КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Інженерних систем та екології
(факультет)
Теплотехніки
(назва випускової кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКПЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВР

на тему:
«Інженерія багатоповерхового житлового будинку із комбінованим ІТП по вул. Електриків в м. Києві»

Лесюка Михайла Миколайовича
(прізвище, ім’я та по батькові здобувача повністю)

Київ 2024 р.

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Інженерних систем та екології
(факультет)
Теплотехніки
(назва випускової кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

_____
„___” _____2024 року

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВР

«Інженерія багатоповерхового житлового будинку із комбінованим ІТП по вул. Електриків в м. Києві»

Виконав: Лесюк Михайло Миколайович
(прізвище, ім’я та по батькові повністю)
144 «Теплоенергетика»
(спеціальність)
Енергетичний менеджмент, енергоефективні муніципальні та промислові теплові технології
(освітня програма)
Група ТЕ-20
Керівник Кириченко М. А.
(прізвище та ініціали)
доцент, канд. техн. наук
(вчене звання, науковий ступінь)
Ідентичність підтверджую

Київ 2024 р.

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет: Інженерних систем та екології

Випускова кафедра: Теплотехніки

Освітній ступінь: Бакалавр

Спеціальність: 144 «Теплоенергетика»

Освітня програма: Енергетичний менеджмент, енергоефективні муніципальні та промислові теплові технології

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан факультету

_____
„___”_____2024 року

З А В Д А Н Н Я
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

Лесюка Михайла Миколайовича

1. Тема роботи «Інженерія багатоповерхового житлового будинку із комбінованим ІТП по вул. Електриків в м. Києві» затверджена наказом ректора КНУБА № _____від «__»____ 2024 року.
2. Керівник роботи Кириченко Михайло Анатолійович, доц., к. т. н.
3. Строк подання здобувачем роботи до захисту_____
4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Р. 1. Вихідні дані для проектування

Р. 2. Теплотехнічний розрахунок

Р. 3. Тепловтрати приміщень будівлі

Р. 4. Опалення

Р. 5. Вентиляція приміщень житлового будинку

Р.6. Індивідуальний тепловий пункт (ІТП)

5. Графічний матеріал за розділами

Р. 1. Опалення. План поверху на позн. -2.700. План поверху на позн. ±0.000. План поверху на позн. + 4,030.

Р. 2._ Опалення офісної частини. Аксонометрична схема системи опалення. Ст.1.8В, Ст.2.8В. Вузли «В», «Г», «Д», «Е».

Р. 3. Опалення та вентиляція житлової частини. План поверхів на позн. +7,900...23,400.

Р. 4. Опалення та вентиляція житлової частини. План на позн. +26,500. План на позн. +29,600. Аксонометричні схеми вентиляції житлової частини.

Р. 5. Опалення житлових приміщень. Аксонометрична схема системи опалення. Ст.1.8Ж та Ст.2.8Ж. Встановлення опор та компенсаторів

Р.6. Тепломеханічні рішення ІТП. Теплова схема ІТП. Схема тепло-холодопостачання.

Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1. Вихідні дані для проектування	2024
Розділ 2. Теплотехнічний розрахунок	2024
Розділ 3. Тепловтрати приміщень будівлі	2024
Розділ 4. Опалення	2024
Розділ 5 Вентиляція приміщень житлового будинку	2024
Розділ 6. Індивідуальний тепловий пункт (ІТП)	2024
Направлення роботи для перевірки на плагіат	2024
Попередній захист роботи на випусковій кафедрі	2024
Направлення роботи на рецензування	2024

Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірив	
		дата	підпис
Розділ 1.			
Розділ 2.			
Розділ 3.			
Розділ 4.			
Розділ 5.			
Розділ 6.			

Дата видачі завдання _____

Зав. кафедри _____ Кириченко М.А.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Керівник _____ Кириченко М.А.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Здобувач _____ Лесюк М.М.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Зміст

Вступ 3

Розділ 1. Вихідні дані для проектування 4

1.1 Характеристика об’єкту 5

1.2 Кліматологічні дані 6

Розділ 2. Теплотехнічний розрахунок 9

2.1 Загальні положення та нормативні вимоги 10

2.2. Методика розрахунку 12

2.3. Приклад розрахунку зовнішньої огороджувальної конструкції 17

Розділ 3. Тепловтрати приміщень будівлі 22

3.1. Загальні положення 23

3.2. Методика розрахунку тепловтрат 27

3.3. Приклад розрахунку 31

Розділ 4. Опалення

4.1. Вибір і конструювання системи опалення

4.2. Гідравлічний розрахунок системи опалення

4.3. Підбір та розрахунок опалювальних приладів

Розділ 5. Вентиляція приміщень житлового будинку

5.1. Загальні положення

Розділ 6. Індивідуальний тепловий пункт (ІТП)

6.1. Вихідні дані для розрахунку ІТП

6.2. Основні технічні рішення.

6.3. Розрахунок витрат теплоносія на будинок

Література

Зм.	Кільк	Ар	№док	Підпис	Дата	Кваліфікаційна робота бакалавра		
Розробив		Лесюк М.			2024	Загальна пояснювальна записка	Стадія	Аркуш	Аркушів
Консультант		Кириченко			2024		КР	1	
Керівник		Кириченко			2024		ТЕ-20		
Н.конто.		Кириченко			2024				

Вступ

Вступ

Статистичні дані свідчать, що саме на будівлі припадає найбільша частка енергетичного попиту в Україні, що відповідає близько 40% загального енергоспоживання країни. Середньостатистична людина проводить близько 90% свого часу в приміщенні з різною метою. Доведено, що якість внутрішнього середовища впливає на здоров'я та самопочуття людини. Однак не всі існуючі системи обслуговування будівель здатні гнучко підлаштовуватися до мінливих потреб споживачів. Однією з основних систем, що відповідає за комфорт в приміщеннях та підтримання необхідної температури в холодну пору року в них, є система опалення будівлі. Зазвичай вона підключається до централізованого або децентралізованого джерела теплової енергії.

Ця кваліфікаційна робота демонструє те, як правильно розробити та порахувати систему опалення будівлі відповідно до вимог чинних Державних будівельних норм і стандартів України. Стандартизовані рішення можуть значно прискорити поточні темпи реновації будівель. Важливо зазначити, що економія енергії - не єдиний результат впровадження ефективних рішень. Інвестиції в енергоефективність дозволяють, в першу чергу, підвищити рівень комфорту в кожному приміщенні з урахуванням індивідуальних потреб мешканців. У централізованому теплопостачанні кожна система опалення будь-якої будівлі, включаючи багатоквартирний будинок, підключається до теплової мережі через індивідуальний тепловий пункт (ІТП). Відповідно, один із розділів цієї роботи присвячений схемам та компонентам ІТП. Однак основна увага приділена самій системі опалення: правильному прокладанню трубопроводів і вибору обладнання як для стояків (при їх балансуванні), так і для індивідуальних опалювальних приладів.

Розділ 1. Вихідні дані для проектування

1.1. Характеристика об’єкту

Проект «Інженерія багатоповерхового житлового будинку із комбінованим ІТП по вул. Електриків в м. Києві» виконаний на підставі завдання на проектування, затвердженого замовником, згідно архітектурних креслень, технологічних завдань та діючих вимог Державних будівельних норм і стандартів України:

- ✓ ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування»;
- ✓ ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. – К.: Мінрегіон України, 2022. – 27 с.
- ✓ ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія [Чинні від 2011-11-01] – К.: Мінрегіон України, 2011. – 127 с.
- ✓ ДБН В.2.2-28:2010 «Будинки і споруди. Будинки адміністративного та побутового призначення»;
- ✓ ДБН В.2.2-15:2019 «Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення»;
- ✓ ДБН В.1.2-10-2008 «Захист від шуму»;
- ✓ ДБН В.1.2-11-2008 «Економія енергії»;
- ✓ ДСТУ-Н Б В.2.5-73:2013 «Настанова з монтажу внутрішніх санітарно-технічних систем».

В даній кваліфікаційній роботі розробляються системи опалення вбудованих та житлових приміщень та комбінований індивідуальний тепловий пункт для восьмої секції восьмиповерхового житлового комплексу з вбудованими приміщеннями, який знаходиться в м. Києві. Індивідуальний тепловий пункт (ІТП), який є джерелом теплоти для систем опалення та теплопостачання, знаходиться на позначці -2.700 в сьомій секції (див. план-схему, рис. 1.1).

На позначці -2,700 знаходяться комори та технічні приміщення (рис. 1.2). Вбудовані приміщення: офіси та торгові приміщення, займають два поверхи на позначках 0,000 та +4,030 (рис. 1.3, рис. 1.4). Житлові квартири розташовані на позначках +7,900… +29,600 (рис. 1.5, рис. 1.6, рис. 1.7, рис. 1.8).

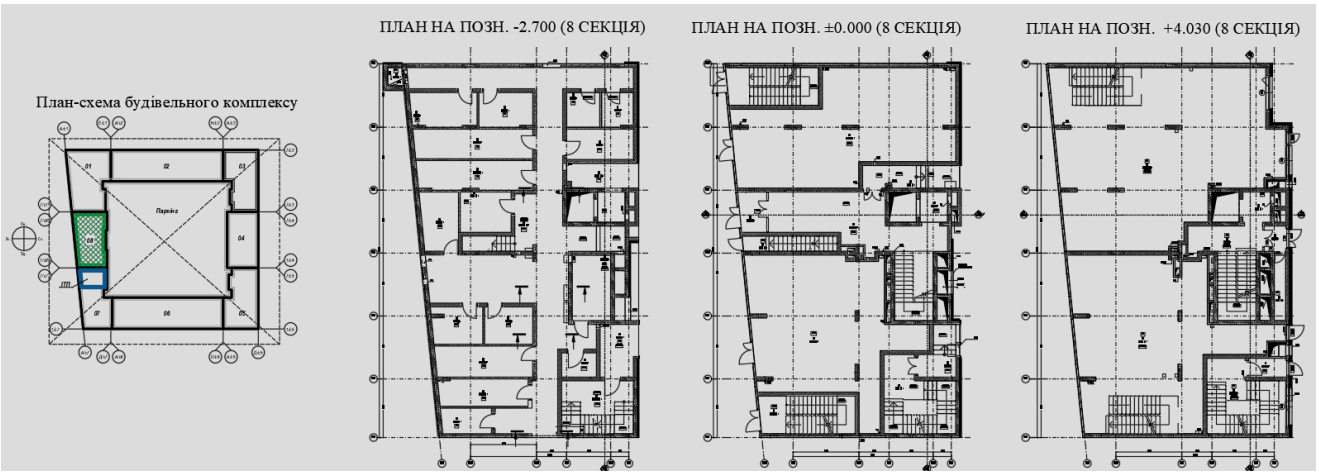


Рис. 1.1 Рис.1.2 Рис.1.3…….Рис.1.4

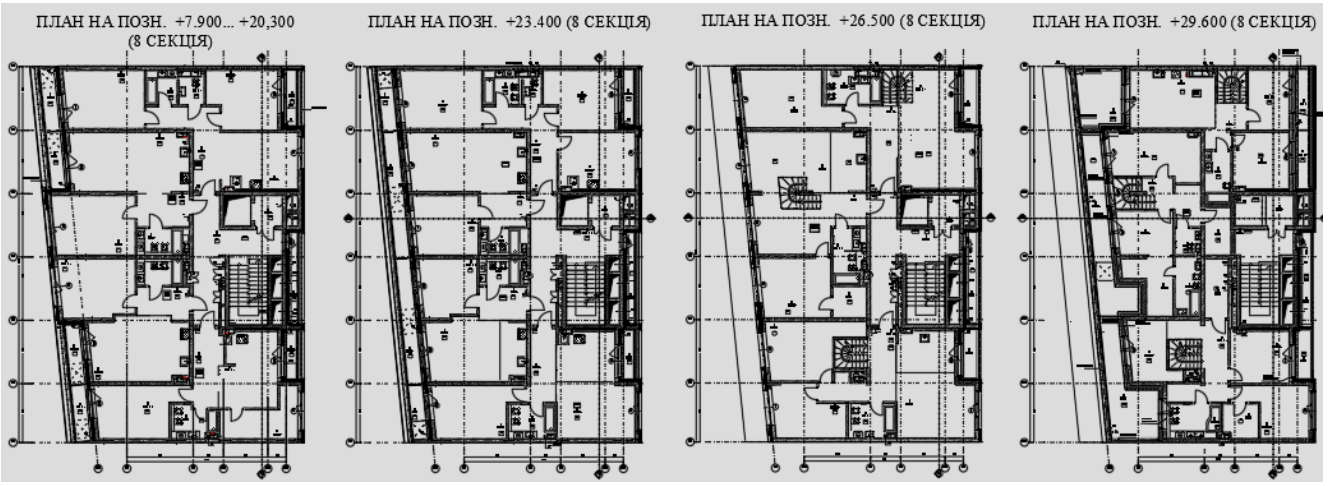


Рис. 1.5 Рис.1.6 Рис. 1.7 Рис. 1.8

1.2. Кліматологічні дані

Поділ території України на кліматичні райони та підрайони зроблено на основі комплексного аналізу впливу середньомісячної температури повітря у січні та липні, середньої швидкості вітру у січні, середньої місячної вологості повітря у липні та середньої річної кількості опадів на типологію будинків [2].

Карту архітектурно-будівельного кліматичного районування території України наведено на рис. 1 [2], кліматологічні характеристики районів наведені в табл. 1 [2]. Детальніше температурні зони поділу України наведені в табл. 1.1.

Таблиця 1.1. Поділ території України на температурні зони

Температурні зони	Кількість градусо-діб (г.-д.)	Географічний район (область України)
I зона	>3501	Рівненська, Тернопільська, Хмельницька, Житомирська, Вінницька, Київська, Чернігівська, Черкаська, Кіровоградська, Полтавська, Сумська, Харківська, Донецька, Волинська
II зона	3001-3500	Львівська, Івано-Франківська, Чернігівська, Дніпропетровська, Запорізька
III зона	2501-3000	Закарпатська, Одеська, Миколаївська, Північна частина Автономної республіки Крим
IV зона	<2500	Південна частина Автономної республіки Крим

Отже, місто Київ знаходиться в I температурній зоні, де кількість градусо-діб >3501.

Розрахункові параметри зовнішнього повітря

Кліматологічну характеристику температури зовнішнього повітря для різних міст України наведено в табл. 2 [2]. Розрахункова відносна вологість та швидкість повітря приймаються у холодний період року для січня, а у теплий - для липня. Характеристика вітру в січні приймається за даними табл. 5 [2].

Прийняті параметри зовнішнього повітря м. Києва наведені нижче:

Географічна широта :	51°	Пн.ш.
Барометричний тиск :	990	ГПа
Розрахункові параметри зовнішнього повітря :		
Температура розрахункова:		
✓ для проектування опалення та вентиляції взимку	- 22	°С
Питома ентальпія:		
✓ для проектування опалення та вентиляції взимку	- 20,7	кДж/кг
Середня температура опалювального періоду	- 1,1	°С
Температурна зона України	I	
Кількість опалюваних днів на рік за $t_з \leq +8°C$	187	

Кількість градусо-діб опалювального періоду	3572	
Швидкість вітру взимку	4,2	м/с

Розрахункові параметри внутрішнього повітря відповідно до [4] та [6] занесені до табл. 1.2 та 1.3

Таблиця 1.2 . Розрахункові результуючі температури для проектування приміщень житлової будівлі (ДБН В.2.2-15:2019 табл. 2)

Приміщення	Розрахункова результуюча температура приміщення, °С, у житлі для	
	здорових людей	осіб з інвалідністю та людей літнього віку
Загальна кімната, спальня, дитяча, кабінет	22 ± 2	22 ± 1
Кухня, кухня-їдальня	19,5 ± 3	19,5 ± 1,5
об'ємом не більше 20 м^3		
об'ємом більше 20 м^3		
Ванна	25 ± 1,5[2)]	25 ± 0,5
Туалет	22 ± 2	22 ± 1
Суміщений санвузол	25 ± 1,5[2)]	25 ± 0,5
Вестибюль, загальний коридор, сходова клітка, передпокій квартири	19,5 ± 4	19,5 ± 3
Приміщення чергового персоналу (консьєржа)	22 ± 2	
Незадимлювана сходова клітка Н1	14[3)]	
Машинне приміщення ліфтів [4)]	5[4)]	
Сміттєзбірна камера, приміщення	5	
Опалюваний гараж-стоянка	5	
Електрощитова	5	

З таблиці 1.3. умови приймаються оптимальні.

