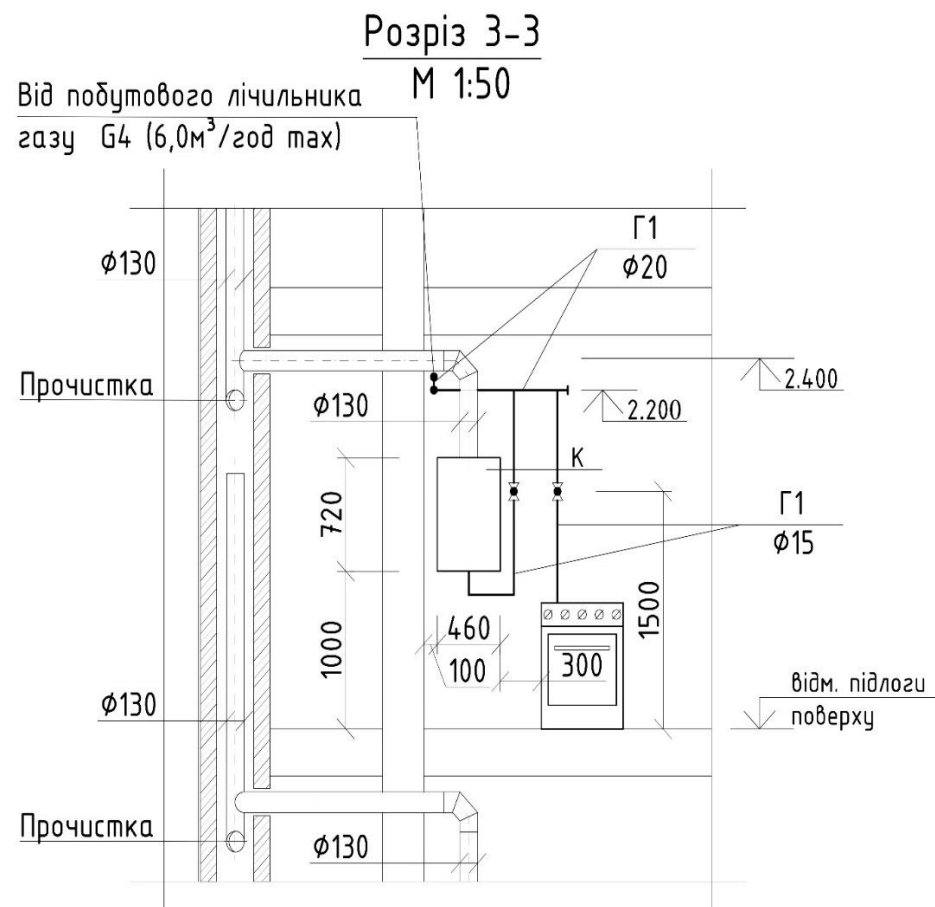
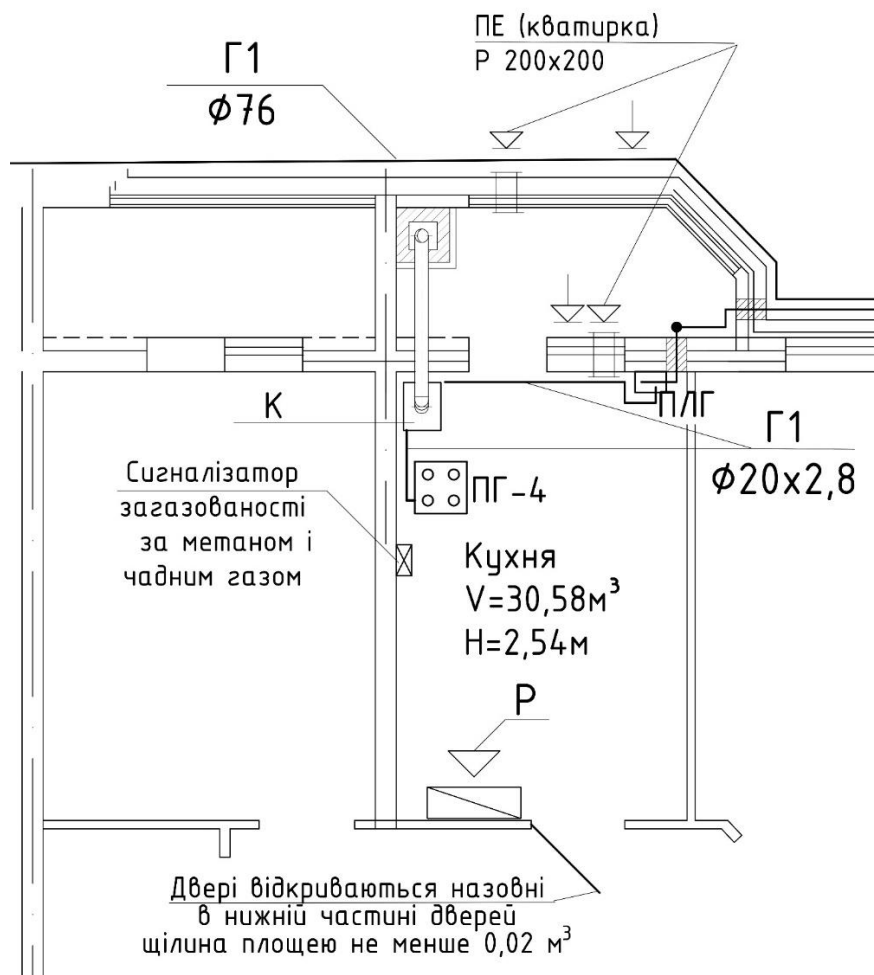


Рис. 40. План квартири і розріз з елементами системи газопостачання і димовидалення (одинарний канал димохідної системи)