Таблиця 1.3. Розрахункові результуючі температури для проектування приміщень житлової будівлі (ДБН В.2.5-67:2013).

Тип будівлі/приміщення	Умови мікроклімату	Результуюча температура, °С	
		Діапазон в опалювальний період (у холодний період), приблизно 1,0 кло	Діапазон в період охолодження (у теплий період), приблизно 0,5 кло
Окремий звичайний офіс (комірковий офіс) Сидяча діяльність – приблизно 1,2 мет	Підвищені оптимальні	22,0 ± 1,0	24,5 ± 1,0
	Оптимальні	**22,0 ± 2,0**	**24,5 ± 1,5**
	Допустимі	22,0 ± 3,0	24,5 ± 2,5
Просторий ландшафтний офіс (офіс з відкритим плануванням) Сидяча діяльність – приблизно 1,2 мет	Підвищені оптимальні	22,0 ± 1,0	24,5 ± 1,0
	Оптимальні	**22,0 ± 2,0**	**24,5 ± 1,5**
	Допустимі	22,0 ± 3,0	24,5 ± 2,5
Універмаг / музей / галерея Стояння – ходьба – приблизно 1,6 мет	Підвищені оптимальні	19,0 ± 1,5	23,0 ± 1,0
	Оптимальні	**19,0 ± 3,0**	**23,0 ± 2,0**
	Допустимі	19,0 ± 4,0	23,0 ± 3,0
Аудиторія, клас Сидяча діяльність – приблизно 1,2 мет	Підвищені оптимальні	22,0 ± 1,0	24,5 ± 1,0
	Оптимальні	**22,0 ± 2,0**	**24,5 ± 1,5**
	Допустимі	22,0 ± 3,0	24,5 ± 2,5
Конференц-зала Сидяча діяльність – приблизно 1,2 мет	Підвищені оптимальні	22,0 ± 1,0	24,5 ± 1,0
	Оптимальні	**22,0 ± 2,0**	**24,5 ± 1,5**
	Допустимі	22,0 ± 3,0	24,5 ± 2,5
Кафетерій / ресторан Сидяча діяльність – приблизно 1,2 мет	Підвищені оптимальні	22,0 ± 1,0	24,5 ± 1,0
	Оптимальні	**22,0 ± 2,0**	**24,5 ± 1,5**
	Допустимі	22,0 ± 3,0	24,5 ± 2,5

Джерелом постачання тепловою енергією систем опалення є комбінований індивідуальний тепловий пункт (ІТП). Теплоносій, вода, яка буде надана від ІТП, має у трубопроводі подачі температуру розрахункового зимового графіка +80°С.

Характеристика та креслення обраних у проекті зовнішніх огороджувальних архітектурно-будівельних конструкцій для опалюваних приміщень проектованої будівлі, а також усі розрахунки їх теплотехнічних показників досягнутої теплової ефективності, наведено у складі розділу 2 пояснювальної записки.

Розділ 2. Теплотехнічний розрахунок

2.1 Загальні положення та нормативні вимоги

У сучасному світі нового будівництва, реконструкції та модернізації будівель першим кроком є перевірка енергозберігаючих властивостей зовнішніх огороджувальних конструкцій.

Проблема теплоізоляції та економного енергоспоживання стала домінуючою в будівельній галузі не тільки в нашій країні, але й в інших країнах світу у зв'язку з глобальною енергетичною та економічною ситуацією. В Україні новий ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» визначає межі нормативного опору теплопередачі для зовнішніх огороджувальних конструкцій незалежно від матеріалу, як це було в попередніх стандартах.

Для зовнішніх огороджувальних конструкцій опалювальних будівель і споруд згідно з ДБН В.2.6-31:2021 є обов'язковими наступні умови:

$$R_{np} > R_{q\,\min} \tag{2.1}$$

де $R_{пр}$ – приведений розрахунковий опір теплопередачі огороджувальної конструкції, $м^{2\cdot 0}С/Вт$;

R_{qmin} – нормативне мінімально допустиме значення опору теплопередачі огороджувальної конструкції, $м^{2\cdot 0}С/Вт$.

Належна теплоізоляція є необхідною умовою для створення здорових і комфортних умов для людей всередині будівель. Теплоізоляційна здатність огороджувальних конструкцій визначає величину тепловтрат, припливу тепла і, найголовніше, температуру поверхні конструкції, на яку реагує система терморегуляції людини.

Якщо температура навколишніх предметів опускається нижче 18-24°С (комфортні умови), тепловіддача від тіла людини збільшується і розвивається відчуття холоду. Якщо температура підвищується, напрямок тепловіддачі змінюється і організм людини реагує на це потовиділенням.

В таблиці 2.1 наведені розрахункові значення температури внутрішнього повітря і відносної вологості приміщень в залежності від їх функціонального призначення. Розрахункові значення визначаються за таблицями Б.1, Б.2 та Б3 дод Б [1].

Таблиця 2.1 – Розрахункові значення температури й вологості повітря приміщень

Призначення будинків	Розрахункова температура внутрішнього повітря $t_в$, °С	Розрахункове значення відносної вологості $\varphi_в$, %	Вологості умови експлуатації
Житлові	20	55	Б
Громадські та адміністративні	20	50-60	Б

Залежно від температурної зони, в якій знаходиться населений пункт в Україні, в таблиці 2.2 наведено мінімально допустимі значення приведеного опору теплопередачі зовнішніх огороджувальних конструкцій житлових та громадських будівель R_{qmin} [1].

Таблиця 2.2. Мінімально допустиме значення приведеного опору теплопередачі огороджувальної конструкції житлових та громадських будівель R_{qmin}

Ч.ч.	Вид огороджувальної конструкції	Значення R_{qmin}, м^2·К/Вт, для температурної зони	
		I	II
1	Зовнішні стінові огороджувальні конструкції	4,00	3,50
2	Суміщені покриття,що межують із зовнішнім повітрям	7,00	6,00
3	Покриття опалюваних горищ (технічних поверхів), мансард,горищні перекриття неопалюваних горищ	6,00	5,50
4	Перекриття, що межують із зовнішнім повітрям, та над неопалюваними підвалами	5,00	4,00
5	Світлопрозорі огороджувальні конструкції	0,90	0,70
6	Зенітні ліхтарі	0,80	0,70
7	Зовнішні двері	0,70	0,60

Різниця між температурою внутрішнього повітря і температурою внутрішньої поверхні огороджувальної конструкції наведена в табл. 2.3 [1].

Таблиця 2.3. Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огороджувальної конструкції

Призначення будівлі	Вид огороджувальної конструкції		
	Стіни (зовнішні, внутрішні), світлопрозорі фасади	Покриттята перекриття неопалюваних горищ	Перекриття, що межують із зовнішнім повітрям, над неопалюваними підвалами та підлог на ґрунті в опалюваних приміщеннях
Житлові будівлі та будівлі закладів дошкільної освіти, закладів освіти та закладів охорони здоров'я	4,0	3,0	2,0
Нежитлові будівлі, крім зазначених вище, адміністративні та побутові, за винятком приміщень з вологим або мокрим режимом експлуатації	5,0	4,0	2,5
Виробничі будівлі з сухим та нормальним режимом експлуатації	7,0	5,0	
Виробничі будівлі з вологим та мокрим режимом експлуатації	θ_{int}- θ_D	0,8 (θ_{int} - θ_D)	
Виробничі будівлі з надлишками тепла (більше ніж 23 Вт/м^3)	12	12	

2.2. Методика розрахунку

Процес теплопередачі через стіну- це перенесення тепла від одного середовища до іншого. Отже, теплопередача складається з:

- ✓ – конвекційної тепловіддачі (h_{si} = внутрішньої конвекції);
- ✓ – теплопровідності (λ /d) через (плоску) стіну;
- ✓ – конвекційної тепловіддачі (h_{se}= зовнішньої конвекції).

Теплопередача через плоску стіну передбачає наявність одновимірного стаціонарного теплового потоку. У конструкційному елементі огороджувальної конструкції, що складається з декількох шарів, сумарний опір теплопередачі може складатися з суми опорів

теплопровідності всіх шарів і опорів тепловіддачі внутрішніх і зовнішніх огороджень (рис. 2.1).

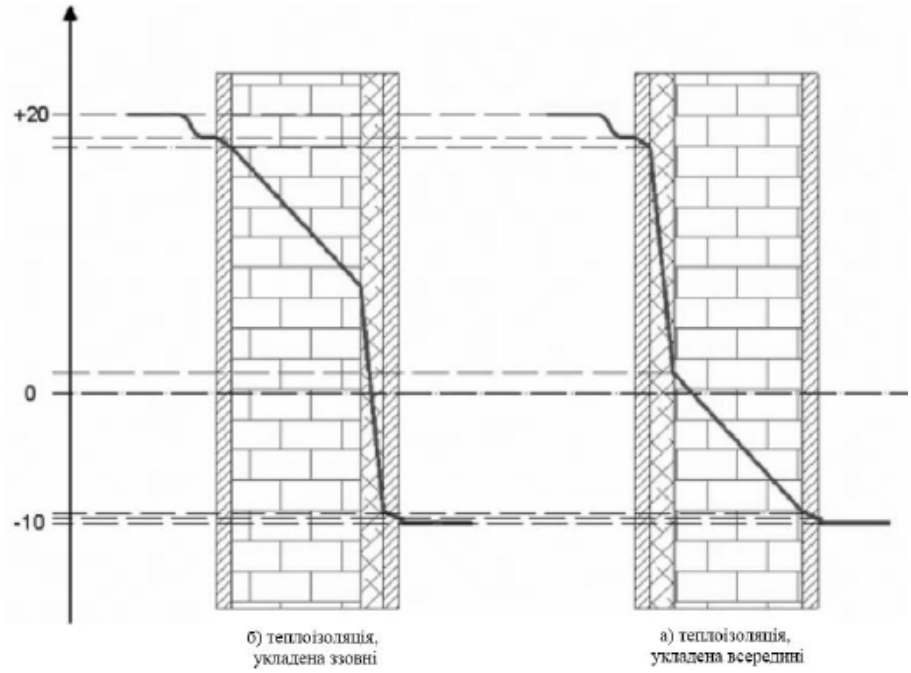


Рис.2.1. Форма температурної кривої в теплоізольованій стіні при (б) зовнішній, (а) внутрішній ізоляції

Рівняння для розрахунку опору теплопередачі через зовнішні огороджувальні конструкції, що мають декілька шарів, м^{2}К/Вт має вигляд [3]:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^{I} R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^{I} \frac{d_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{h_{se}}, \qquad (2.2)$$

де h_{si}, h_{se} — коефіцієнти теплообміну внутрішньої і зовнішньої поверхонь огороджувальної конструкції, Вт/(м^2 · К), які приймають згідно з додатком Б;

R_i — тепловий опір *i*-го шару конструкції, м^2 · К/Вт. Для замкнених повітряних прошарків значення теплового опору визначають за даними, наведеними у додатку В;

d_i — товщина *i*-го шару конструкції, м;

λ_{ip} — теплопровідність матеріалу *i*-го шару конструкції за розрахункових умов експлуатації (розрахункова теплопровідність), Вт/(м · К), приймають згідно з додатком А;

$i…I$ — кількість шарів огороджувальної конструкції.

Ψ_m — лінійний коефіцієнт теплопередачі *m*–го лінійного теплопровідного включення (враховують теплопровідні включення, визначені за примітками 1 та 2 підрозділу 5.5), Вт/(м · К);

l_m — лінійний розмір (проекція) *m*-го лінійного теплопровідного включення, м;

χ_j — точковий коефіцієнт теплопередачі *j*-го точкового теплопровідного включення, Вт/К, розраховують за тримірним температурним полем або приймають згідно з додатком Д;

N_j — загальна кількість *j*-их точкових теплопровідних включень, що розташовані на загальній площі огороджувальної конструкції без урахування площ внутрішніх укосів прорізів, шт.

Опір тепплопередачі багатошарової конструкції визначається за формулою:

$$R_i = d_i / \lambda_{ip} \qquad (2.3)$$

Розрахункові значення коефіцієнтів тепловіддачі внутрішньої та зовнішньої поверхонь огороджувальних конструкцій наведені в таблиці Б [3].

Таблиця Б

Ч.ч.	Тип конструкції		Коефіцієнт тепловіддачі, Вт/(м^2 · К)	
			h_{si}	h_{se}
1	Вертикальні непрозорі огороджувальні конструкції (зовнішні стіни)	з опорядженням штукатурками	8,7	23
		з вентильованими повітряними прошарками	8,7	12
2	Те саме (зовнішні двері, ворота)	непрозорі	8,7	23
3	Вертикальні світлопрозорі огороджувальні конструкції (вікна, двері балконні, світлопрозорі зовнішні двері, вітражі, світлопрозорі фасади)		8,0	23
4	Горизонтальні світлопрозорі огороджувальні конструкції (зенітні ліхтарі, покриття атріумів, оранжерей)		9,9	23
5	Горизонтальні непрозорі огороджувальні конструкції за теплового потоку знизу догори	плоскі (суміщені) покриття	10,0	23
		горищні перекриття	10,0	6
6	Горизонтальні непрозорі огороджувальні конструкції за теплового потоку зверху донизу	перекриття над неопалюваними підвалами та техпідпіллями, що не вентилюються зовнішнім повітрям	5,9	6
		перекриття над неопалюваними підвалами зі світловими прорізами в стінах	5,9	12
		перекриття над неопалюваними підвалами, що межують із зовнішнім повітрям	5,9	17
		перекриття, що межують із зовнішнім повітрям (еркери, проїзди)	5,9	23

Якщо в зовнішніх огороджувальних конструкція є замкнений повітряний прошарок, то термічний опір такого прошарку буде дорівнювати значенням, занесеним в табл. 2.4:

Повітряний прошарок вважається замкнутим тільки тоді, коли товщина зовнішнього шару кладки перевищує 250 мм. При цьому висота замкнутого повітряного прошарку не повинна перевищувати висоти поверху, але не більше 6 м, а товщина повинна бути в межах 20-100 мм. В інших випадках повітряний прошарок вважається вентильованим і при визначенні опору теплопередачі не враховується, як і зовнішній облицювальний шар.

Таблиця 2.4. Термічнимй опір замкнутого повітряного прошарку

Товщина повітряного прошарку, м	Розміщення прошарку			
	горизонтальне при потоці тепла знизу вгору та вертикальне		горизонтальне при потоці тепла згори донизу	
	середня температура повітря у прошарку			
	≥0° С	< 0°с	≥0° С	< 0 °с
0,01	0,13	0,15	0,14	0,15
0,02	0,14	0,15	0,15	0,19
0,03	0,14	0,16	0,16	0,21
0,05	0,14	0,17	0,17	0,22
0,1	0,15	0,18	0,18	0,23
0,15	0,15	0,18	0,19	0,24
0,2-0,3	0,15	0,19	0,19	0,24

Температура внутрішньої поверхні огороджувальної конструкції визначається за формулою:

$$t_{вп} = t_в - \left(\frac{t_в - t_з}{R_{пр} h_в}\right), \quad (2.4)$$

де $t_в$- розрахункова температра внутрішнього повітря, °С;

$t_з$- розрахункова температра зовнішнього повітря, °С.

В таблиці 2.5 наведені розрахункові температури зовнішнього повітря $t_з$, °С.

Таблиця 2.5. Розрахункова температура зовнішнього повітря

№	Область	Розрахункова температура зовнішнього повітря $t_з$, ^0C
1	Чернігівська, Сумська, Київська, Житомирська, Тернопільська, Хмельницька, Вінницька, Черкаська, Кіровоградська, Полтавська, Харківська, Рівненська, Донецька, Луганська	-22
2	Луцька, Волинська, Львівська, Івано- Франківська, Чернівецька, Дніпропетровська, Запорізька	-20
3	Закарпатська, Одеська, Миколаївська, Херсонська, Республіка Крим	-18
4	Південне узбережжя Криму	-12

Під час експлуатації властивості будівельних матеріалів, з яких складаються огороджувальні конструкції, можуть змінюватися під впливом зовнішніх факторів.

Особливе значення має підвищення вологості конструкцій будівель, що призводить до збільшення коефіцієнта теплопровідності і, відповідно, до погіршення теплоізоляційних властивостей будівельних матеріалів і конструкцій.

При проектуванні теплоізоляційної оболонки будинку у вигляді багатошарових конструкцій теплоізоляційні матеріали повинні розташовуватися з зовнішнього боку огороджувальної конструкції для того, щоб запобігти накопиченню в них вологи.

Значна залежність теплопровідності від вмісту вологи в матеріалі пояснюється тим, що вологою витісняється з пор повітря, а теплопровідність вологи в 25 разів вища, ніж теплопровідність повітря в стані спокою.

Зростання коефіцієнта теплопровідності зі збільшенням вологості матеріалів можна визначити за допомогою табл. 2.6, яка базується на результатах досліджень В.В. Саввовського та узагальненні робіт А.Н. Малазова, А.А. Будиловича, К. Шпайделя, З. Майнерта, К. Гертіса та ін.

В таблиці 2.6 наведені розрахункові значення збільшення коефіцієнта теплопровідності будівельних матеріалів в залежності від вмісту в них вологи.

Використовуючи спрощений метод оцінки опору теплопередачі зовнішніх огороджувальних конструкцій, можна визначити, чи відповідає огороджувальна

конструкція будівлі чинним законодавчим вимогам, і швидко підібрати тип і товщину необхідної ізоляції.

Таблиця 2.6. Збільшення коефіцієнта теплопровідності будівельних матеріалів в залежності від вмісту в них вологи

№	Найменування матеріалу	Фактичний вміст вологи,%		Підвищення коефіцієнта теплопровідності ,%
		по об'єму	по масі	
1	Цегла: повнотіла пустотіла	 1 2	 - -	 20 12,5
2	Керамзитобетон, не ущільнений бетон	4	-	10
3	Бетон з замкнутими порами, силікатні камені, шлакові і пемзових матеріалів, шлакоблоки, бетон на цегельному бій, газо-, пінобетон, ксилоліт, засипки	5	-	12
4	гіпсові плити	2	-	12,5
5	Волокнисті матеріали: - мінеральні - рослинні	 - -	 5 15	 2 0,7
6	Пінопласти	-	5	2

2.3. Приклад розрахунку зовнішньої огороджувальної конструкції

В даній кваліфікаційній роботі необхідно порахувати наступні зовнішні огороджувальні конструкції:

- ✓ зовнішню стіну;
- ✓ горищне покриття;
- ✓ перекриття 3-го поверху;
- ✓ покриття балконів.

Вихідні дані:

1. Район будівництва: м. Київ.
2. Призначення будівлі: житловий будинок.
3. Конструкція зовнішніх огороджувальних конструкцій: наведена на рис. 2.2, 2.3, 2.4, 2.5.

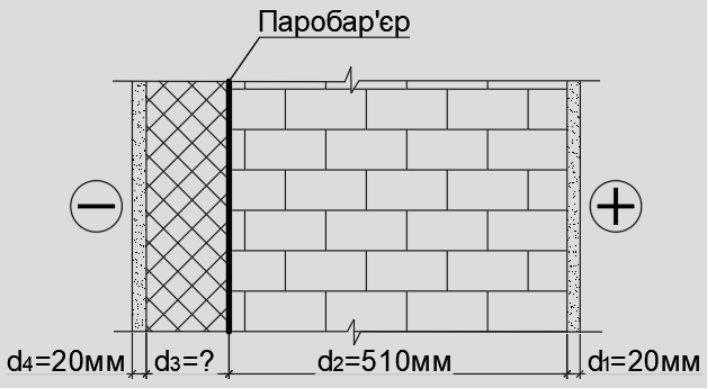


Рис. 2.2. Конструкція зовнішньої стіни

1) d_1- штукатурка;
2) d_2- цегляна кладка;
3) паробар’єр;
4) d_3-утеплювач мін.вата;
5) d_4- штукатурка;

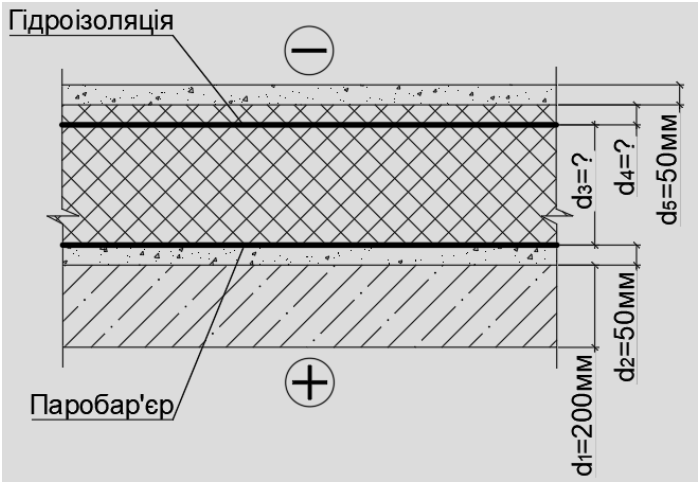
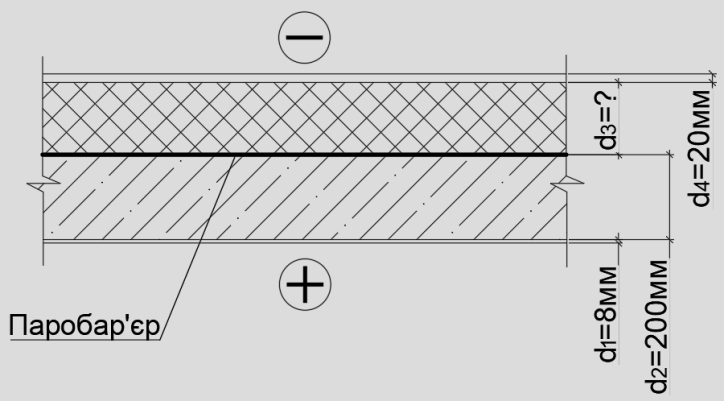


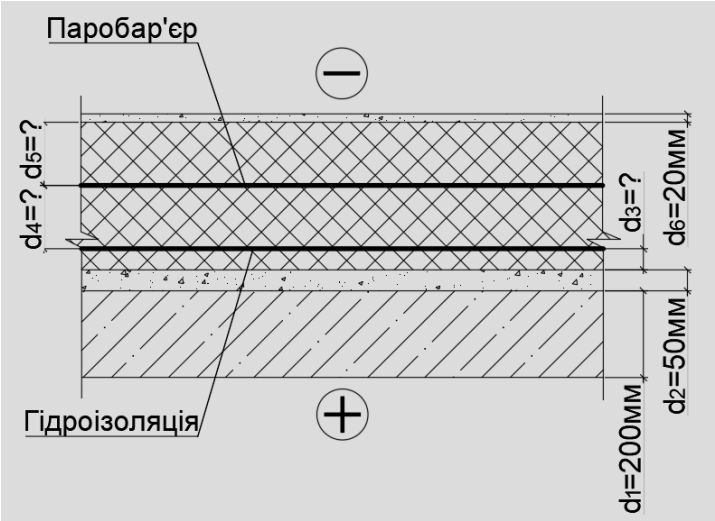
Рис. 2.3. Конструкція горищного покриття

1) d_1- плита
a. залізобетонна;
2) d_2- бетонна стяжка;
3) паробар’єр;
4) d_3-утеплювач ППС;
5) гідроізоляція;
6) d_4- утеплювач ППС;
7) d_5-бетонна стяжка.



1) d_1- стяжка;
2) d_2- плити
3) залізобетонні;
4) паробар’єр;
5) d_3-утеплювач мін.вата;
6) d_4- штукатурка;

Рис. 2.4. Конструкція перекриття 3-го поверху



1) d_1- плита
a. залізобетонна;
b. d_2- бетонна стяжка;
2) d3-утеплювач ППС;
3) гідроізоляція
4) d_4-утеплювач ППС;
5) пароізоляція;
6) d_5-утеплювач мін. вата;
7) d_6-штукатурка.

Рис. 2.5. Конструкція покриття балкону

Розрахунок

1. Район будівництва знаходиться в І-й температурній зоні.
2. Мінімально допустиме значення опору теплопередачі зовнішніх огороджувальних конструкцій відповідно до табл. 1 [1]:
   - ✓ зовнішньої стіни: 4 м^{2}К/Вт;
   - ✓ суміщеного покриття та покриття балконів: 7 м^{2}К/Вт;
   - ✓ перекриття 3-го поверху, що межує із зовнішнім повітрям: 5 м^{2}К/Вт.

3. Розрахункові значення температури й вологості повітря в приміщеннях житлового комплексу відповідно до таблиць Б.1, Б.2 та Б3 дод Б [1] дорівнюють: $t_в$=+22 °С, φ=50%.
4. Температура зовнішнього повітря для м. Києва дорівнює $t_з$=-22 °С відповідно до дод. Б [3].
5. Вологісний режим- нормальний, відповідно до табл. Б1 дод Б [1].
6. Зовнішні огороджувальні конструкції експлуатуються в умовах «Б» [1].

Визначаємо товщину утеплювача, за якої опір теплопередачі конструкції відповідатиме нормативній вимозі (2.1). Значення теплотехнічних характеристик матеріалів шарів зовнішні огороджувальних конструкцій визначаємо для умов експлуатації «Б» за дод. А [3].

Нижче наведений приклад розрахунку та підбору ізоляційного матеріалу для перекриття 3-го поверху, яке межує з зовнішнім повітрям.

Конструкція перекриття 3-го поверху (рис. 2.4):

1. стяжка: d_1=0,008 мм, коефіцієнт теплопровідності λ= 0,93 Вт/м°С, щільність γ= 1800 кг/м^3, термічний опір шару $R = \frac{d}{\lambda} = \frac{0,008}{0,93} = 0,008$ м^{2}С/Вт;
2. плити залізобетонні: d_2=0,2 мм, коефіцієнт теплопровідності λ= 2,04 Вт/м°С, щільність γ= 2500 кг/м^3, $R = \frac{0,2}{2,04} = 0,098$ м^{2}С/Вт;
3. паробар'єр (термічний опір паробар'єру незначний, тому в даному розрахунку не враховується);
4. утеплювач мінеральна вата d_3=?, коефіцієнт теплопровідності (в умовах експлуатації) λ= 0,05 Вт/м°С, щільність γ= 35 кг/м^3;
5. штукатурка: d_4=0,02 мм, коефіцієнт теплопровідності λ= 0,93 Вт/м°С, щільність γ= 1800 кг/м^3, $R = \frac{0,02}{0,93} = 0,021$ м^{2}С/Вт.

Товщину утеплювача визначаємо за формулою (2.2), прирівнюючи її праву частину до R_{qmin}:

$$d_4=(5-(\frac{1}{8.7}+0,008+0,098+0,021+\frac{1}{23}))\cdot 0,05=0,236 \text{ (м)}.$$

Значення d_4 заокруглюємо в бік збільшення до $d_4=0,25$ м. Тоді термічний опір утеплювача буде дорівнювати:

$$R=\frac{0,25}{0,05}=5 \text{ м}^2\text{С/Вт}.$$

Розраховуємо опір теплопередачі конструкції:

$$R_\Sigma=\frac{1}{8.7}+0,008+0,098+5+0,021+\frac{1}{23}=5,128 \text{ м}^2\text{С/Вт}.$$

Оскільки опір теплопередачі цієї конструкції більший за мінімально допустиме значення опору теплопередачі, а саме: $R_\Sigma=5,128$ м^{2}С/Вт > $R_{qmin}=5$ м^{2}С/Вт, то умова (2.1) виконуються.

Всі розрахунки опору теплопередачі проводились в ліцензійній програмі АРС-ПС, автор Кугель Я.М. [22], результати яких наведено в таблицях додатку 1 цієї роботи.

Розділ 3. Тепловтрати приміщень будівлі

3.1. Загальні положення

Комфортна для людини температура в приміщенні коливається в межах 18-22°С. Для підтримки таких показників взимку та в міжсезоння впроваджуються різні опалювальні системи. Але не завжди вдається досягти бажаного результату: буває, що при роботі опалення на повну потужність у будинку все одно прохолодно або температура піднімається до комфортного значення, але вартість такого обігріву дуже висока. Причин такої ситуації може бути багато, а одна з них – тепловтрати будинку.

Тепловтрати – це кількість тепла, яку необхідно постачати в будинок щогодини для підтримання в ньому незмінної, комфортної температури. Важливо прагнути до мінімізації тепловтрат вже при проектуванні для економії в подальшому.

Тепловтрати в будинку неминучі, іншими словами, втрата тепла є в кожному приміщенні. Навіть на хвилину відчинені двері чи вікно призводять до того, що деяка частина теплого повітря заміщується холодним із вулиці. Але є втрати тимчасові (ті ж відкриті двері і вікна), які ми можемо швидко усунути, а є постійні, коли втрата теплової енергії відбувається цілодобово і через це важко опалювати приміщення.

Чинники виникнення постійних тепловтрат у будинку умовно поділяються на ті, які можна усунути (утеплити стіни, поміняти вікна тощо) і на ті, які неможливо усунути (погодні умови: чим більша різниця між температурою на вулиці та в будинку – тим більші тепловтрати).

Найпоширеніші тепловтрати будинку:

- ✓ через стіни внаслідок використання неякісних теплоізоляційних матеріалів під час будівництва або через механічні пошкодження;
- ✓ через підлогу, що характерно для приватних будинків та першого поверху багатоповерхових будинків, де підлога безпосередньо контактує з фундаментом або підвалом;
- ✓ через стелю;
- ✓ через вікна та вхідні двері;

- ✓ через вентиляцію при провітрюванні квартири, де є природній періодичний приплив зовнішнього повітря в приміщення через відчинені кватирки, стулки чи балконні двері, через додаткові повітряні клапани у вікнах або стінах.

Рис. 3.1. Найпоширеніші витрати тепла в багатоповерховому будинку, %

Головні засоби для зниження тепловтрат будівлі.

Утеплення стін

На стіни доводиться найбільші тепловтрати будинку, іноді їх частка може становити до 40%. Більшість з них пов'язано з так званими «містками холоду» – це елементи будівлі, у яких показники теплопровідності вище, ніж у інших. Таким чином, саме на цих ділянках будівлі відбувається найбільших втрат тепла – це кути будинків, місця сполучення різних будівельних конструкцій, бетонні перемички і т.д.

Утеплення стін в переважній більшості випадків проводять зовні – це дозволяє змістити точку роси і не зменшує об'єм житлового приміщення.

Утеплення вікон і дверей

Установка багатокамерних енергозберігаючих вікон дозволяє істотно знизити тепловтрати будинку, але при цьому дуже важливо правильно виконати монтаж і домогтися герметичності між рамою і стінами. Крім того, необхідно звернути увагу на цілісність ущільнювальних гумок. Зниження тепловтрат через двері можна добитися не тільки за рахунок поліпшення їх герметичності, а й наявності тамбура, завдяки чому двері не відчиняються безпосередньо на вулицю.

Утеплення даху

Тепле повітря піднімається вгору, і якщо покрівля погано утеплена, просочується на горище або назовню. В середньому, виток тепла через неутеплене горище складає 15-20 %.

Утеплення підлоги і фундаменту

Тепловтрати через фундамент менше, ніж через дах, їх частка складає близько 10%. Значення різко зростає, якщо є підвальне приміщення. Ретельне утеплення підлоги потрібно при укладанні теплої підлоги

Виток через вентиляцію

Обмін повітря – приплив багатого киснем повітря зовні і відведення назовні насиченого вуглекислотою повітря– необхідна умова для створення комфортних умов в приміщенні. Але холодне зовнішнє повітря необхідно нагрівати, тобто враховувати тепловтрати на інфільтрацію, які можуть складати близько 10-30%. Щоб зменшити тепловтрати на інфільтрацію повітря, необхідно провітрювати приміщення кілька разів на день по 15 хвилин, а не 1 раз протягом години. Або ж встановити рекуперативну систему вентиляції, яка дозволить уникнути тепловтрат – тепле повітря, що відводиться, передає тепло холодному, що входить. Система ефективна і в літню пору – гарячий зовнішнє повітря, проходячи через рекуператор, охолоджується кондиціонованим повітрям, що відводиться.

Використання природного світла

Рекомендується відкривати штори в денний час і уникати затінення вікон, оскільки до 95% сонячного світла проходить через них. У той же час, на ніч слід закривати вікна шторами, щоб зберегти тепло в приміщенні. При цьому важливо не закривати шторами радіатори, щоб не зменшувати тепловіддачу від радіатора.