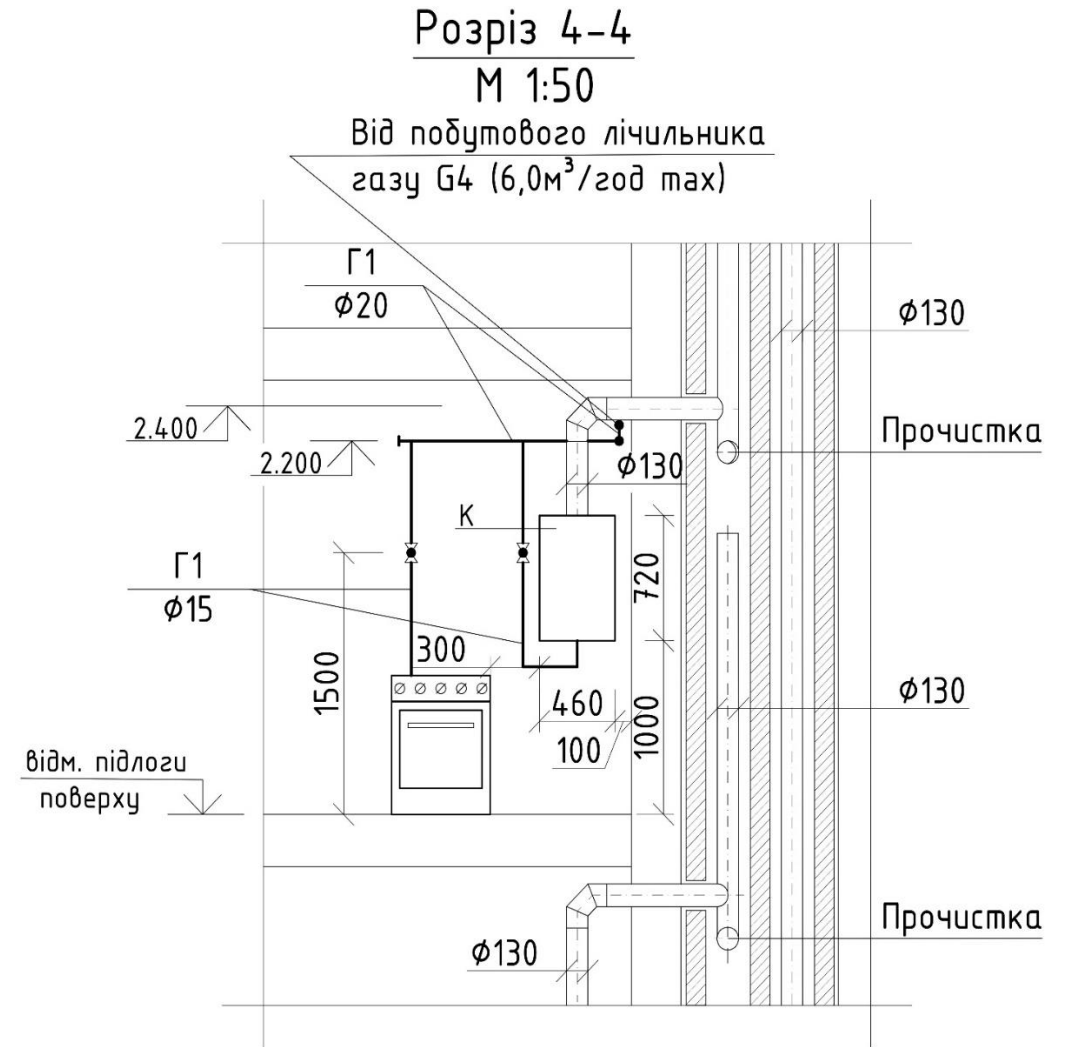


Рис. 41. План квартири і розріз з елементами системи газопостачання і димовидалення (подвійний канал димохідної системи)

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. – [Чинні від 2014-01-01]. – Мінрегіонбуд та ЖКГ України. – К.: ДП «Укрархбудінформ» Мінбуду України, 2014. – 149 с.
2. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. – [Чинні від 2011-10-10]. – Мінрегіонбуд та ЖКГ України. – К.: ДП «Укрархбудінформ», 2011. – 123 с.
3. ДБН В.2.2-15:2019 Житлові будинки. Основні положення (з урахуванням зміни №1). – [Чинні від 2019-12-01]. – Мінрегіон України. – К.: ДП «Укрархбудінформ», 2019. – 44 с.
4. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. – [Чинні від 2022-01-09]. – Міністерство розвитку громад та територій України. – К.: ДП «Укрархбудінформ», 2022. – 23 с.
5. ДСТУ 9190:2022 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, освітлення та гарячого водопостачання. – [Чинні від 2023-03-01]. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2022. – 156 с.
6. Глушко Ю.Ю. Опалення: навчальний посібник/ Глушко Ю.Ю. та ін. – Київ: Ресурсний центр ГУРТ, 2018. – 102 с.
7. ДБН В.2.5-20:2018. Газопостачання (з урахуванням зміни №1). – [Чинні від 2019-07-01]. – Мінрегіон України. – К.: ДП «Укрархбудінформ», 2019. – 109 с.
8. НПАОП 0.00-1.76-15. Правила безпеки систем газопостачання. [Чинні від 2015-15-15]. – К.: Основа, 2015. – 179 с.
9. Єнін П.М. Газопостачання населених пунктів і об'єктів природним газом: навчальний посібник / Єнін П.М., Шишко Г.Г., Предун К.М. – К.: Логос, 2002. – 198 с.
10. ДСТУ Б В.2.5-33:2007 Поквартирне теплопостачання житлових будинків з теплогенераторами на газовому паливі з закритою камерою згоряння з колективними димоходами і димохідними системами. Загальні технічні умови. [Чинні від 2007-06-20]. – Мінрегіонбуд України. – К.: ДП «Укрархбудінформ», 2007. – 12 с.
11. Шафлик В. Сучасні системи гарячого водопостачання: науково-виробниче видання. – К.: Такі справи, 2019. – 314 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

Технічні характеристики опалювальних приладів

Таблиця А.1

Панельні сталеві радіатори Кермі. Таблиця підбору теплової потужності в Вт в залежності від температури мережної води

Ширина	Высота Тип	300			400			500			550	600			900		
		11	22	33	11	22	33	11	22	33	22	11	22	33	11	22	33
400	90/70° C	298	510	735	379	642	926	459	772	1109	775	538	900	1266	770	1266	1756
	70/55° C	193	330	469	246	414	588	297	496	703	503	347	576	811	493	799	1105
500	90/70° C	373	638	919	474	803	1157	574	965	1387	967	673	1125	1607	963	1582	2196
	70/55° C	242	413	586	307	517	735	371	620	878	628	434	720	1014	616	999	1381
600	90/70° C	447	766	1102	568	963	1388	688	1158	1664	1161	808	1349	1928	1156	1898	2635
	70/55° C	290	495	703	369	621	882	445	744	1054	754	520	864	1217	740	1198	1657
700	90/70° C	522	893	1286	663	1124	1620	803	1351	1941	1355	942	1574	2250	1348	2215	3074
	70/55° C	338	578	820	430	724	1029	519	868	1229	890	607	1008	1420	863	1398	1933
800	90/70° C	596	1021	1470	758	1284	1851	918	1544	2218	1548	1077	1799	2571	1541	2531	3513
	70/55° C	387	660	937	492	827	1177	593	992	1405	1005	694	1151	1623	986	1598	2210
900	90/70° C	671	1148	1653	852	1445	2083	1032	1737	2496	1742	1211	2024	2893	1733	2848	3952
	70/55° C	435	743	1054	553	931	1324	668	1115	1581	1131	781	1295	1826	1109	1797	2486
1000	90/70° C	745	1276	1837	947	1605	2314	1147	1930	2773	1936	1346	2249	3214	1926	3164	4391
	70/55° C	483	825	1172	615	1034	1471	742	1239	1756	1257	867	1439	2029	1233	1997	2762
1200	90/70° C	894	1531	2204	1136	1926	2777	1376	2316	3328	2322	1615	2699	3857	2311	3797	5269
	70/55° C	580	990	1406	737	1241	1765	890	1487	2108	1508	1041	1727	2434	1479	2396	3314
1400	90/70° C	1043	1786	2572	1326	2247	3240	1606	2702	3882	2709	1884	3149	4500	2696	4430	6147
	70/55° C	677	1155	1640	860	1448	2059	1038	1735	2459	1759	1214	2015	2840	1726	2796	3867
1600	90/70° C	1192	2042	2939	1515	2568	3702	1835	3088	4437	3097	2154	3598	5142	3082	5062	7026
	70/55° C	773	1320	1875	983	1655	2353	1187	1983	2810	2011	1388	2303	3246	1972	3195	4419
1800	90/70° C	1341	2297	3307	1705	2889	4165	2065	3474	4991	3483	2423	4048	5785	3467	5695	7904
	70/55° C	870	1485	2109	1106	1862	2647	1335	2231	3161	2262	1561	2591	3652	2219	3595	4971
2000	90/70° C	1490	2552	3674	1894	3210	4628	2294	3860	5546	3870	2692	4498	6428	3852	6328	8782
	70/55° C	967	1650	2343	1229	2069	2941	1483	2479	3513	2513	1735	2879	4057	2465	3994	5524

Радіатор алюмінієвий секційний (характеристики для однієї секції):

- Nova Florida DESIDERYO B4 350/100 (ШxВxГ) – 80x429x80мм – 99 Вт/секція.
- Nova Florida Libeccio C2 500/100 (ШxВxГ) – 80x556x97мм – 155 Вт/секція.