Знизити тепловтрати можна і за рахунок підвищення ефективності перетворення теплоносія та використання отриманого тепла, а саме:

- ✓ дотриманням правил експлуатації котла;
- ✓ використанням підготовленого теплоносія;
- ✓ установкою циркуляційного насосу, тобто створенням примусового руху теплоносія, що підвищує тепловіддачу, знижуючи при цьому споживання палива;
- ✓ утепленням труб, по яких подається нагрітий теплоносій – це особливо актуально для газових котелень, які розташовуються в окремій прибудові. Чим більше плече подачі – тим більше втрати;
- ✓ правильною установкою радіаторів, щоб забезпечити вільний рух повітря. Крім того, на стіні слід встановити тепловідбивний бар'єр – тоді тепло буде перевідбиватися в приміщення, а не марно гріти стіну.

Втрату теплоти через внутрішні огороджувальні конструкції приміщень допускається не враховувати, якщо різниця температури повітря в цих приміщеннях не більше ніж 4 °С.

Загальні тепловтрати будівлі, отримані при розрахунку системи опалення, не повинні перевищувати допустимих за розрахунком енергоефективності будівлі, визначених для заданого класу енергетичної ефективності будівлі за питомою енергопотребою.

3.2. Методика розрахунку тепловтрат

Теплотехнічний розрахунок– це досить серйозне дослідження об'єкту теплозабезпечення, від якого залежить комфорт людей, що знаходяться в будівлі, витрати енергії на опалення, а також внесок окремої будівлі в загальну справу енергозбереження.

Нормативне споживання теплоти визначається за методиками, передбаченими чинними нормативними документами та законодавством України, які наведені у ДБН В.2.6-31:2021 [1] та ДСТУ Н Б А.2.2-5:2007 [10].

Для розрахунку тепловтрат будинку необхідними вихідними даними є:

- ✓ архітектурні креслення: плани, розрізи та фасади будівлі;
- ✓ конструкція зовнішніх огороджувальних конструкцій: зовнішніх стін, покриття, перекриттів / підлоги із зазначенням товщини шарів матеріалів, коефіцієнтів теплопровідності та питомої ваги матеріалів ;
- ✓ конструкція вікон, балконних дверей (тип скління) та зовнішніх дверей;
- ✓ висоти підвіконня та наявність ніші під опалювальні прилади;
- ✓ внутрішньої температури в приміщеннях;
- ✓ наявність вентиляції по приміщеннях та кратність повітрообміну за годину;
- ✓ вказанням джерела теплоти для даної будівлі, теплоносія та його параметрів.

Відповідно до п. 5.3 [7] загальні тепловтрати будинку складаються з тепловтрат через огороджувальні конструкції (через теплоізоляційну оболонку будинку) та тепловтрат за рахунок інфільтрації та вентиляції. Методика розрахунку тепловтрат наведена нижче.

Розрахункові втрати теплоти, які необхідно покрити за рахунок системи опалення $Q_{оп}$, Вт, визначаються, як сума тепловтрат через огороджувальні конструкції будівлі $Q_{ок}$, тепловтрат на підігрів вентиляційного повітря $Q_{в}$, зменшеної на величину сумарних "побутових" тепловиділень $Q_{поб.}$ (від електропобутових та освітлювальних приладів, приготування їжі, гарячого водопостачання та людей, які перебувають у квартирі тощо).

$$Q_{оп} = Q_{ок} + Q_{в} - Q_{поб}, \quad кВт \tag{3.1}$$

Величини $Q_{ок}$, $Q_{в}$ та $Q_{поб}$ розраховуються для кожного опалювального приміщення.

Найбільшими є тепловтрати через огороджувальні конструкції. Вони визначаються для кожної конструкції опалювального приміщення.

Тепловий потік $Q_{ок}$, кВт, розраховується за формулою:

$$Q_{ок} = \frac{1}{R} \cdot A \cdot (t_{в} - t_{з}) \cdot (1 + \sum \beta) \cdot n \cdot 10^{-3} \tag{3.2}$$

де R - опір теплопередачі огороджувальної конструкції, $м^2 \cdot °С/ Вт$.

A - розрахункова площа огороджувальної конструкції, (стіни, стелі, горища, підлоги, вікна, дверей тощо) $м^2$, яка визначається відповідно до п.5.13 [9].

$t_{в}$ - розрахункова температура повітря в приміщенні, °С що приймається згідно вимогам норм на проектування будівель різного призначення з урахуванням підвищення її в залежності від висоти приміщення ($t_{в}$ підвищується для приміщення вище 4 м);

$t_{з}$ - розрахункова температура зовнішнього повітря для холодного періоду року або температура повітря найхолоднішого приміщення при розрахунку втрат теплоти через внутрішні огородження;

Σβ - коефіцієнт, який враховує додаткові втрати теплоти через огородження:

а) для усіх вертикальних і нахилених огороджень залежно від їхньої орієнтації, а саме: з орієнтацією на захід і південний схід β =0,05; на північ, схід, північний схід, північний захід β = 0,1.

б) для зовнішніх вертикальних і похилих огороджень багатоповерхових будинків в залежності від поверху, на якому знаходиться дане приміщення:

- β =0,2 - для першого і другого поверхів;
- β =0,15 - для третього;
- β =0,1 - для четвертого поверху будинків із числом поверхів 16 і більше;
- β =0,1- для першого і другого поверхів 10-15 поверхових будинків;
- β =0,05 - для третього поверху 10-15 поверхових будинків;

n - коефіцієнт, що приймається в залежності від положення зовнішньої поверхні огороджувальної конструкції по відношенню до зовнішнього повітря. Для зовнішніх стін та покриттів n=1; для перекриття над холодними підвалами та горищних перекриттів n=0,9; для перекриттів над неопалювальними підвалами зі світловими прорізами в стінах n=0,75; для перекриттів над неопалювальними підвалами без світлових прорізів в стінах, що розташовані вище рівня землі n=0,6; для перекриттів над неопалювальними технічними підпіллями, що розташовані нижче рівня землі n=0,4.

Для опалювальних приміщень нижнього поверху, які розташовані безпосередньо на ґрунті, тепловтрати розраховуються за зонами. Для цього поверхні стін, які контактують з грунтом, та підлогу на ґрунті ділять на чотири зони. Смугу, найближчу до зовнішньої стіни, називають першою зоною, наступні дві смуги - відповідно, другою і третьою зонами, а решта підлоги – це четверта зона. При розрахунку тепловтрат через підлогу, розташовану на ґрунті, поверхню ділянок підлоги біля кутів зовнішніх стін в напрямку обох стін вводять у розрахунок двічі (на рис.3.2 ця зона показана подвійним штрихуванням блакитним кольором). Ширина кожної дони, окрім четвертої, складає 2 м

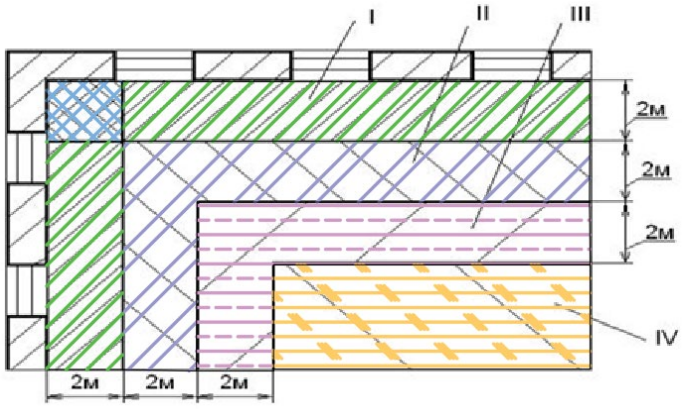


Рисунок 3.2 - Розрахункова схема підлоги приміщення, розташованого на ґрунті

Чим ближче смуга знаходиться до зовнішньої стіни, тим вона має менший термічний опір теплопередачі. Наприклад, опір теплопередачі неутепленої підлоги по ґрунту (коефіцієнт теплопровідність шарів λ>1,2 Вт/(м·С)) приймається:

- ✓ для I-ї зони: $R_{I\ н.п.}$ = 2,1 °С·м^2/Вт;

- ✓ для II-ї зони: $R_{II\ н.п.} = 4{,}3$ °С·м^2/Вт;
- ✓ для III-ї зони $R_{IIIн.п.} = 8{,}6$ °С·м^2/Вт;
- ✓ для IV-ї зони $R_{IVн.п.} = 14{,}2$ °С·м^2/Вт;

Тепловтрати через підлогу по зонах розраховуються за формулою:

$$Q = A / R\ (t_в - t_н), \qquad (3.5),$$

де: А - площа зони, м^2;

R - опір теплопередачі конструкції підлоги тієї ж зони, м^2·°С/Вт.

Якщо в конструкції підлоги присутні матеріали, для яких коефіцієнт теплопровідності менший за λ=1,2 Вт/(м·С), то така підлога називається утепленою. В такому випадку опір теплопередачі кожної з чотирьох зон визначається за формулою:

$$R_п = R_{н.п.} + \delta_{у.п.}/\lambda_{у.п.}, \qquad (3.6),$$

де: $R_{н.п}$- опір теплопередачі неутепленої підлоги по ґрунту, °С·м^2/Вт;

$\delta_{у.п}$ - товщина шару ізоляції, м;

$\lambda_{у.}$п. - теплопровідність шару утеплювача, Вт/м^2°С.

Витрати теплоти на підігрів зовнішнього вентиляційного повітря $Q_в$ опалювальними приладами в обсязі одноркратного повітрообміну за годину, які відбуваються через нещільності в вікнах та балконних дверях зовнішніх стін, розраховуються за формулою:

$$Q_в = 0{,}337\ A_п\ h(t_в - t_з)\ 10^{-3},\ кВт \qquad (3.3)$$

де $A_п$ - площа підлоги приміщення, м^2;

h - висота приміщення від підлоги до стелі; м, але не більше 3,5 м.

Якщо об'єм витяжки менше за однократний повітрообмін на годину, $Q_в$ розраховується як витрата теплоти на нагрівання повітря в об'ємі нормованого повітрообміну від температури $t_з$ до температури $t_в$, °С.

Втрата теплоти $Q_в$, кВт, яка йде на нагрівання зовнішнього холодного повітря , що проникає до приміщень через відчинені вхідні двері вестибюлів та східцевих клітин, за відсутністю повітряно-теплових завіс на зовнішніх дверях, розраховується за формулою:

$$Q_в = 0,7B\,(H + 0,8P)\,(t_в - t_з)\,10^{-3} \qquad (3.4),$$

де: H - висота будівлі, м;

P - кількість людей, що знаходяться в приміщенні;

B - коефіцієнт, який враховує кількість вхідних тамбурів. При одному тамбурі B = 1,03 (двоє дверей); з двома тамбурами B = 0,6 (троє дверей).

Для опалювальних незадимлювальних сходових клітин з поповерховими виходами на лоджію тепловтрати $Q_в$, кВт для нагріву зовнішнього повітря, що проникає через двері, розраховується за формулою (3.4), але при цьому P = 0; а H- дорівнює відстані, м, від середини дверей розрахункового поверху до стелі сходової клітки.

Величина $Q_в$, не розраховується, якщо вхідні вестибюлі та сходові клітини облаштовані повітряно-тепловими завісами або припливною вентиляцією з підпором повітря, яка діє постійно на протязі дня.

3.3. Приклад розрахунку

Визначаємо тепловтрати приміщення 02 третього поверху, розташованого на позн. +4,030. План приміщення та орієнтація його відносно сторін світу наведені на рис. 3.2.

Опір теплопередачі зовнішніх огороджень складає:

- ✓ зовнішніх стін- 4 $м^2С/Вт$;
- ✓ перекриття над проїздом- 5 $м^2С/Вт$;
- ✓ вікон- 0,9 $м^2С/Вт$;
- ✓ вхідних дверей- 0,7 $м^2С/Вт$.

Розрахункова температура повітря в приміщенні 02 становить +22°С. Нижче поверхом та вище температура внутрішнього повітря цих приміщень також становить +22°С. Призначення приміщення- офіс.

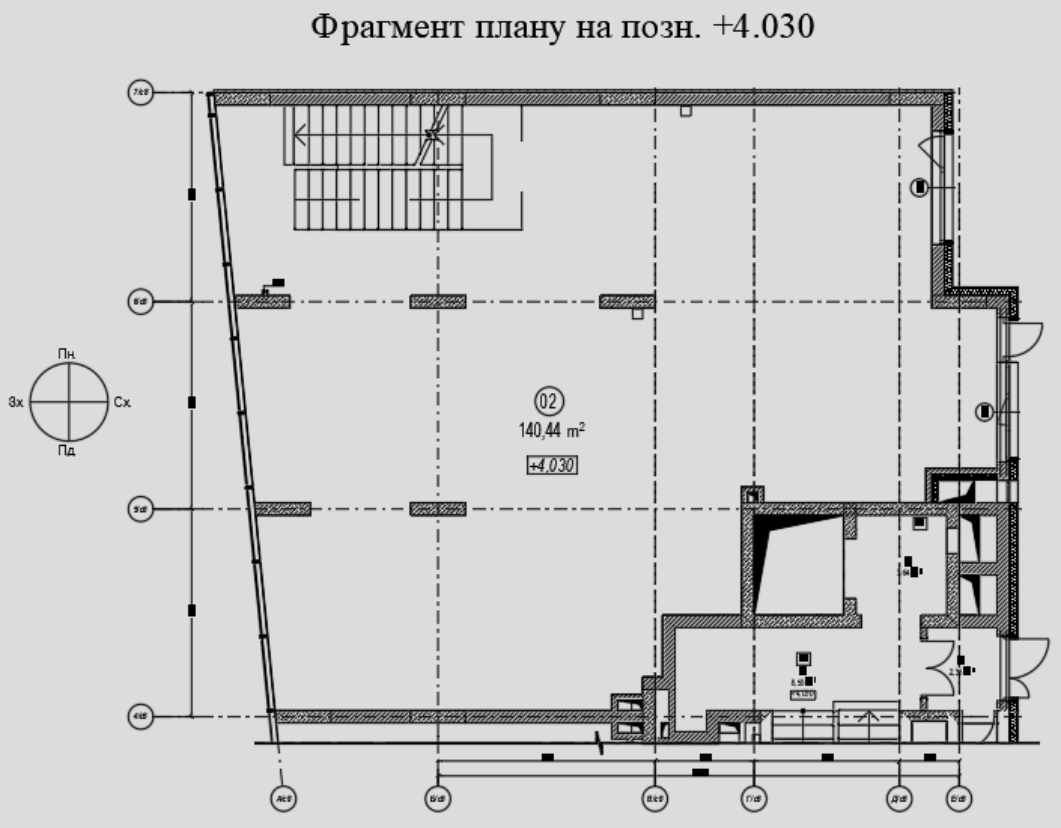


Рис.3.2. План приміщення третього поверху

Відповідно до табл. 2 та табл. 5 [2] розрахункові параметри зовнішнього повітря для м. Києва складають: $t_з$=-22°С, напрямок та швидкість вітру в січні наведені в табл. 3.1.

Табл. 3.1. Характеристики вітру в січні

Область, місто	Повторюваність напряму вітру, % Середня швидкість вітру, м/с							
	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Київ	11,2 3,2	4,6 2	5,8 1,7	11,9 2	14,1 2,7	14 3	23,5 3	14,9 2,9

Визначаємо коефіцієнти теплопередачі:

- ✓ для зовнішньої стіни $k_{ст}$=1/4=0,25 Вт/м^{2}С,

- ✓ для перекриття над проїздом $k_п$=1/5=0,2 Вт/м^{2}С,
- ✓ для вікна $k_в$=1/0,9=1,11 Вт/м^{2}С,
- ✓ для вхідних дверей $k_д$=1/0,7=1,43 Вт/м^{2}С,
- ✓ для внутрішнього перекриття (підлоги) $k_{вп}$=1/0,69=1,45,
- ✓ для внутрішньої стіни (перегородки) $k_в$=1/0,68=1,47.

В табл. 3.2 заносимо отримані дані розрахунків.