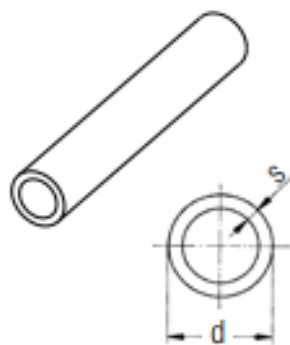
Радіатор біметалевий секційний (характеристики для однієї секції):

- Mirado/Diva 500/96 (ШxВxГ) – 80x570x96 мм – 180 Вт/секція.
- Aquavita 350/80 (ШxВxГ) – 80x420x96 мм – 125 Вт/секція.
- BRITOLLI 200/100 200D – 80x267x100 мм – 118 Вт/секція.

Технічні характеристики трубопроводів системи водяного опалення

Поліетиленові труби Rehau

Труба RAUTITAN рік для систем опалення



бухта

16 x 2,2 / DN 12

20 x 2,8 / DN 15

25 x 3,5 / DN 20

32 x 4,4 / DN 25

відрізок 6 м

16 x 2,2 / DN 12

20 x 2,8 / DN 15

25 x 3,5 / DN 20

32 x 4,4 / DN 25

40 x 5,5 / DN 32

50 x 6,9 / DN 40

63 x 8,7 / DN 50

Поліпропіленові труби KAN-therm (вказано зовнішній діаметр та товщину стінки)

Труба Stabi Glass SDR7.4 PN16 - відрізок

Розмір [мм]

20x2,8

25x3,5

32x4,4

40x5,5

50x6,9

63x8,6

75x10,3

90x12,3

110x15,1

Увага:

Клас застосування 1; 8 бар

Клас застосування 2; 6 бар

Клас застосування 4; 10 бар

Клас застосування 5; 6 бар

Металопластикові труби KAN-therm (вказано зовнішній діаметр та товщину стінки)

Труба PERTAL - бухта

Розмір [мм]
16×2,0
16×2,0
20×2,0
25×2,5
26×3,0
32×3,0
40×3,5

Увага:
Клас застосування (відпов. до ISO 10508) 1-5; 10 бар.

Додаток В

Підбір діаметрів трубопроводів системи опалення

Таблиця В.1

Визначення діаметра умовного проходу трубопроводів системи опалення

Діаметр умовного проходу, dy, мм	Тепловий потік Q, Вт при $\Delta t_{co} = 20$										
	Витрата води G, кг/год.					при швидкостях руху v, м/с					
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1
8	409	818	1226	1635	2044	2453	2861	3270	3679	4088	4496
	18	35	53	70	88	105	123	141	158	176	193
10	639	1277	1916	2555	3193	3832	4471	5109	5748	6387	7025
	27	55	82	110	137	165	192	220	247	275	302
12	920	1839	2759	3679	4598	5518	6438	7358	8277	9197	10117
	40	79	119	158	198	237	277	316	356	395	435
15	1437	2874	4311	5748	7185	8622	10059	11496	12933	14370	15807
	62	124	185	247	309	371	433	494	556	618	680
20	2555	5109	7664	10219	12774	15328	17883	20438	22992	25547	28102
	110	220	330	439	549	659	769	879	989	1099	1208
25	3992	7983	11975	15967	19959	23950	27942	31934	35926	39917	43909
	172	343	515	687	858	1030	1202	1373	1545	1716	1888
32	6540	13080	19620	26160	32700	39240	45780	52320	58860	65401	71941
	281	562	844	1125	1406	1687	1969	2250	2531	2812	3093
40	10219	20438	30656	40875	51094	61313	71532	81751	91969	102188	112407
	439	879	1318	1758	2197	2636	3076	3515	3955	4394	4834
50	15967	31934	47901	63868	79835	95802	111768	127735	143702	159669	175636
	687	1373	2060	2746	3433	4120	4806	5493	6179	6866	7552
70	31295	62590	93885	125181	156476	187771	219066	250361	281656	312952	344247
	1346	2691	4037	5383	6729	8074	9420	10766	12111	13457	14803
100	63868	127735	191603	255471	319338	383206	447074	510941	574809	638677	702544
	2746	5493	8239	10985	13732	16478	19224	21971	24717	27463	30210

Вузли підключення опалювальних приладів до системи опалення

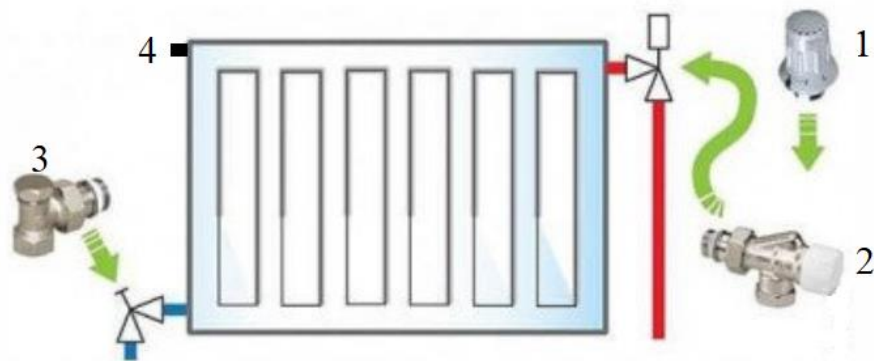


Рис. Г.1. Бокове діагональне підключення радіатора з підлоги:

- 1 – термостатичний елемент (термостатична головка Danfoss RA2991);
- 2 – термостатичний клапан осьовий (радіаторний клапан Danfoss RA-N DN15 термостатичний осьовий);
- 3 – клапан радіаторний запірний кутовий (запірний радіаторний клапан Danfoss RLV-S DN15 кутовий);
- 4 – клапан повітроспускний Маєвського

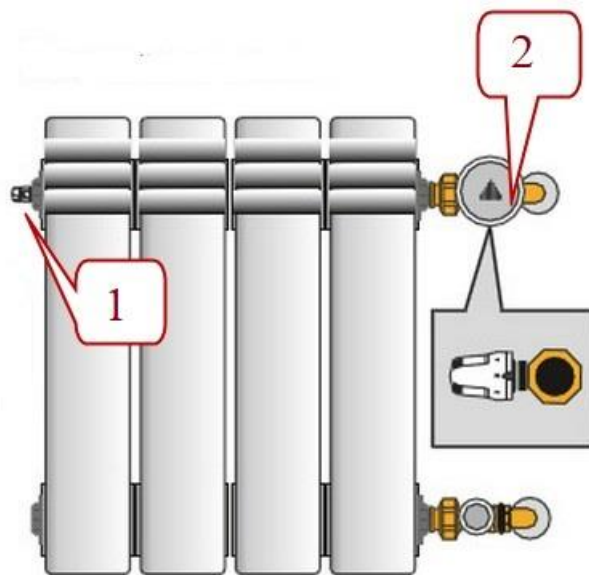


Рис. Г.2. Бокове одностороннє підключення радіатора зі стіни:

- 1 – клапан повітроспускний Маєвського;
- 2 – термостатичний клапан прямий (радіаторний клапан Danfoss RA-N DN15 термостатичний прямий) з термостатичним елементом (термостатична головка Danfoss RA2991);
- 3 – клапан радіаторний запірний прямий (запірний радіаторний клапан Danfoss RLV-S DN15 прямий)