Табл. 3.2. Тепловтрати приміщення 02 третього поверху на позн. +4,030

Тип, номер приміщення, $t_в$, °С	Назва огороджєення	Орієнтація по сторонас світу	Температура зовнішнього повітря, °С	Розміри огородження		Розрахунок тепловтрат через огородження $Q_{ог}$, Вт						Теплотрати на вентиляцію, Вт
				1-й, м	2-й, м	Площа, м^2	К, Вт/м^{2}С	$(t_в-t_з)$, °С	n	1+Σβ	$Q_{ог}$, Вт	$Q_в$, Вт
1	2	3	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Офіс, 02, 22	Зовн. стіна	Зх	-22	12,6	3,9	48,8	0,25	44	1	1,05	17,9	
	Вікно	Зх	-22	12,2	3,9	47,2	1,11		1	1,05	2308	
	Зовн. стіна	Сх	-22	9,6	3	28,8	0,25		1	1,1	164,2	
	Вікно	Сх	-22	2	2,8	5,6	1,11		1	1,1	273,8	
	Вікно	Сх	-22	2,3	2,5	5,75	1,11		1	1,1	281,1	
	Зовн. двері	Сх	-22	0,9	2,8	2,5	1,43		1	1,1	158,4	5,6
	Підлога	-	+5	6,5	1,5	9,75	1,45	17	0,38	1	240,2	
	Підлога	-	-22	6,5	1,5	9,84	1,45	44	1	1	613,2	
	Підл над проїздом	-	-22	4	1	4	0,2	44	1	1	35,2	
	Вн.стіна	-	16	11	3,7	40,7	1,47		1	1	359,1	
Разом, Вт											4451	5,6
Загальні тепловтрати приміщення, Вт											4456,6	

Для перекриття над приміщенням з внутрішньою температурою +5°С (техпідпілля) відношення F/R необхідно помножити на показник n [9], що визначається за формулою:

$$n = \frac{t_в - t_х}{t_в - t_з} = \frac{22 - 5}{22 - (-22)} = 0{,}38$$

де $t_з$- розрахункове значення температури зовнішнього повітря, °С;

$t_в$- розрахункова температура внутрішнього повітря приміщення, °С;

$t_х$- температура внутрішнього повітря техпідпілля, °С;

F- площа перекриття приміщення, що межує з техпідпіллям, м^2;

R- приведений опір теплопередачі перекриття приміщення, що межує з техпідпіллям, м^{2}С/Вт.

Тепловтрати приміщення визначалися за формулами 3.2 та 3.3.

Розрахунок тепловтрат всіх інших приміщень будівлі зроблений за допомогою ліцензійної програми АРС-ПС, автор Кугель Я.М [22]. Дані розрахунку занесені до таблиць додатку 2 цієї роботи.

Розділ 4. Опалення

4.1. Вибір і конструювання системи опалення

Система опалення, тип опалювальних приладів, вид і параметри теплоносія приймаються відповідно до чинних будівельних норм і завданню на проектування.

При проектуванні опалення необхідно передбачати автоматичне регулювання систем, прилади обліку кількості теплоти, що споживається, а також застосовувати енергоефективні рішення й обладнання.

Проектом опалення передбачається вибір і розміщення опалювальних приладів та елементів системи опалення в приміщеннях будівлі.

Проект включає в себе:

- ✓ Теплотехнічний розрахунок;
- ✓ Підбір і розстановку опалювальних приладів;
- ✓ Трасування стояків опалення та трубопроводів;
- ✓ Плани поверхів з розстановкою на них приладів опалення, вузлів розподільчих колекторів, трубопроводів із зазначенням марки обладнання і розмірів;
- ✓ Аксонометричну схему системи опалення;
- ✓ Схему підключення приладу опалення;
- ✓ Гідравлічний розрахунок;
- ✓ Пояснювальну записка;
- ✓ Специфікацію обладнання та матеріалів.

Проектування систем опалення - це комплексний захід, який передбачає вирішення низки взаємопов'язаних завдань, таких, як:

1) вибір оптимального варіанту виду опалення та типу опалювальних приладів, які забезпечать комфортні умови для кожної кімнати або окремої зони приміщення;

2) визначення місця розташування опалювальних приладів та їх необхідного розміру для забезпечення комфортних умов;

3) вибір для кожного опалювального приладу виду регулювання та місця розташування датчиків температури в залежності від призначення приміщення;

4) вибір вузла підключення опалювального приладу до теплопроводів системи опалення;

5) схеми розміщення стояків, трубопроводів, вибір виду труб;

6) вибір схеми приєднання системи опалення до теплових мереж.

Для того, щоб підібрати обладнання та матеріали системи опалення при проектуванні виконуються відповідні теплові та гідравлічні розрахунки.

Система опалення житлового будинку розроблялась окремо від системи опалення вбудованих приміщень (офісів та торгових залів).

1. Система опалення **житлового будинку** запроектована водяна, двотрубна, поквартирна, горизонтальна. Перевагами горизонтальних систем опалення є надійність систем та високий ступінь контролю тепловіддачі завдяки автоматичному дистанційному керуванню з можливістю окремого налаштування кожної ділянки. В горизонтальних системах налаштування температури може відбуватися окремо на будь-якому відрізку контуру залежно від конкретних потреб споживача. Також прокладання трубопроводів можна виконувати приховано (в підлозі), що дозволяє візуально розвантажити приміщення, поліпшуючи тим самим його інтер'єр. Такі системи можуть без проблем пропрацювати кілька десятків років при умові використання гарних комплектуючих в них і правильному монтажу.

Опалювальні прилади в квартирах- сталеві панельні радіатори з нижнім підключенням фірми «Kermi» з вбудованим терморегулюючим клапаном та вузлом нижнього підключення фірми «Danfoss» (рис. 4.1). На сходовій клітці та в загальних коридорах -сталеві панельні радіатори з боковим підключенням фірми «Kermi» та регулюючою арматурою фірми «Danfoss» (рис. 4.2). В ванних кімнатах за рахунок інвесторів встановлюються електросушарки.

Рис. 4.1. Нижнє підключення опалювальних приладів

Рис. 4.2. Бокове підключення опалювальних приладів

Підключення радіаторів опалення з боковим підключенням , які використовувались в даній роботі:

Одностороннє підключення (рис. 4.3.) – найбільш популярне рішення, яке дозволяє підключити радіатор як з лівого, так і з правого боку. Труба, яка подає воду в опалювальній прилад (подаюча), під'єднується до верхнього патрубку (червоний колір), а зворотня (синя)- до нижнього. Зворотнє під'єднання призведе до зниження теплової потужності радіатора більш, ніж на 30%.

Діагональне (рис. 4.4)- рекомендується для радіаторів довжиною більше 2000 мм, а також для тих, довжина яких в 4 рази перевищує висоту. Таке піп'єднання забезпечує рівномірний розподіл температури по всій довжині радіатора.

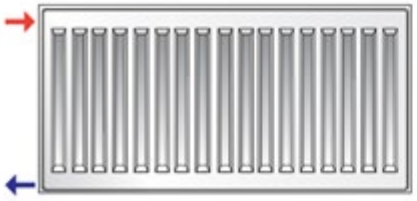


Рис. 4.3. Одностороннє підключення

Рис. 4.4. Діагональне підключення

В даній роботі для радіаторів з нижнім підключенням були застосовані вузли нижнього підключення- Н-подібні запірні клапани RLV-K кутові (рис.4.5) фірми «Danfoss» [14].

Рис. 4.5. Н-подібні запірні клапани RLV-K кутові

Для радіаторів з боковим підключенням були застосовані запірні клапани RLV (рис. 4.4) фірми «Danfoss» [14].

Рис. 4.5. Запірні клапани RLV

У горизонтальній системі опалення (з поквартирними приладовими вітками) багатоквартирного житлового будинку слід застосовувати автоматичне регулювання параметрів теплоносія на відгалуженні до кожної групи квартир з сумарною кількістю опалювальних приладів не більше восьми. Рекомендується застосовувати для кожної квартири власне автоматичне регулювання параметрів теплоносія за рахунок встановлення на них балансувальних клапанів і автоматичних регуляторів перепаду тиску. В даній роботі автоматичне регулювання параметрів теплоносія житлових квартир здійснюється за допомогою балансувальних клапанів ASV-PV/ASV-M (рис.4.6) фірми «Danfoss» [13].

Рис. 4.6. Автоматичний балансувальний клапан ASV-PV/ASV-M

Клапани серії ASV спільно з клапанами радіаторних терморегуляторів з попередньою настройкою пропускної здатності ідеально підходять для забезпечення оптимального гідравлічного балансування двотрубних систем опалення житлових будинків, підтримуючи стабільний перепад тиску на регулюючих клапанах радіаторів або контурів системи підлогового опалення, що забезпечує більш точне регулювання температури повітря в приміщенні.

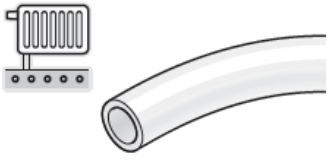
За законом кожна квартира повинна бути облаштована окремим засобом обліку теплової енергії (вузлом обліку теплоспоживання) за допомогою ультразвукового теплолічильника (рис. 4.7).

Рис. 4.7. Ультразвуковий теплолічильник

Магістральні трубопроводи та стояки застосовуються сталеві (за ГОСТ 3262-75 та ГОСТ 10704-91), для приладових горизонтальних гілок використовуються труби із зшитого поліетилену PE-Xa з антидифузійним шаром. Труби із зшитого поліетилену прокладаються приховано в конструкції підлоги, в штробах, шахтах і каналах. Відкрите прокладання цих трубопроводів допускається тільки в межах пожежної секцій будівлі в місцях, де не допускається їх механічне пошкодження, зовнішній нагрів поверхні труб більше 90С° та прямий вплив ультрафіолетового випромінювання. У комплекті з трубами із зшитого поліетилену застосовуються з'єднувальні деталі та вироби, що відповідають типу труб.

Ухили трубопроводів приймаються не менше 0,002. Допускається прокладка труб без ухилу при швидкості руху води в них 0,25 м/с і більше.

В даній роботі для горизонтальних гілок використовувались труби Uponor Radi Pipe зі зшитого поліетилену PE-Xa з антидифузійним шаром [15]. Антидифузійний шар використовується, щоб запобігти корозії елементів системи. Максимальна робоча температура Троб. = 90°С, робочий тиск 6 бар. Максимальна робоча температура Троб. = 60°С, робочий тиск 10 бар.



Вироблені з високоякісного зшитого поліетилену PE-Xa, труби Radi Pipe спеціально розроблені для систем опалення та охолодження, включаючи магістралі, стояки і підводи до опалювальних приладів. Для запобігання проникнення кисню труби Radi Pipe мають антидифузійний бар'єр EVOH (сополімер етилену і вінілового спирту).

Переваги
- **Сертифікована якість**
- **Пам'ять форми**
- **Легкість і чудова гнучкість**
- **Довговічність**
- **Захист від проникнення кисню**

Труби між розподільниками і опалювальними приладами прокладаються в конструкції підлоги біля зовнішніх стін в спеціальній захисній гофрованій трубі в межах квартир та в теплоізоляції «K-Flex-PE» від розподільчого колектору по загальному коридору до квартир.

На кожному поверсі влаштовуються вбудовані монтажні шафи, в яких розміщуються розподільники з відвідними трубопроводами, запірна арматура, фільтри, балансувальні клапани, а також лічильники обліку тепла.

Запірна арматура передбачається для відключення і спуску води від окремих кілець, гілок і стояків систем опалення, для автоматично або дистанційно керованих клапанів; для відключення частини або всіх опалювальних приладів у приміщеннях, в яких опалення використовується періодично або частково. Запірну арматуру передбачається зі штуцерами для приєднання шлангів для спуску води.

2. Система опалення **вбудованих приміщень** - водяна, двотрубна, тупікова горизонтальна.

Опалювальні прилади- сталеві панельні радіатори з нижнім підключенням фірми «Kermi» та вузлом нижнього підключення RLV-K фірми «Danfoss»

В кожному офісі свій некомерційний облік тепла за допомогою ультразвукових теплолічильників.

Регулювання параметрів теплоносія вібдувається за рахунок автоматичних клапанів ASV-PV/ASV-M фірми «Danfoss».

В кожному офісі влаштовані свій вузол підключення, в який входять розподільники з відвідними трубопроводами, запірна арматура, фільтри, балансувальні клапани, а також лічильники обліку тепла.

Магістральні трубопроводи та стояки - сталеві (за ГОСТ 3262-75 та ГОСТ 10704-91), ухил в яких приймається не менш, ніж 0,002. Приладові гілки від розподільчих колекторів до опалювальних приладів виконані з поліетиленових труб типу PEX-a та прокладені в конструкції підлоги в захисній гофротрубі (рис. 4.8).

Рис. 4.8. Гофротруба захисна для поліетиленових труб

На позн. 0,000 на вході в офіси та торгові приміщення передбачене встановлення повітряних електричних теплових завіс з нагрівом, які вмикаються під час відкривання вхідних дверей для відсікання холодного повітря.

3. Система опалення **технічного поверху**, відповідно до завдання виконується за рахунок електричних конвекторів фірми «Atlantic» з вологозахистом (рис.4.9). Температура у приміщеннях підтримується +16°С.

Рис. 4.9. Електричний конвектор із вологозахистом

Монтаж проводять у відповідності до вимог ДСТУ-Н Б В.2.5-73:2013 "Керівництво з монтажу внутрішніх санітарно-технічних систем" (СНиП 3.05.01-85, MOD) та інструкціям по монтажу фірм-виробників опалювального обладнання.

Загальні рекомендації по системам опалення.

Магістральні трубопроводи при перетині ними перекрить, стін та дверних пройомів, необхідно прокладати в гільзах з негорючих матеріалів. Край гільз роблять в одному рівні з

поверхнею стін та на 30 мм вище поверхні чистої підлоги. Для того, щоб забезпечити нормовану межу вогнетривкості перешкод всі отвори закладються негорючими матеріалами.

Ізоляцію стояків та магістралей слід приймати згідно додатку Б [4] товщиною, яка дорівнює половині діаметра трубопровода

Теплові подовження магістральних трубопроводів та стояків компенсуються за допомогою сильфонних компенсаторів (рис. 4.9).

Рис. 4.9. Сильфонний компенсатор

Випуск повітря, яке збирається в трубопроводах, здійснюється за допомогою автоматичних клапанів для випуску повітря (рис. 4.10).

Рис. 4.10. Автоматичний клапан для випуску повітря

Монтаж систем опалення виконується у згоді з вимогами ДСТУ-Н Б В.2.5-73:2013 та вказівок по монтажу фірми- виробника обладнання та матеріалів.

4.2. Гідравлічний розрахунок системи опалення

Гідравлічний розрахунок проводиться з урахуванням функціональних особливостей кожної з систем опалення та дозволяє забезпечити найбільш якісне автоматичне балансування системи.

При гідравлічному розрахунку визначається витрата рідини в трубопроводах, оптимальний діаметр трубопроводів та швидкість руху середовища, тиск у різних частинах системи та необхідність встановлення компенсаторів в даній системі.

Розрахунок горизонтальних систем опалення виконується відповідно до методики, наведеній в [10].

Нагрівальні елементи горизонтальної системи опалення (опалювальні прилади) приєднуються до системи опалення через розподільчий колектор, який умовно розбиває систему опалення на дві системи: систему теплопостачання між тепловим пунктом і розподільчим колектором та систему опалення від розподільчого колектору до опалювальних прилададів.

Особливість гідравлічного розрахунку горизонтальних систем опалення полягає в наступному:

- ✓ на вводі кожного з розподільчих колекторів для двотрубних систем опалення встановлюється автоматичний регулятор перепаду тиску;
- ✓ в якості основного розрахункового циркуляційного кільця вибирається кільце через найбільш навантажений опалювальний прилад (або опалювальний контур) найбільш навантаженого розподільчого колектора;
- ✓ виконується гідравлічний розрахунок всіх систем опалення;
- ✓ проводиться підбір налаштувань регуляторів витрати або регуляторів перепаду тиску, що монтуються на введенні кожного з розподільчих колекторів.

Перш ніж приступити до гідравлічного розрахунку, необхідно на схемі системи опалення позначити розрахункове теплове навантаження кожного опалювального приладу, що дорівнює тепловому розрахунковому навантаженню приміщення. При наявності двох або більше опалювальних приладів в приміщенні величину розрахункового навантаження необхідно розділити між ними.

Потім необхідно вибрати основне розрахункове циркуляційний кільце, яке являє собою замкнений контур послідовних ділянок, починаючи від напірного патрубка циркуляційного насоса і закінчуючи всмоктувальним патрубком циркуляційного насоса.

В ході гідравлічного розрахунку на кожній ділянці основного циркуляційного кільця визначаються діаметри труб і втрати тиску в кільці по заданій оптимальній швидкості руху

теплоносія з подальшим підбором циркуляційного насоса. Швидкість теплоносія в горизонтально прокладених трубах приймають не нижче 0,25 м/с для забезпечення видалення повітря з них. Для сталевих труб рекомендують оптимальну розрахункову швидкість руху теплоносія приймати до 0,3…0,5 м/с, для мідних і полімерних труб- до 0,5…0,7 м/с, при цьому величина питомої втрати тиску на тертя R має бути не більше 100…200 Па/м.

Максимально допустимі значення швидкості води в трубопроводах для забезпечення безшумності роботи систем опалення наведені в таблиці 4 відповідно до дод. Р [4].

Таблиця 4.1. Допустима швидкість руху води в трубопроводах

Допустимий еквівалентный рівень шуму, дБА	Допустима швидкість руху води, м/с, у трубопроводах при коефіцієнтах місцевих опорів вузла опалювального приладу або стояка з арматурою, приведених до швидкості теплоносія у трубопроводах				
	До 5	10	15	20	30
25	1,5/1,5	1,1/0,7	0,9/0,55	0,75/0,5	0,6/0,4
30	1,5/1,5	1,5/1,2	1,2/1,0	1,0/0,8	0,85/0,65
35	1,5/1,5	1,5/1,5	1,5/1,1	1,2/0,95	1,0/0,8
40	1,5/1,5	1,5/1,5	1,5/1,5	1,5/1,5	1,3/1,2

Примітка 1. У чисельнику наведена допустима швидкість теплоносія при застосуванні кранів пробочних, триходових та подвійного регулювання, у знаменнику – при застосуванні вентилів.

Примітка 2. Швидкість руху води у трубопроводах, що прокладаються через декілька приміщень, слід визначати, враховуючи:
а) приміщення з найменшим допустимим еквівалентним рівнем шуму;
б) арматуру з найбільшим коефіцієнтом місцевого опору, установлену на будь-якій ділянці трубопроводу, прокладеного через це приміщення, при довжині ділянки 30 м в обидві сторони від приміщення.

Примітка 3. При застосуванні запірно-регулювальної арматури з великим гідравлічним опором (автоматичні регулятори температури повітря в приміщенні, балансувальні клапани, регулятори перепаду тиску тощо) уникати шумоутворювання слід згідно з вимогами виробника щодо неперевищення граничних втрат тиску на цій арматурі.

На підставі розрахунку основного циркуляційного кільця проводиться розрахунок інших циркуляційних кілець шляхом визначення наявного тиску в них і підбору діаметрів за орієнтовною величиною питомих втрат тиску.

Такий розрахунок, як правило, застосовується для систем з місцевим теплогенератором, для систем опалення при їх незалежному приєднанні до теплових мереж, для систем опалення при залежному приєднанні до теплових мереж, але недостатньому наявному тиску на вводі теплових мереж (крім вузлів змішання з елеватором).

Послідовність гідравлічного розрахунку

На початку гідравлічного розрахунку основне циркуляційне кільце розбивають на послідовні ділянки. Ділянка- це частина трубопроводу постійного діаметра з постійною витратою теплоносія на ній. Ділянки нумеруються, визначається їхня довжина та обчислюється розрахункове теплове навантаження $Q_д$.

Далі обчислюється розрахункова витрата теплоносія на розрахунковій ділянці за формулою:

$$G=3,6\cdot Q_д/(c\cdot \Delta t) \qquad 4$$

де с- питома теплоємність води, = 4,2 кДж/кг °С;

Δt- розрахункова різниця температур подавального ($t_п$) та зворотнього ($t_з$) теплоносія, $\Delta t=(t_п-t_з)$, °С

Діаметри ділянок підбирають по розрахунковій витраті теплоносія G за допомогою номограм гідравлічного розрахунку, задаючи оптимальну швидкість руху теплоносія (рис. 4.11, рис 4.12) відповідно до дод А та Б [10]. При цьому обмежують величину питомої втрати тиску на тертя R в діапазоні 100...200 Па/м.

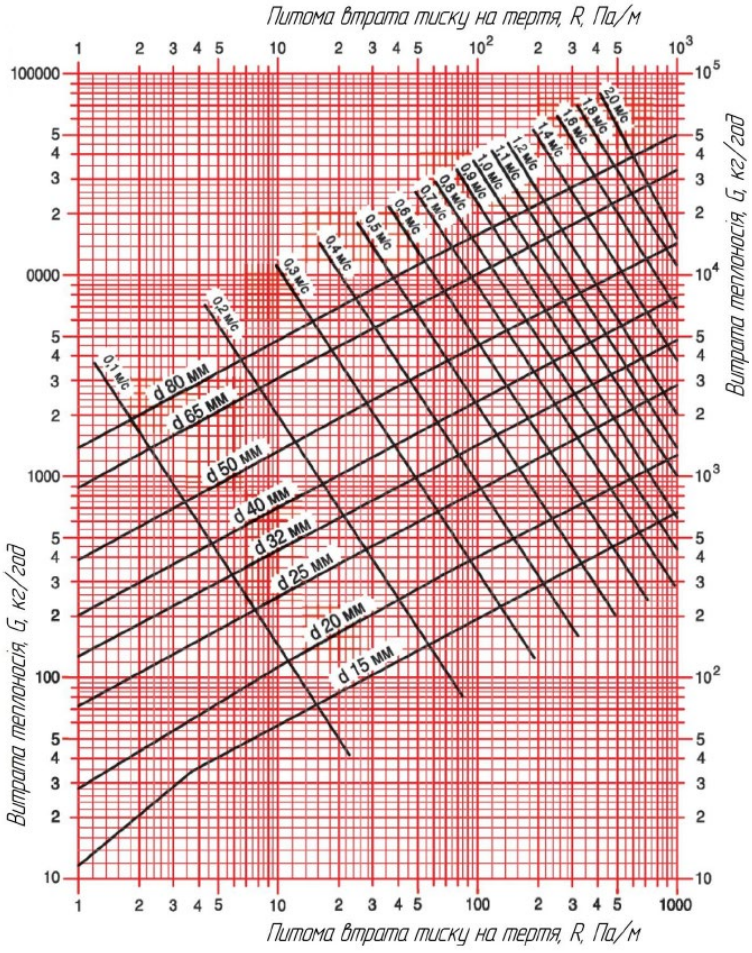


Рис. 4.11. Номограма гідравлічного розрахунку трубопроводів водяного опалення зі сталевих труб при $k_ш$=0,2 мм

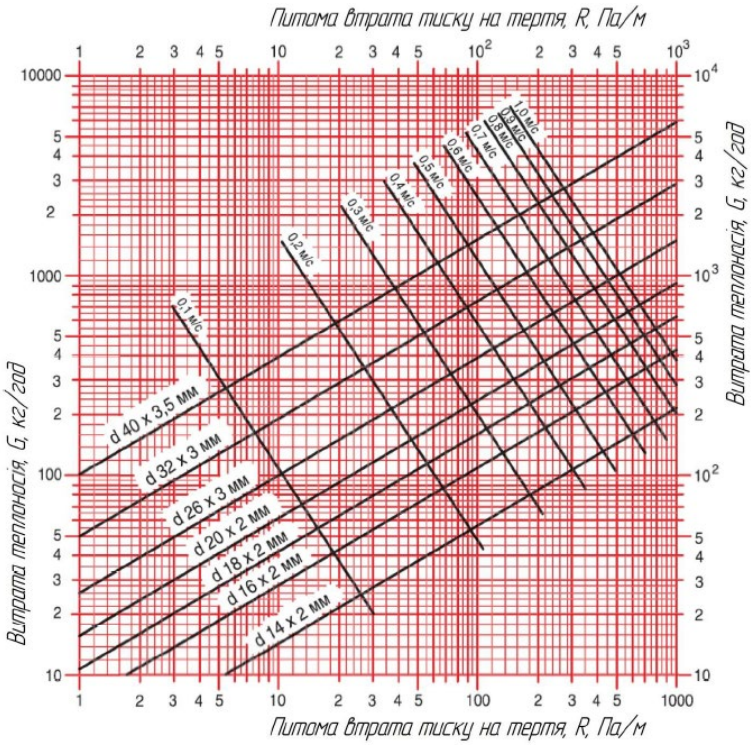


Рис. 4.12. Номограма гідравлічного розрахунку трубопроводів водяного опалення із металополімерних труб при $k_ш$=0,007 мм

Сумарні втрати тиску в системі опалення визначаються за формулою:

$$\Delta P_{со}=\Sigma\Delta P_{уст}+ \Sigma\Delta P_{діл}+ \Sigma\Delta P_{рег.діл}. \quad (4.5)$$

де $\Sigma\Delta P_{уст}$ -сума втрат тиску в котлі (теплообміннику), регулювальних клапанах теплового вузла (у відкритому стані), витратомірах теплового вузла та іншому устаткуванні, Па;

$\Sigma\Delta P_{діл}$ -сума втрат тиску в послідовних розрахункових ділянках розрахункового циркуляційного кільця, Па;

$\Sigma\Delta P_{рег.діл}$ -втрати тиску на "регульованій ділянці" розрахункового циркуляційного кільця, Па.

Для двотрубних систем опалення "регульованою ділянкою" вважають опалювальний прилад з підведеннями до нього трубопроводів, арматурою тощо.

За допомогою методу питомих втрат тиску обчислюються втрати тиску на ділянці, а також втрати тиску в трубопроводах "регульованої ділянки" як сума втрат тиску на подолання сил тертя (втрати по довжині) та сил інерції (місцеві опори) за формулою:

$$\Sigma\Delta P_{діл}=l_{діл}R+Z \quad (4.6)$$

де $l_{діл}$ – довжина ділянки, м;

R– питома втрата тиску на тертя, Па/м;

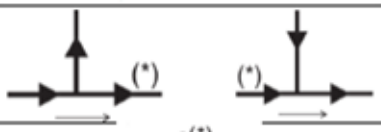
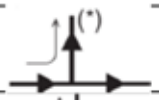
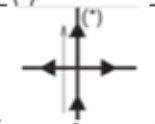
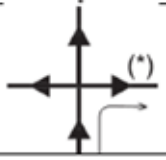
Z – втрати тиску на місцеві опори, Па; Z= f (Σζ)

Σζ – сума коефіцієнтів місцевих опорів (див. табл.4.) відповідно до дод В [10].

Таблиця 4.2. Коефіцієнти місцевих опорів ζ

Місцевий опір	Позначення	Значення ζ
Радіатори чавунні секційні		2,0
Панельні одинарні компакт-радіатори тип 10, 11К	Ø15	19,0
Панельні подвійні компакт-радіатори тип 21К, 22К	Ø15	8,0
Панельні потрійні компакт-радіатори тип 33К	Ø15	6,0
Котли чавунні секційні		2,5
Раптове розширення		1,0 *
Раптове звуження		0,5 *
Відступ		0,6
Відведення під кутом 900, качка	Ø15, Ø20 Ø25, Ø32 Ø40 і більше	1,5 1,0 0,5
Скоба	Ø15 Ø20 і більше	3,0 2,0
Проточний збірники повітря		1,5
Засувка паралельна		0,5
Кран кульовий		1,0
Кран пробковий прохідний	Ø15 Ø20 і більш	4,0 2,0

Продовження таблиці 4.2

Трійник прохідний		1,0 *
Трійник на відгалуження потоку		1,5 *
Трійник на протитечії		3,0 *
Хрестовина прохідна		2,0 *
Хрестовина поворотна		3,0 *

Далі вибирається типорозмір регулювального або балансувального клапану за величиною його пропускної здатності k_v, м^3/год.

Значення k_v виражає собою об'ємну витрату протікання через клапан води щільністю 1000 кг/м^3 при створенні перепаду тиску в ньому 1 бар.

Регулювальні клапани залежно від їхнього функціонального призначення та конструктивних особливостей поділяються на групу арматури, яка не має гідравлічного налаштування, та групу арматури, що має в своїй конструкції пристрої з налаштування гідравлічного опору на потрібну установку.

Для клапанів, які не мають налаштування, втрати тиску визначаються за формулою:

$$\Delta P_{кл}=0,1\ (G/\ k_v)^2 \qquad (4.7)$$

де G- розрахункова витрата теплоносія на ділянці, кг/год;

k_v – пропускна здатність, яка відповідає певному клапану, м^3/год.

Відповідно до номограми (рис. 4) визначається втрата тиску в клапані $\Delta P_{кл}$ за розрахунковою витратою води на перетині з графічною характеристикою клапана 2К, а на продовженні графічної характеристики до перетину з ординатою $\Delta P_{кл}$= 100кПа визначається контрольна величина пропускної здатності клапана k_v. Для пропуску через клапан розрахункової витрати теплоносія $G_{діл}$ приймається положення штока **2К**, виходячи з міркувань достатності ходу штока в бік відкриття при «прогріві» приміщення, а також

достатності ходу штока в сторону закриття при автоматичному зменшенні витрати води внаслідок ймовірної появи в приміщенні теплових впливів.

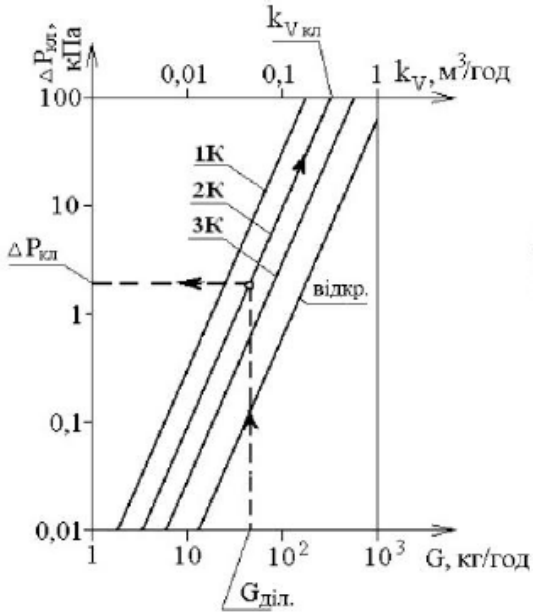


Рис. 4.13. Номограма визначення гідравлічного опору клапану по заданій розрахунковій витраті води на ділянці

При підборі клапанів з налаштуванням гідравлічного опору на потрібну установку можна використовувати формулу для визначення необхідного значення пропускної здатності клапану:

$$k_v=G/(10\ \Delta P_{кл})^{0,5} \qquad (4.8)$$

де $\Delta P_{кл}$ – розрахункова необхідна втрата тиску в балансувальному клапані, Па.

Отримане за формулою (4,8) значення k_v є достатнім проектним рішенням, тому що дозволяє провести підбір клапана або його заміну на клапан іншого типу.

На рис.4.14 показані схеми ходу штока клапана з відповідними кодовими позначеннями

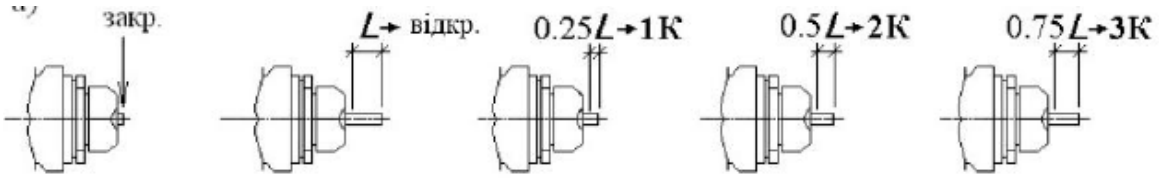


Рис. 4. Схема ходу штока клапана з відповідними кодовими позначеннями 1К, 2К, 3К, відкр., для яких на рис. 4.1 для клапана показані відповідні гідравлічні залежності 1К, 2К, 3К, відкр.

При підборі конкретного типу клапана, а також для визначення значення його гідравлічного настроювання n , необхідно користуватися відповідною даному клапану розрахунковою номограмою, загальний тип якої показаний на рис. 4.3.

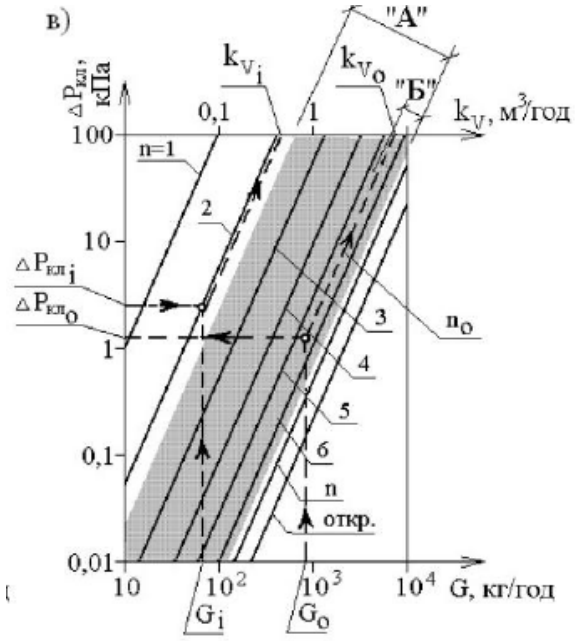


Рис. 4.15. Схема підбору клапана і визначення його гідравлічного настроювання по заданим значенням втрати тиску в ньому і витраті води на ділянці.