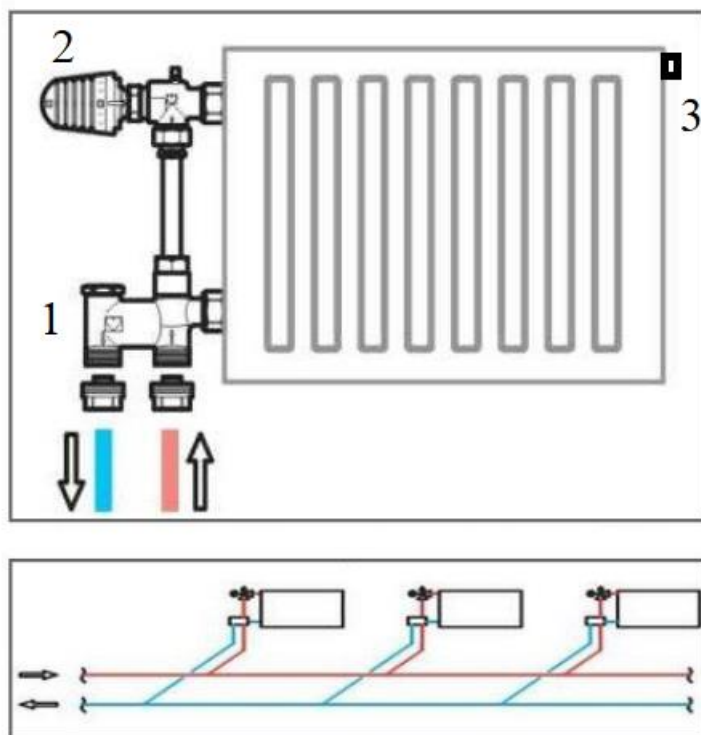


Рис. Г.3. Бокове одностороннє підключення радіатора з підлоги:
1 – вузол бокового підключення радіатора Herz 2000;
2 – термостатичний елемент (термостатична головка Herz HERZ Project); 3 – клапан повітроспускний Маєвського

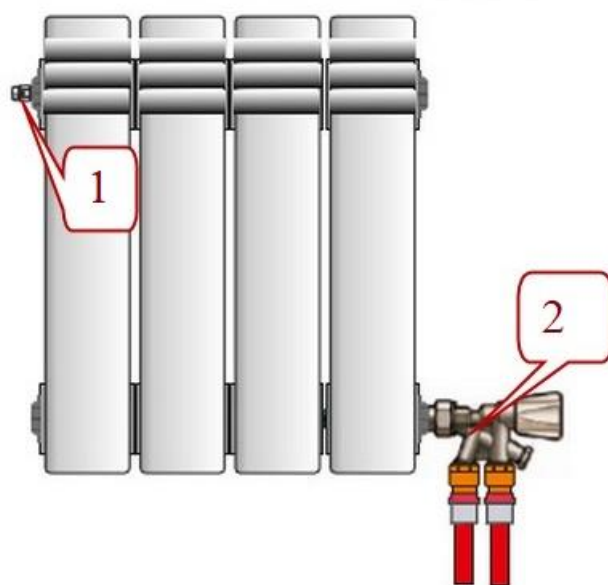


Рис. Г.4. Нижнє одноточкове підключення секційного радіатора з підлоги:
1 – клапан повітроспускний Маєвського; 2 – вузол підключення радіатора Valtec VT.022

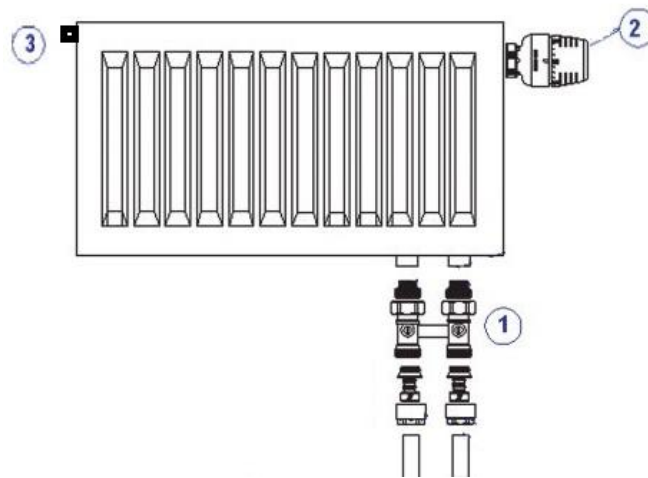


Рис. Г.5. Нижнє підключення панельного сталевого радіатора з підлоги:
1 – вузол нижнього підключення радіатора Herz 3000;
2 – термостатичний елемент (термостатична головка Herz HERZ Project); 3 – клапан повітроспускний Маєвського

Додаток Г

Конструкції вентиляційних панелей та блоків промислового виготовлення

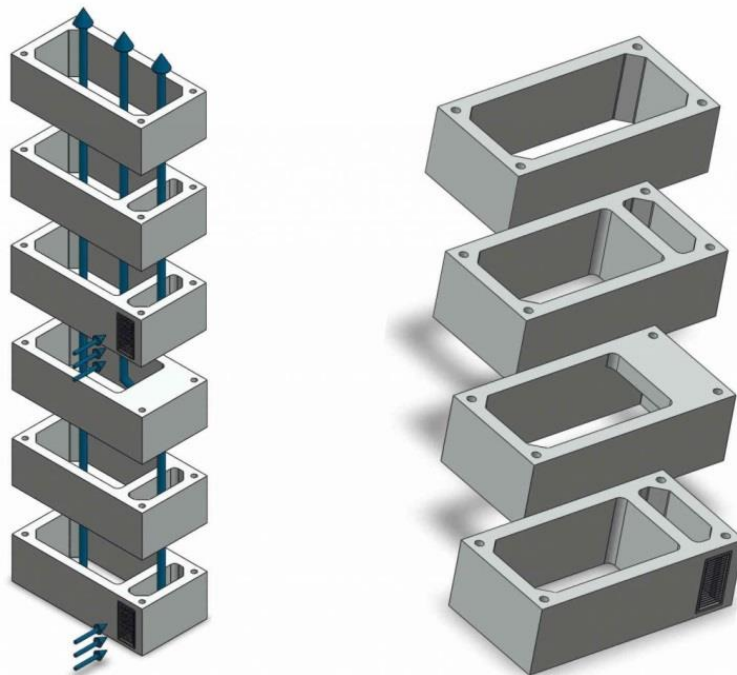

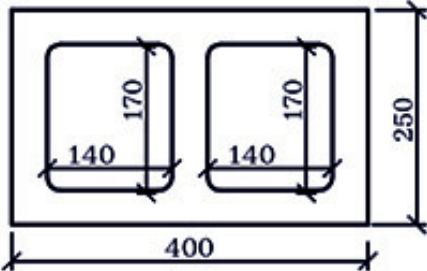

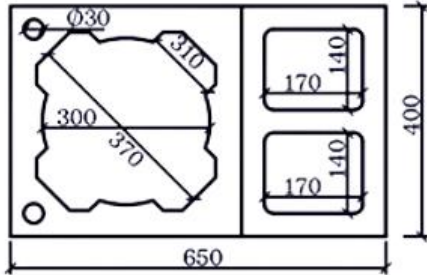

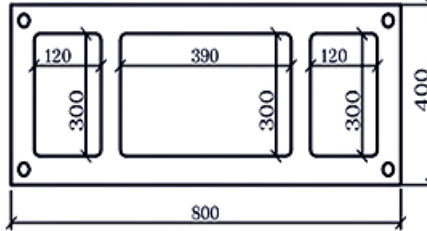


Рис. Г.1. Комплектація вентиляційних каналів керамзитобетонними блоками

Таблиця Г.1

Розміри керамзитобетонних блоків

Найменування	Креслення	Розміри блоку, мм	Розміри колектора, мм	Розміри каналу- супутника, мм
LeoVent K2 		250×400×330	170×140 $f_{ж.п.}=0,0238 \text{ м}^2$	-
LeoVent 40×40 + K2 		650×400×330	310×310 $f_{ж.п.}=0,0961 \text{ м}^2$	170×140 $f_{ж.п.}=0,0238 \text{ м}^2$
LeoVent 30×40 		800×400×250	390×300 $f_{ж.п.}=0,117 \text{ м}^2$	300×120 $f_{ж.п.}=0,036 \text{ м}^2$