Ключ користування номограмою (рис. 4.3)показаний штриховими лініями: на перетині ліній побудови розрахункової витрати води G і заданою втратою тиску в клапані $\Delta P_{кл}$ визначається необхідна графічна характеристика з відповідною величиною гідравлічного настроювання n , а на продовженні графічної характеристики до перетину з ординатою $\Delta P_{кл}$=100 кПа визначається величина необхідної пропускної спроможності клапана k_v.

При гідравлічному розрахунку прагнуть, щоб для всіх регульованих ділянок системи опалення використовувався весь діапазон гідравлічних налаштувань n , не зачіпаючи при цьому значень, близьких до повного відкриття або до закриття клапана.

Гідравлічні розрахунки систем опалення вбудованих приміщень, приміщень житлового будинку та системи теплопостачання припливної установки на технічному

поверсі виконувались в ліцензійній програмі АРС-ПС [22]. Результати розрахунків наведені в додатку 3.

4.3. Підбір та розрахунок опалювальних приладів

Опалювальні прилади є одним із найважливіших елементів системи опалення, які призначені для передачі тепла від теплоносія до приміщення будинку, в якому вони встановлюються.

Здатність передавати якомога більшу кількість тепла від теплоносія до повітря приміщення обумовлена високим значенням коефіцієнта теплопередачі опалювального приладу та відноситься до теплотехнічних вимог опалювальних приладів. Тобто; габарити і форма опалювального приладу повинні сприяти більшій віддачі тепла.

До санітарно-гігієнічних вимог відносяться температура поверхні опалювального приладу, яка повинна відповідати призначенню приміщення, в якому він установлений; характер поверхні приладу, який не повинен сприяти відкладанню пилу та форма приладу, яка сприяє легкому очищенню всіх його частин від пилу.

З естетичної точки зору опалювальний прилад має гармонійно вписуватися в інтер'єр приміщення.

Прилади розрізняють за формою і розмірами, вони можуть збиратись з окремих секцій і елементів.

В даній роботі у вигляді опалювальних приладів застосовуються сталеві панельні радіатори.

Сталевий панельний радіатор (рис. 4.) являє собою конструкцію, в центрі якої знаходяться два зварених тонких сталевих листа з заглибленнями у вигляді каналів, по яких циркулює вода. Наступним шаром, який збільшує тепловіддачу радіатора, є обрешітки-панелі з П-подібним рельєфом. Верхній шар- це декоративні панелі.

Для запобігання корозії сталеві радіатори покривають спеціальним антикорозійним фосфатним ґрунтом з нанесенням пиловідштовхувальної емалі з високим лиском або фосфатом заліза, потім катафорезним лаком і нарешті білим епоксиполіефірним лаком для корозійної і механічної стійкості.

Рис. 4.16. Сталевий панельний радіатор

За своїми параметрами панельні радіатори задовольняють будь-які запити та підходять для будь-якого приміщення. Їхня висота може коливатися від 200 до 900 мм, а ширина- від 400 до 3000 мм.

Потужність сталевих панельних радіаторів залежить від типу їхньої конструкції: чим більше панелей, тим більша потужність. Існує кілька типів радіаторів: 10, 11, 12, 21, 22, 33.

Перша цифра в класі сталевого радіатора позначає кількість панелей, а друга вказує на кількість рядів конвективного оребрення.

Типи з коротким описом:

тип 10 – однорядні сталеві панельні радіатори без конвективного оребрення;

тип 11 – складаються з однієї панелі і одного ряду конвективного оребрення;

тип 12 – складаються з двох панелей та одного ряду конвективного оребрення;

тип 21 – складаються з двох панелей та одного ряду конвективного оребрення;

тип 22 — складаються з двох панелей та двох рядів конвективного оребрення;

тип 33 — складаються з трьох панелей та трьох рядів конвективного оребрення.

Опалювальні прилади, зазвичай, розміщують під світловими прорізами (вікнами), де вони ефективно справляються з прогріванням холодних повітряних потоків і, як наслідок, вікна «не плачуть», а холодне повітря своєчасно прогрівається і спрямовується вгору. Під вікнами найхолодніше місце в будь- якому будинку або квартирі. При цьому неважливо, встановлені склопакети з декількома повітряними камерами або звичайні вікна з дерев'яними рамами. Якщо врахувати опір теплопередачі, то вікна в порівнянні зі стінами

набагато холодніші. До того ж таке розміщення опалювальних приладів забезпечує вільний доступ для їхнього огляду, ремонту та очищення (рис. 4.17). Довжина опалювального приладу повинна становити не менше 0,9-0,7 ширини віконних прорізів (рис. 4.18, рис. 4.20). У разі некоректного вибору або розміщення приладів опалення холодне повітря буде рухатися паралельно підлозі, доставляючи тим самим масу незручностей (рис.4.3). Повна висота опалювального приладу повинна бути менше відстані від чистої підлоги до низу підвіконної дошки (або низу віконного прорізу при її відсутності) на величину не менше 100 мм (рис. 4.17).

Приклади розміщення опалювальних приладів у приміщенні показані на рис. 4.17-4.20.

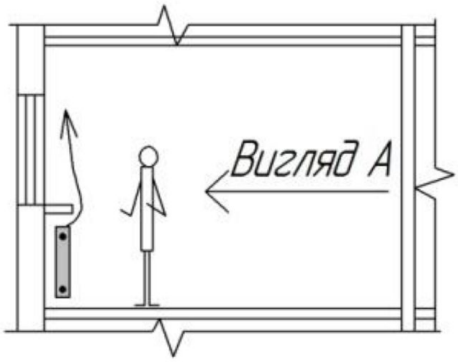


Рис. 4.17. Розміщення опалювальних приладів вільно під вікнами в житлових та адміністративних приміщеннях

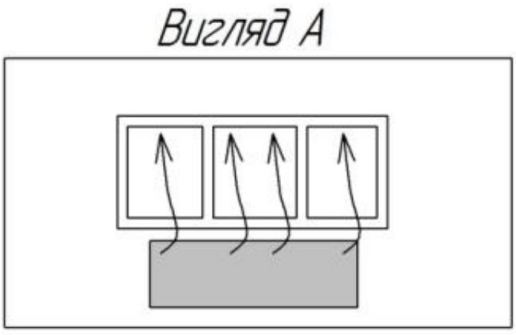


Рис. 4.18. Правильний підбір довжини опалювального приладу

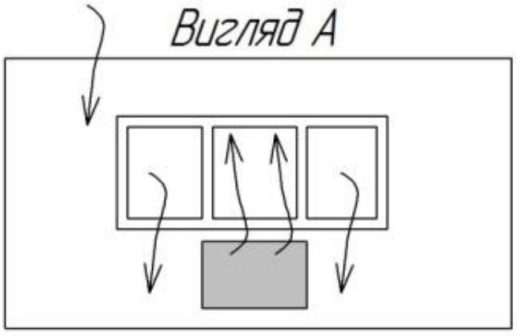


Рис. 4.19. Неправильний підбір довжини опалювального приладу

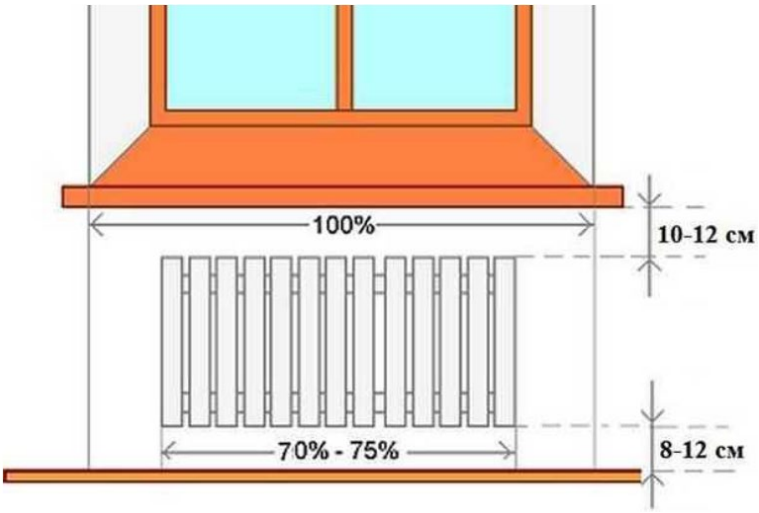


Рис. 4.20. Правильний підбір довжини та висоти опалювального приладу та розміщення його під вікном

Опалювальні прилади не слід розміщувати в відсіках тамбурів, що мають зовнішні двері. Опалювальні прилади на сходовій клітці слід приєднувати до окремих гілок або стояків систем опалення.

До техніко-економічних вимог сталевих панельних радіаторів відносяться: мала вартість приладу, а також матеріалів для його виготовлення; мала маса і малі габарити при великій поверхні нагріву; великий термін служби; мінімальна витрата металу.

Методика розрахунку та підбору опалювальних приладів

Методика розрахунку та підбору опалювальних приладів відповідно до [10] наведена нижче.

1. Для визначення площі поверхні нагрівання опалювального приладу спочатку знаходять густину теплового потоку приладів q, що передається від теплоносія в навколишнє середовище через 1м^2 площі поверхні приладу:

$$q = \frac{Q}{F} \qquad (4.9)$$

де F– площа поверхні приладу, . м^2.

Q– тепловий потік через поверхню опалювального приладу, Вт:

$$Q = F\ k\ \Delta t_{сер} \qquad (4.10)$$

де k– коефіцієнт теплопередачі, (Вт/м^2 °С);

$\Delta t_{сер}$ – середній температурний напір, °С.

В результаті отримуємо:

$$q= k\ \Delta t_{сер} \tag{4.11}$$

Бачимо, що густина теплового потоку приладів залежить від тих же факторів, що і коефіцієнт теплопередачі. Тому для спрощення розрахунків визначають саме густину теплового потоку опалювального приладу. Для цього використовують таке поняття, як номінальна густина теплового потоку.

Визначення величини q здійснюють за стандартних умов роботи в системі водяного опалення в результаті теплових випробувань опалювального приладу, коли витрата води в приладі становить $G_{пр}^{ст}$=0,1 кг/с.

Середній температурний напір при температурі води на вході в прилад $t_{вх}$=90°С, температурі води на виході з приладу $t_{вих}$=70 °С та температурі повітря в приміщенні $t_п$=20°С становить:

$$\Delta t_{сер}^{ст} = t_{сер} - t_п = 0,5\left(t_{вх} + t_{вих}\right) - t_п = 0,5\left(90+70\right) - 20 = 60^{\circ}C\,, \tag{4.12}$$

В технічних характеристиках опалювальних приладів вже вказане значення номінальної густини теплового потоку. За цією величиною можна визначити розрахункову густину теплового потоку опалювального приладу, якщо умови роботи відрізняються від стандартних (теплоносій- вода) за формулою:

$$q_{пр} = q_{ном}\frac{\Delta t_{сер}^{\,1+n}}{60}\frac{G_{пр}^{\,p}}{0,1}c_{пр}\,, \tag{4.13}$$

де n, p – експериментальні значення показників ступеня;

$G_{пр}$ –витрата води в опалювальному приладі, / кг с:

$$G_{пр} = \frac{0,001Q_{пр}}{c(t_{вх} - t_{вих})}, \tag{4.14}$$

де с – коефіцієнт, що враховує схему приєднання опалювального приладу і зміни показника ступеня «р» в різних діапазонах витрати теплоносія.

Розрахункова площа опалювального приладу становить:

$$F_p = \frac{Q_{пр}}{q_{пр}}, \tag{4.15}$$

Якщо враховувати додаткові фактори, що впливають на теплопередачу приладів, то розрахункова площа опалювального приладу матиме вигляд:

$$F_p = \frac{Q_{пр}}{q_{пр}} \beta_1 \beta_2, \tag{4.16}$$

де $Q_{пр}$ – тепловіддача опалювального приладу в приміщення, яка визначається за наступною формулою:

$$Q_{пр} = Q_{прим} - 0,9 Q_{тр}, \tag{4.17}$$

де β_1– коефіцієнт, який враховує додатковий тепловий потік;

β_2– коефіцієнт додаткових втрат теплоти опалювального приладу;

$Q_{прим}$ – потреба приміщення в теплі, що дорівнює різниці між тепловтратами і тепонадходженнями, Вт;

$Q_{тр}$ – сумарна тепловіддача відкрито прокладених в межах приміщення трубопроводів (стояків та гілок підведень), до яких безпосередньо під'єднано прилад;

0,9- коефіцієнт, який враховує частку теплового потоку від теплопроводів, необхідного для підтримання потрібної температури повітря в приміщенні.

Тепловіддача від трубопроводів визначається за спрощеною формулою:

$$Q_{тр} = q_в l_в + q_г l_г, \tag{4.18}$$

де $q_в$, $q_г$. – тепловіддача 1 м відповідно вертикально і горизонтально прокладених трубопроводів, Вт/м;

$l_в$, $l_г$ – довжини відповідно вертикально і горизонтально прокладених трубопроводів, м.

Розрахунок та підбір опалювальних приладів здійснювався завдяки програмі АРС-ПС [22], результати підбору наведені в розрахункових таблицях додатку 3.

Розділ 5. Вентиляція приміщень житлового будинку

5.1. Загальні положення

Відповідно до ДБН В.2.2-15:2019 [5] вентиляція квартир організовується:

- ✓ природньою витяжною вентиляцією з кухні, туалету, суміщеного санвузла, ванної кімнати з природнім періодичним припливом зовнішнього повітря через відчинені кватирки, стулки чи балконні двері при провітрюванні квартири;
- ✓ природною витяжною вентиляцією з кухні, туалету, суміщеного санвузла, ванної кімнати з природнім постійним або змінним припливом зовнішнього повітря через вікна з відповідною функцією фурнітури, з постійним або змінним припливом зовнішнього повітря через додаткові повітряні клапани у вікнах або стінах (з функцією захисту від потрапляння води ззовні у приміщення);
- ✓ механічною витяжною вентиляцією, з кухні, туалету, суміщеного санвузла, ванної кімнати (за наявності окремого витяжного каналу) та природним припливом зовнішнього повітря через регульовані жалюзі або гратки із зворотніми клапанами, регульовані повітрозабірні стулки вікон та механічною припливно-витяжною вентиляцією з утилізацією теплоти повітря, що видаляється.

Витяжні канали повинні розміщуватися у внутрішніх стінах будинків або примикати до них. Ділянки витяжних каналів, що прокладаються над покрівлею, на горищі, а також поблизу охолоджуваної поверхні зовнішніх стін, повинні проектуватися з тепловою ізоляцією, що виключає випадання конденсату при відносній вологості витяжного повітря до 70 %.

При застосуванні витяжних каналів видаляти повітря з кожної кухні, ванної кімнати, туалету або суміщеного санвузла слід індивідуальним вертикальним витяжним каналом-супутником із викидом повітря в атмосферу або у збірну вентиляційну шахту з приєднанням кожного витяжного каналу однієї квартири до збірної шахти на відстані по вертикалі не менше 2 м від витяжних грат. Для суміжних приміщень ванної кімнати та туалету однієї квартири допускається проектувати один загальний вертикальний витяжний канал з туалету при забезпеченні перетікання повітря з верхньої зони ванної кімнати до туалету через канал з гратками з обох боків.

Індивідуальні витяжні канали і збірні вентиляційні шахти мають виконуватися в будівельних конструкціях.

При застосуванні природної витяжної вентиляції у кухнях і зонтів/витяжок над кухонними плитами з механічною витяжною вентиляцією для зонтів/витяжок слід передбачати індивідуальні вертикальні витяжні канали- супутники з викидом повітря в атмосферу або у збірну вентиляційну шахту з приєднанням кожного витяжного каналу однієї квартири до збірної шахти на відстані по вертикалі не менше 2 м від зонтів/витяжок. Гратки/ канали природної витяжної вентиляції квартири повинні бути оснащені зворотними клапанами.