<https://leoterm.com/produktsiia/kataloh-produktsii>

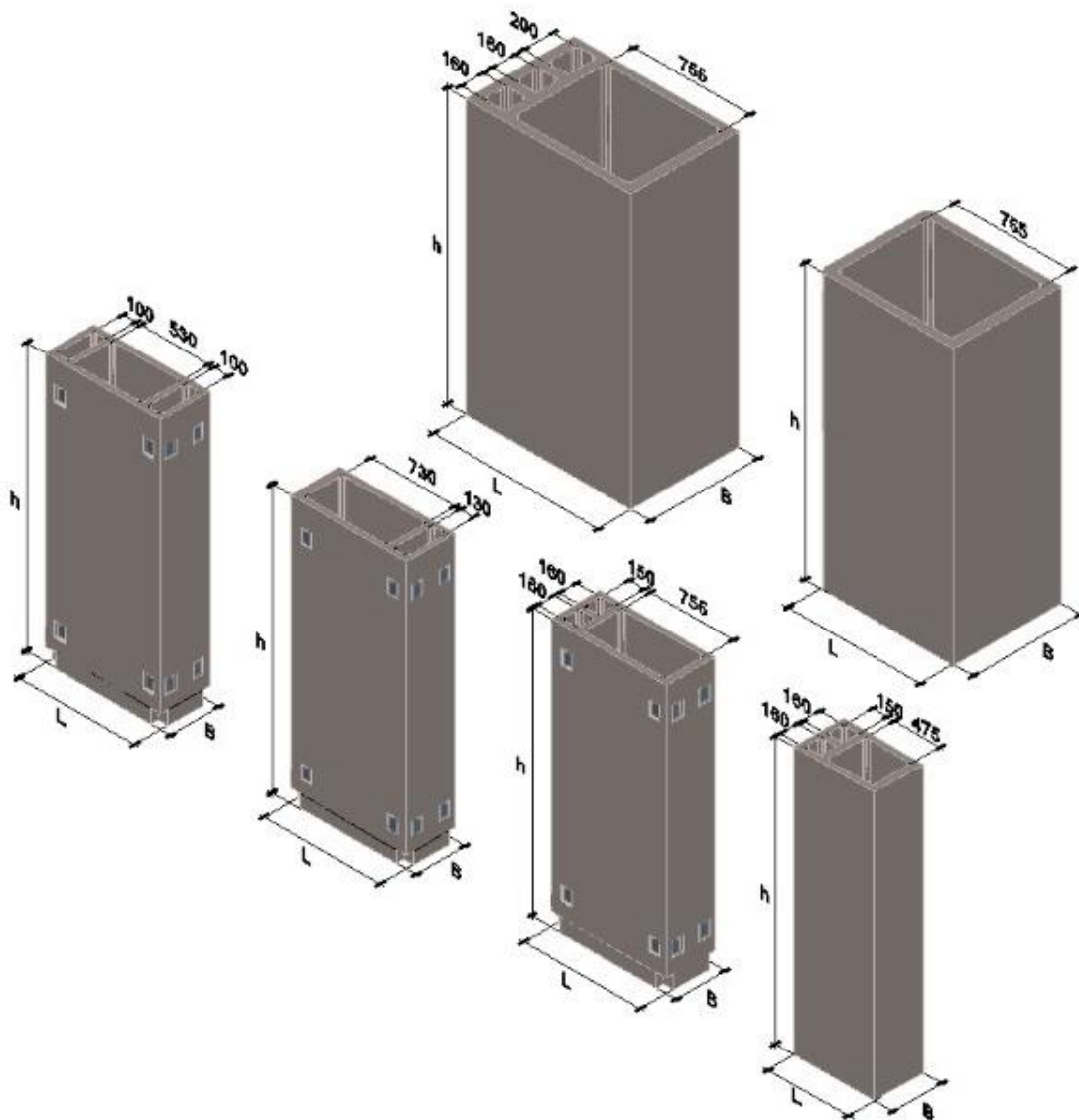


Рис. Г.2. Вентиляційні блоки для житлових будинків до 16 поверхів включно

МАРКА	h, мм	L, мм	B, мм
БВ.10.4	До 3600	1040	440
БВ.10.7	До 3600	1040	680
БВ.10.3	До 3600	1040	300
БВ.8.4	До 3600	760	440

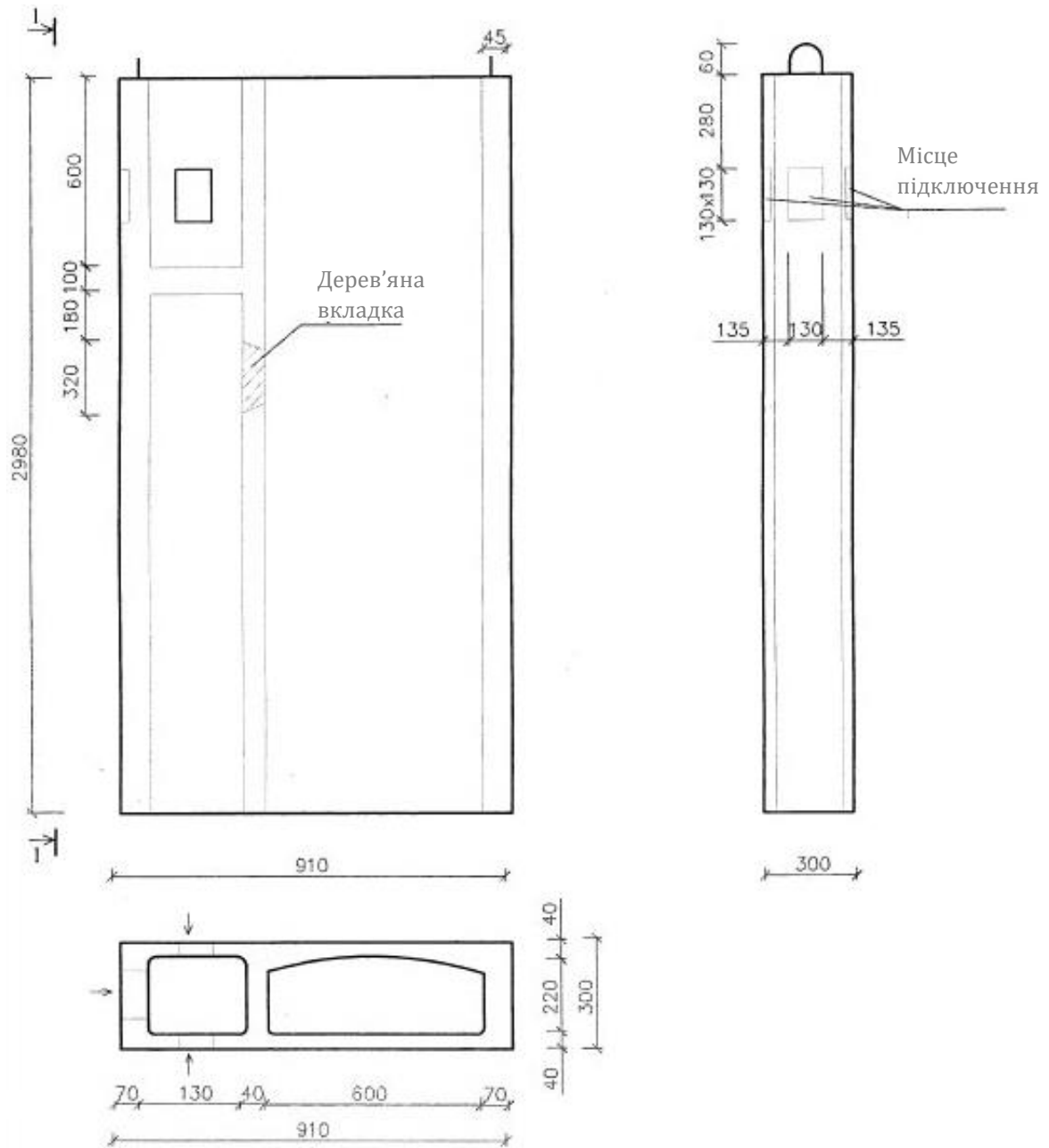

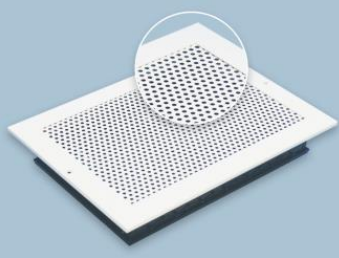



Рис. Г.3. Вентиляційні блоки 900х300. Застосовуються в будівлях до 25 поверхів

Характеристики вентиляційних решіток та повітропроводів

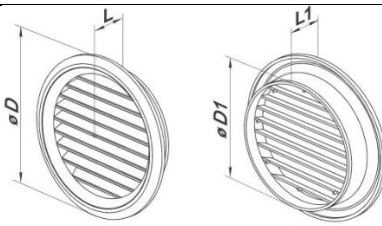

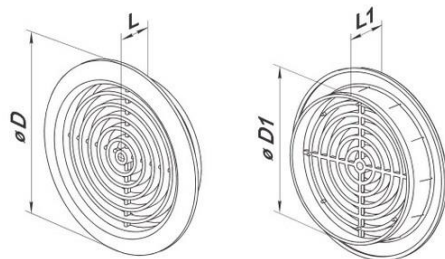

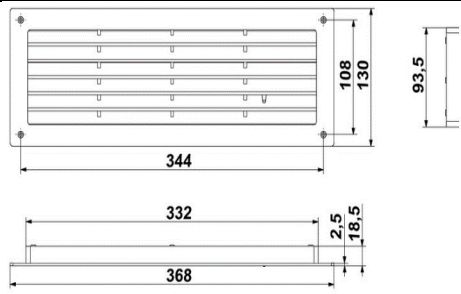

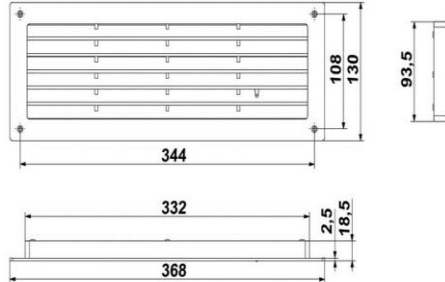

Таблиця Д.1

Решітки та дифузори вентиляційні

Матеріал	Розміри, мм	Зовнішній вигляд	Площа живого перерізу, м ²
Метал	Ø100		0,006
	Ø125		0,008
	Ø150		0,009
	Ø200		0,009
Метал	100×100		0,00381
	200×100		0,00804
	200×150		0,01250
	200×200		0,01697
	250×200		0,02143
Метал	$l = 500$ мм		0,00742
	$l = 1000$ мм		0,01492
	$l = 1500$ мм		0,02243
	$l = 2000$ мм		0,02993

Таблиця Д.2

Решітки дверні перетічні

Матеріал	Розміри, мм	Зовнішній вигляд	Площа живого перерізу, м ²								
Пластик	 <table border="1" data-bbox="462 750 734 884"> <thead> <tr> <th>D</th> <th>D1</th> <th>L</th> <th>L1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>59</td> <td>47</td> <td>3.5</td> <td>16.5</td> </tr> </tbody> </table>	D	D1	L	L1	59	47	3.5	16.5		0,00078
D	D1	L	L1								
59	47	3.5	16.5								
Пластик	 <table border="1" data-bbox="454 1176 678 1310"> <thead> <tr> <th>D</th> <th>D1</th> <th>L</th> <th>L1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>59</td> <td>47</td> <td>3</td> <td>16</td> </tr> </tbody> </table>	D	D1	L	L1	59	47	3	16		0,00078
D	D1	L	L1								
59	47	3	16								
Пластик (з сіткою та регулятором)			0,0095								
Пластик (з регулятором, подвійна)			0,0065								

Таблиця Д.3

Нормовані розміри сталевих повітропроводів

Круглих		Прямокутних	
Ø, мм	Площа перерізу, м ²	a×b, мм	Площа перерізу, м ²
100	0,0078	100×100	0,01
125	0,012	100×150	0,015
160	0,02	150×150	0,0225
200	0,03	150×200	0,03
250	0,05	200×200	0,04
315	0,08	200×250	0,05
355	0,1	200×300	0,06
400	0,125	200×400	0,08
500	0,196	200×500	0,1

Додаток Е

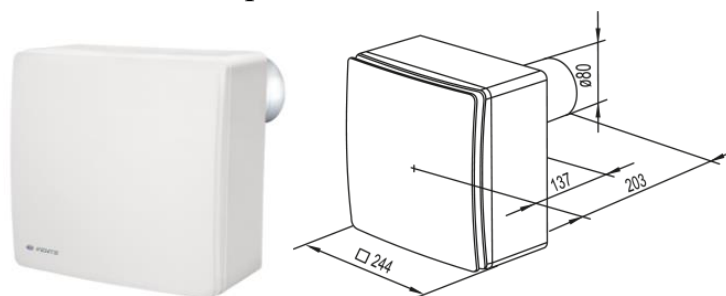
Характеристики вентиляційного обладнання

Вентилятор витяжний осьовий



Модель	Швидкість, м/с	Споживана потужність, Вт	Максимальна витрата повітря, м ³ /год.
ВЕНТС 100 Квайт	–	7,5	97
ВЕНТС 125 Квайт	–	17	185
ВЕНТС 150 Квайт	макс.	19	315
	мін.	17	220
ВЕНТС 150 Квайт Екстра	макс.	22	370
	мін.	19	280

Вентилятор витяжний відцентровий



Модель	ВН-1 80 ВН 80	ВН-1А80 ВН-А 80	ВН-1 Б 80 ВН-Б 80	ВН-1 С 80 ВН-С 80	ВН-1Д 80 ВН-Д 80
Кількість режимів	3	2	2	3	2
Потужність, Вт	17/27/48	12/17	12/27	12/17/27	17/27
Витрата повітря, мін./сер./макс., м ³ /год.	63/102/150	35/63	35/102	35/63/102	63/102
Частота обертів, хв. ⁻¹	1350/1830/2640	890/1350	890/1830	890/1350/1830	1350/1830

Припливно-витяжна установка «LOSSNAY» LGH-RVX-ER



Модель	Витрата повітря, м ³ /год. при швидкості вентилятора			Розміри (Ш×Д×В), мм	Ефективність рекуператора по температурі (%)	Маса (кг)
	мін.	сер.	макс.			
LGH-15RVX-ER	38	75	150	610×780×273	80–84	20
LGH-25RVX-ER	63	125	250	735×780×273	79–86	23
LGH-35RVX-ER	88	175	350	874×888×315	80–88	30
LGH-50RVX-ER	125	250	500	1016×888×315	78–87	33
LGH-65RVX-ER	163	325	650	954×908×386	77–86	38
LGH-80RVX-ER	200	400	800	1004×1144×399	79–85	48
LGH-100RVX-ER	250	500	1000	1231×1144×399	80–89	54

Обладнання систем охолодження

Спліт-система



Настінний внутрішній блок



Канальний внутрішній блок

Складається з одного внутрішнього та одного зовнішнього блоків, які з'єднані між собою двома мідними трубопроводами (рідини та газу).

Діапазон потужності: 2,0 – 10 кВт.

Підбирається для кожного приміщення за визначеною потрібною потужністю $Q_{\text{конд}}$.

Мультиспліт-системи



Можливе підключення до 5 внутрішніх блоків різного типу до одного зовнішнього блоку. Кожен внутрішній блок може приєднуватись до зовнішнього окремо двома мідними трубопроводами (рідини та газу) або через колектор.

Внутрішній блок підбирається для кожного приміщення за визначеною потрібною потужністю $Q_{\text{конд}}$. За сумарною потужністю та кількістю внутрішніх блоків обирається зовнішній блок. Потужність зовнішнього блоку має бути в діапазоні 50–130 % від сумарної потужності внутрішніх блоків.

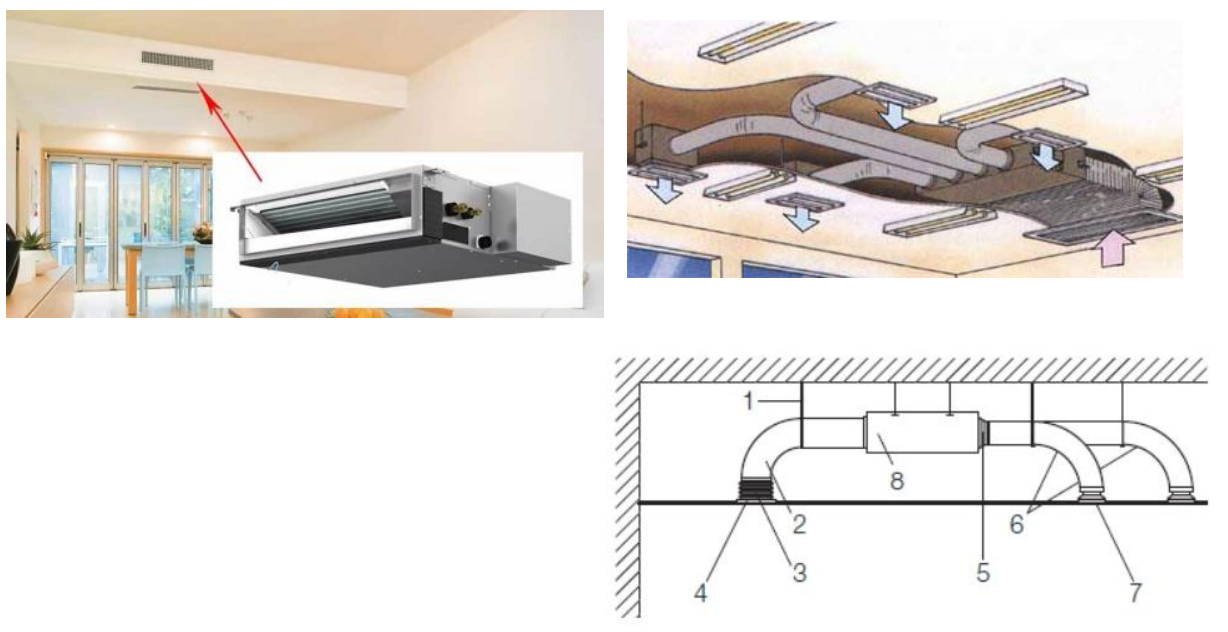


Рис. Є.1. Розміщення каналного внутрішнього блоку системи охолодження:
1 – підвіска на шпильках, 2 – забірний повітропровід, 3 – гнучкий повітропровід, 4 – забірна вентиляційна решітка/дифузор, 5 – адаптер для підключення повітропроводів, 6 – подавальний повітропровід, 7 – припливна вентиляційна решітка/дифузор, 8 – каналний внутрішній блок

Коефіцієнт одночасності в залежності від газовикористовуючого обладнання

Таблиця Ж.1

Значення коефіцієнта одночасності k_{sim} , для житлових будинків [7]

Кількість квартир	Коефіцієнт одночасності в залежності від встановленого в житлових будинках газовикористовуючого обладнання		
	плита 4-пальникова	плита 2-пальникова	плита 4-пальникова та газовий проточний водонагрівач
1	1,000	1,000	0,700
2	0,650	0,840	0,560
3	0,450	0,730	0,480
4	0,350	0,590	0,430
5	0,290	0,480	0,400
6	0,280	0,410	0,392
7	0,280	0,360	0,370
8	0,265	0,320	0,360
9	0,258	0,289	0,345
10	0,254	0,263	0,340

Примітка. Значення коефіцієнта одночасності для ємнісних водонагрівачів, опалювальних котлів або опалювальних печей допускається приймати 0,85 незалежно від кількості квартир.

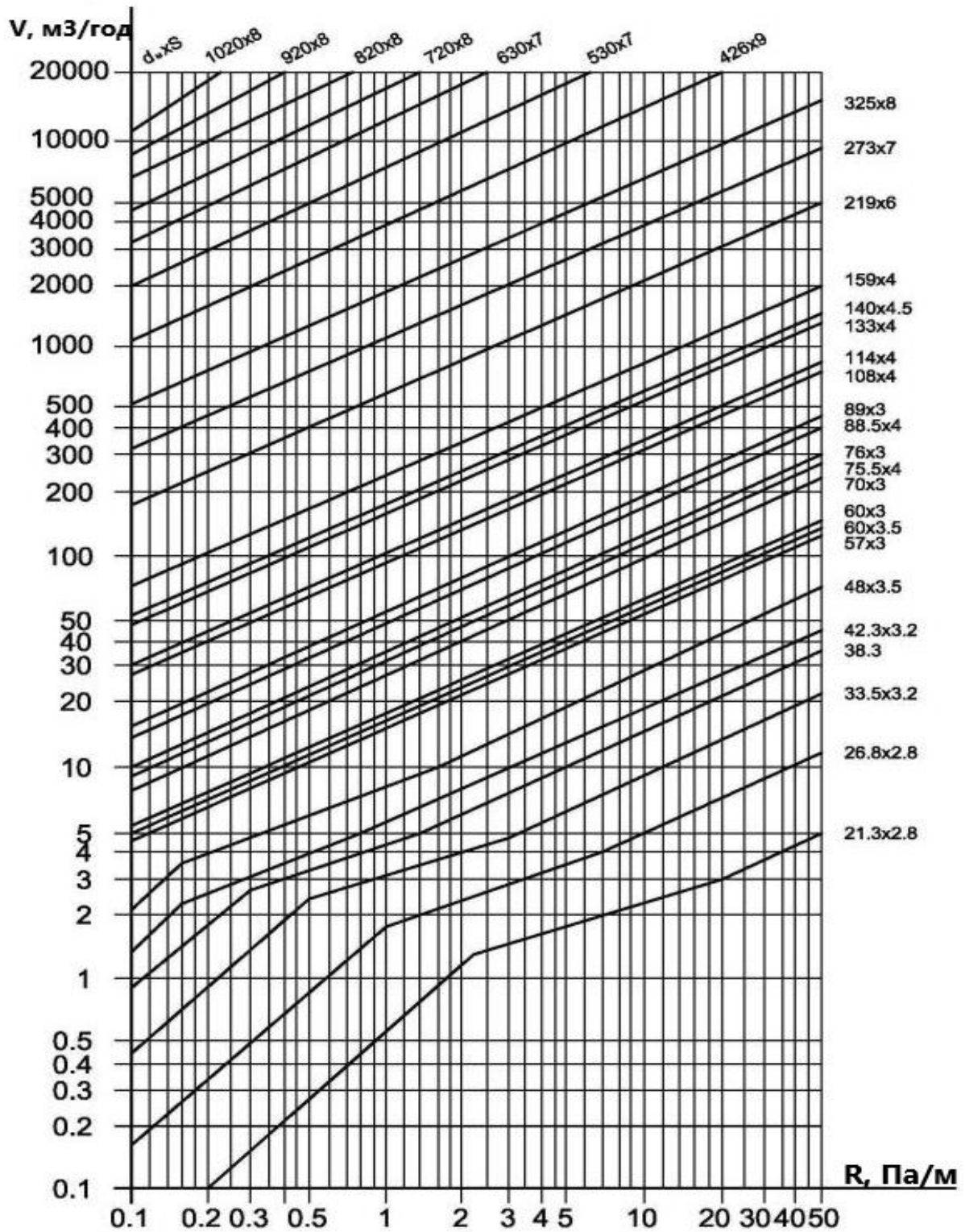
Типорозміри побутових лічильників газу

Таблиця З.1

Типорозміри і технічні характеристики побутових лічильників газу

Показник	Одиниця виміру	Типорозмір лічильника				
		G 1,6	G 2,5	G 4	G 6	G 10
1	2	3	4	5	6	7
Витрата газу:						
а) мінімальна	м ³ /год.	0,016	0,025	0,04	0,06	0,10
б) номінальна	м ³ /год.	1,6	2,5	4,0	6,0	10,0
в) максимальна	м ³ /год.	2,5	4,0	6,0	10,0	16,0
Втрата тиску ΔP при максимальній витраті	Па	55,0	80,0	150,0	130,0	
Робочий тиск, не більше	кПа	50 (100,150)			50 (100)	

Номограма для підбору діаметрів
сталевих газопроводів



Характеристики сталевих водогазопровідних труб

Таблиця І.1

Розміри сталевих водогазопровідних труб

Діаметр умовного проходу, мм	Зовнішній діаметр, мм	Товщина стінки, мм		
		легких	звичайних	посилених
15	21,3	2,5	2,8	3,2
20	26,8	2,35	–	–
20	26,8	2,5	2,8	3,2
25	33,5	2,8	3,2	4,0
32	42,3	2,8	3,2	4,0
40	48,0	3,0	3,5	4,0
50	60,0	3,0	3,5	4,5
65	75,5	3,2	4,0	4,5
80	88,5	3,5	4,0	4,5
90	101,3	3,5	4,0	4,5
100	114,0	4,0	4,5	5,0
125	140	4,0	4,5	5,5
150	165	4,0	4,5	5,5

Схеми приєднання теплогенераторів із закритою камерою згоряння до колективних димоходів



Рис. І.1. Схеми приєднання з подаванням повітря через димохід (ДСПГ)

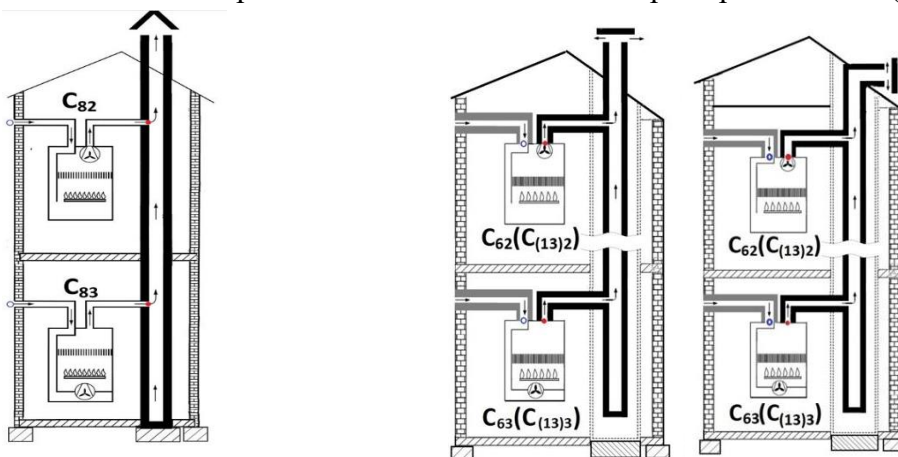


Рис. І.2. Схеми приєднання з подаванням повітря через зовнішню стіну

Конструкції систем відведення димових газів

Димохідна системи «ДіаТерм»

- Система призначена для підключення котлів із закритою камерою згоряння
- До одного димоходу можливе підключення до 10 котлів потужністю 20 кВт або 7 котлів потужністю 24 кВт (згідно розрахунку)
- Можливе використання в 10 поверхових будинках
- Стійкий до підвищеної кислотності та вологості
- Стійкий до високих температур та різких перепадів температур
- Низька газопроникність, низька вологопроникність
- Стійкий до загорання сажі
- Доступний в наступних діаметрах труб: Ø20, Ø25, Ø30
- Доступний в комплектах готових до швидкої збірки

Елементи системи :

- Шамотна частина підданія
- Труба з ревазією
- Лобова плита
- Покривельна плита
- Покр. плита (LAS)
- Прокід через плиту
- Монтажні прути
- Шамотна труба
- Блок димохідний
- Ущільнення гумові
- Конус з нерж. сталі
- Ущільнювач
- Решітка забору повітря
- Резівий дверцят
- Заслонка конденсатовідводу
- Розпірне кільце
- Конденсат відвід

Технічні дані:

Діаметр труби, см	Габарити блоків, см	Площа повітряного каналу, см ²	Площа вирівнювання тиску, см ²	Вага м.п. кг
20	40 x 40 x 33	409,83	47,12 - 78,54	119,1
25	48 x 48 x 25	634,35	73,63 - 122,72	135
30	57 x 57 x 25	880,04	105,97 - 176,62	199,8

Блок шахти повітропроводу:
геометричні розміри:
570x570x250

480x480x250

400x400x330

Кошиново-вентильційні блоки
геометричні розміри:
580x400x330

геометричні розміри:
800x400x250

геометричні розміри:
250x400x320

LeoТерм

Характеристики блоку шахти ДСПГ керамзитобетону, виробник ПП «Теплобудсервіс»



Марка бетону: марка міцності на стискання М200 (максимальна конструкційна висота 35 м).

Морозостійкість: цикл F50.

Розмір: 400x400x250; 480x480x250; 550x550x250.

Водопоглинання: не більше 15%.

Вогнестійкість: REI 45.

Ø	115	120	130	140	150	160	180	200	225	250	300
Блок	400x400						480x480			550x550	

Таблиця Й.1

Технічні характеристики колективних димоходів ДСПГ

Кількість підключень	до 4	до 5	до 7	до 10	
Діаметр колективного димоходу (D), мм	180	200	250	300	
Габарити системи (A), мм	400x400	400x400	480x480	570x570	
Вага система, кг/мп	72	73	124	165	
Діаметр колективного димоходу (Dv), мм		200	250	300	
Діаметр колективного димоходу (Dn), мм		320	400	500	

Навчально-методичне видання

ОПАЛЕННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЯ, ОХОЛОДЖЕННЯ ТА ГАЗОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ

Методичні вказівки

до виконання практичних робіт та курсового проектування
з дисципліни «Інженерне обладнання будівель і споруд:
теплогазопостачання і вентиляція»
для студентів спеціальності 191 «Архітектура та містобудування»
ОПП «Архітектура та містобудування»

Укладачі: **Коновалюк** Вікторія Анатоліївна,
Москвітіна Анна Сергіївна,
Шишина Марія Олексіївна

Випусковий редактор *Л. С. Тавлуй*
Комп'ютерне верстання *Д. М. Ніколаєвич*

Підписано до друку 04.03.2024. Формат 60 x 84_{1/16}
Ум. друк. арк. 4,04. Обл.-вид. арк. 6,5.
Електронний документ. Вид. № 8/III-24

Видавець і виготовлювач:
Київський національний університет будівництва і архітектури
Повітрофлотський проспект, 31, Київ, Україна, 03037

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів
видавничої справи ДК № 808 від 13.02.2002