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

Улаштування системи вентиляції та необхідний повітрообмін у приміщеннях, які обладнані газовими приладами, повинні відповідати вимогам ДБН В.2.5-20:2018 [7].

Розташування місць забору та викиду повітря слід обирати відповідно до вимог ДБН В.2.5-67 [4]. Викиди вентиляційного повітря з ванної, туалету, суміщеного санвузла та кухні слід здійснювати над покрівлею будинку.

Витяжні вентиляційні системи з природним спонуканням повинні проектуватися з викидом повітря над покрівлею у місцях, де виключається виникнення зон вітрового підпору. Висоту вентиляційної труби системи витяжної природної вентиляції слід приймати згідно ДБН В.2.5-67 [4].

Гратки, місцеві вентилятори, зонти/витяжки, які приєднані до вертикальних каналів та шахт, повинні мати знімні сітки (для періодичного очищення), що захищають від проникнення у квартири комах та гризунів.

Вентиляція вбудованих нежитлових приміщень повинна бути автономною.

Не допускається розташовувати витяжні шахти/повітроводи та димоходи із вбудованих приміщень перед вікнами квартир, а також прокладати повітроводи витяжної вентиляції вбудованих приміщень по фасадах житлового будинку.

Місцеві витяжні вентилятори у системах з природним спонуканням допускається встановлювати у кухнях, ванних кімнатах, туалетах, суміщених санвузлах за умови, що

питомі втрати тиску при русі повітря у збірній шахті під час роботи усіх приєднаних до неї місцевих вентиляторів не перевищуватимуть 0,65 Па/м.

При застосуванні місцевих вентиляторів слід забезпечувати їх електричне живлення згідно з ДБН В.2.5-23:2010 [8].

Відповідно до завдання на проектування в даній кваліфікаційній роботі системи витяжної вентиляції санвузлів запроектовані за вузлом «А» (рис. 5.1), приміщень кухні- за вузлом «Б» (рис. 5.2-5.4). Підключення вентиляційних вузлів до витяжних каналів через канали-супутники показано на рис. 5.5.

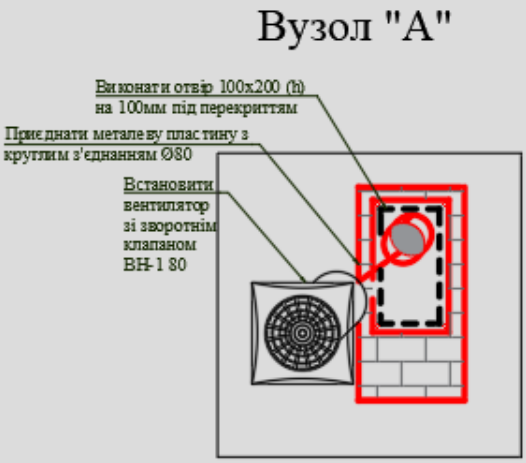


Рис. 5.1. Підключення витяжного вентилятора (санвузли)

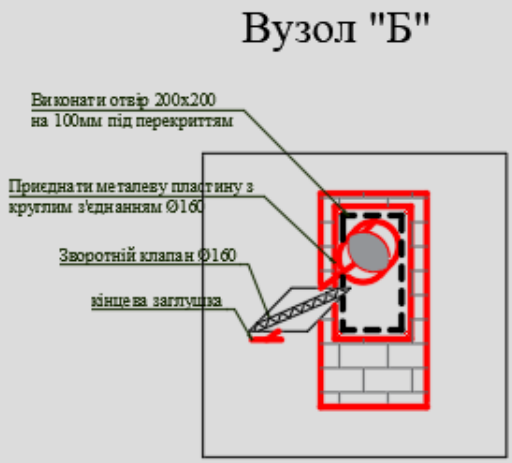


Рис. 5.2. Варіант 1 - для підключення кухонної витяжки ("зонта")

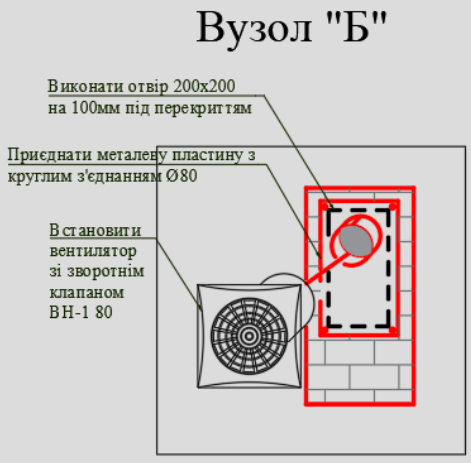


Рис. 5.3. Варіант 2 - для підключення кухонного вентилятора

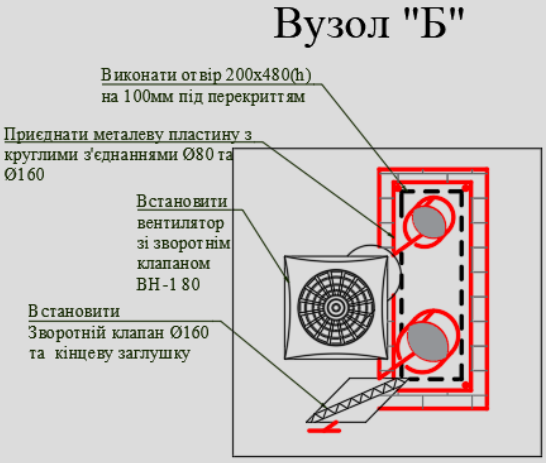


Рис. 5.4. Варіант 3 - для спільного підключення кухонного вентилятора та кухонної витяжки "зонта"

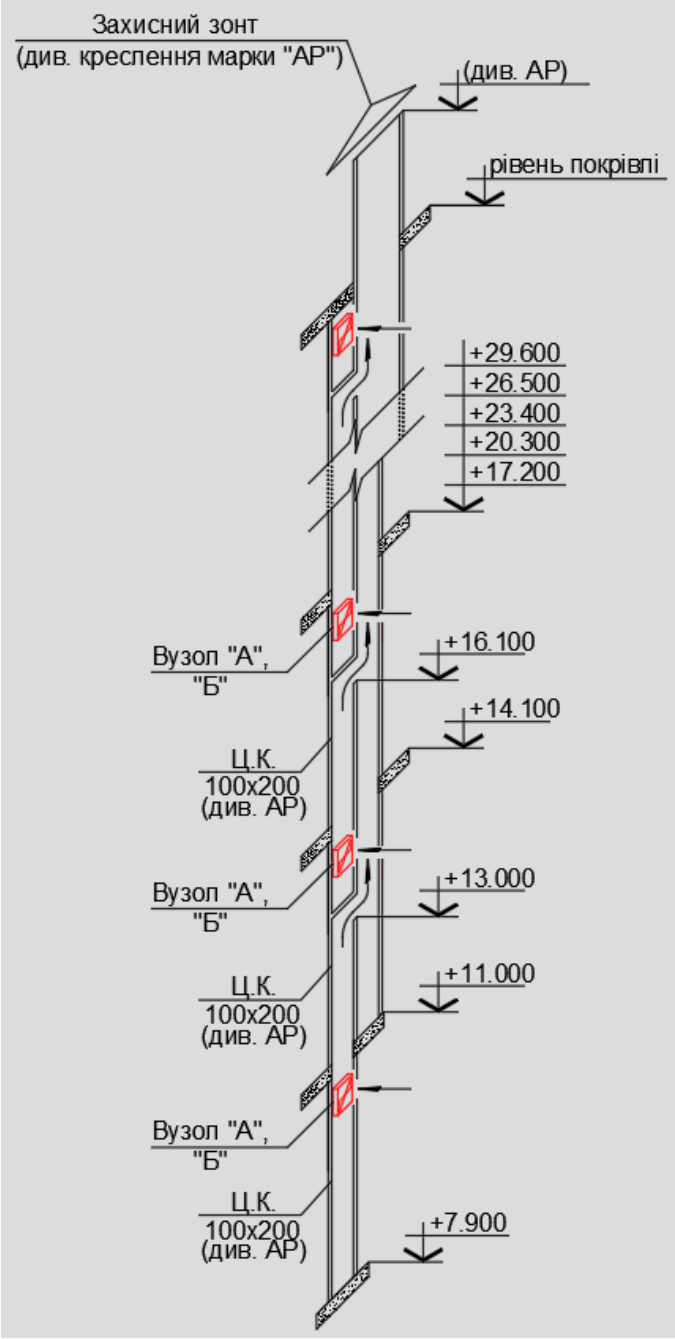


Рис. 5.5. Підключення вентиляційних вузлів «А» та «Б» до витяжних каналів з будівельних конструкцій

Відповідно до ДСТУ Б EN 15251 мінімальні питомі витрати повітря для приміщень житлових будівель приймаються згідно таблиці Х.4 [4].

Таблиця Х.4 – Мінімальні питомі витрати вентиляційного повітря для приміщень житлових будівель

Умови мікроклімату	Повітрообмін[1)]		Житлові та спальні кімнати, витрата зовнішгього повітря		Витрата повітря, яке видаляється, дм^3/с		
	дм^3/(с·м^2)	год$^{-1}$	дм^3/(с·люд.)[2)]	дм^3/(с·м^2)	Кухня	Ванна	Туалет
Підвищені оптимальні	0,49	0,7	10	1,4	28	20	14
Оптимальні	**0,42**	**0,6**	**7**	**1,0**	**20**	**15**	**10**
Допустимі	0,35	0,5	4	0,6	14	10	7

[1)] Питомі витрати вентиляційного повітря, що надані в одиницях виміру [дм^3/(с·м^2)] і [год$^{-1}$], відповідають одна одній при висоті стелі 2,5 м.

[2)] Кількість мешканців у місці проживання може бути розрахована за кількістю спальних кімнат.

Аксонометричні схеми систем вентиляції житлової частини, виконані за допомогою індивідуальних вертикальних витяжних збірних вентиляційних шахт з каналами-супутниками та викидом повітря в атмосферу, більш детально наведені на листі креслень арк. 4.

Розділ 6. Індивідуальний тепловий пункт (ІТП)

6.1. Вихідні дані для розрахунку ІТП

Проект «Інженерія багатоповерхового житлового будинку із комбінованим ІТП по вул. Електриків в м. Києві» виконаний на підставі технічних умов; робочих креслень та необхідних розрахунків архітектурно-будівельної, санітарно-технічної, електротехнічної частин, розділів опалення та вентиляції робочого проекту та договору на проектування ІТП.

Проект виконувався з урахуванням та дотриманням діючих нормативно-технічних документів, таких як ДБН В.2.5-39:2008 “Теплові мережі”; ДБН В. 2.5-67:2013 “Опалення, вентиляція та кондиціонування”; ДБН В.2.5 - 64:2012 " Внутрішній водопровід та каналізація "; ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель; ДБН А.2.2.3-2014 “Склад та зміст проектної документації на будівництво“; правил користування тепловою енергією, 1999р.; рекомендацій фірм- постачальників обладнання.

Для систем опалення та ГВП передбачається встановлення високоефективних пластинчатих підігрівачів, приладів автоматичного керування та обліку споживання теплової енергії.

Характеристика об’єкту:

✓ Розрахунковий температурний графік теплоносія складає 150/70 °С. Фактичний температурний графік теплоносія- 115/70 °С. Для літа: теплові мережі працюють за графіком 70/30 °С.

✓ Висота будівлі 31,9 м. На перших двох поверхах знаходяться вбудовані приміщення;

✓ Параметри води в системах опалення житлових та вбудованих приміщень: 80-60°С, 90-70°С – на СО системи вентиляції вбудованих приміщень;

✓ тиск у подавальному трубопроводі 1,6 Мпа;

✓ тиск у зворотному трубопроводі 0,1 Мпа;

✓ Індивідуальний тепловий пункт розташований у підвальній частині будинку 7-ї секції (див. план-схему рис. 1.1) відм. -2,720. ІТП має два виходи, один назовні, з дверима, які зачиняються із зовнішньої сторони. В теплопункті запроектовані система вентиляції, дренажна система та штучне освітлення.

Загальний баланс теплових навантажень по об’єкту будівництва внесений до табл. 6.1.

Табл. 6.1. Загальний баланс теплових навантажень (8-а секція)

№ п/п	Найменування	Витрати тепла МВт (Гкал/год)					Разом, МВт (Гкал/год)
		Опалення	Вентиляція	Гаряче водопостачання			
				максимальне	середнє	середнє добове	
1	Житлові приміщення (8 секція)	0,151 (0,13)	-	0,150 (0,129)	0,065 (0,056)	2,3 (2,304)	0,301 (0,259)
2	Вбудовані приміщення (8 секція)	0,03 (0,026)	0,007 (0,006)	0,046 (0,04)	0,02 (0,017)	2,3 (2,304)	0,083 (0,072)
3	Разом	0,181 (0,156)	0,007 (0,006)	0,196 (0,169)	0,085 (0,073)	4,3 (4,608)	**0,384 (0,331)**
4	Холодопостачання	-	-	-	-	-	**0,05**

6.2. Основні технічні рішення

Системи теплоспоживання приєднуються до теплових мереж по двотрубній схемі. ІТП забезпечує теплопостачання систем опалення та ГВП житлових приміщень та системи опалення та вентиляції вбудованих приміщень.

Згідно технічних умов на проектування в приміщенні ІТП передбачається встановлення:

1) автоматизованих вузлів керування системами опалення, ГВП та вентиляції;
2) системи автоматичного регулювання споживання тепла будівлі;
3) високоефективних теплообмінних апаратів системи опалення, ГВП та вентиляції;
4) системи обліку спожитої теплової енергії.
5) системи автоматичного керування насосами опалення, ГВП, вентиляції та насосами підживлення систем опалення житлових приміщень;
6) встановлення частотного регулювання на насосах систем опалення.

Теплоносій та його подача у систему опалення житлових приміщень будинку виконується по незалежній схемі за допомогою високоефективних теплообмінних апаратів та циркуляційних насосів, які розташовані в приміщенні ІТП. Теплоносій та його подача у систему опалення вбудованих приміщень виконується також по незалежній схемі за допомогою теплообмінників. Керування циркуляційними насосами та їхній захист відбувається завдяки встановленню приладу керування. За рахунок насосів підживлення у системі опалення підтримується необхідний статичний тиск. Циркуляційні насоси системи опалення обладнані частотним регулюванням.

За допомогою мікропроцесорних регуляторів опалення та вентиляції відбувається регулювання витрат теплоносія та погодна корекція температури теплоносія у системах опалення та вентиляції. Температура теплоносія в системах опалення та вентиляції регулюється шляхом зміни кількості теплоносія, що подається в контур теплообмінника з тепломережі. Кількість теплоносія змінюється за допомогою команд, що надсилаються електронною системою управління на привід електричного регулюючого клапану. Температура в подавальному трубопроводі підтримується контролером в залежності від температури зовнішнього повітря та графіку теплоспоживання.

Підживлюються системи опалення та вентиляції зі зворотного трубопроводу теплових мереж.

Щоб забезпечити оптимальний режим та стабілізацію роботи клапану регулятора теплоспоживання, передбачається встановлення регулятора перепаду тиску, який буде підтримувати задане стале значення тиску між подавальним та зворотнім трубопроводом та забезпечувати незалежність гідравлічного режиму системи опалення від коливань тиску в тепломережі. Регулятора тиску підключають до регулюючого клапану регулятора теплоспоживання системи опалення. Вибирається клапан за розрахунковим значенням максимально допустимих втрат тиску при максимальних значеннях витрат теплоносія. Якщо клапан повністю відкритий, то регулятор тиску забезпечує проектне навантаження системи опалення й витрати мережної води повністю відповідають розрахунковим. При цьому витрати теплоносія будуть підтримуватись регулятором на постійному рівні.

Кількість витрат тепла також обмежують за допомогою лімітних шайб, які встановлюють перед регулюючими клапанами.

Система гарячого водопостачання житлових приміщень живиться від індивідуального підігрівача ГВП. Всі теплообмінники ГВП до системи теплопостачання підключаються по одноступеневій паралельній схемі приєднання. За допомогою регулятора температури підтримується температура гарячої води. Систему ГВП обладнують циркуляційним трубопроводом та циркуляційними насосами.

Усі теплообмінники системи ГВП обладнують приладами магнітної обробки води. Для того, щоб запобігти утворенню накипу всередині труб та на пластинах теплообмінників, захистити від корозії водогрійні теплообмінники усіх типів, а також запірну арматуру і комунікації, застосовують безреагентний спосіб водопідготовки з поступовим відмиванням і віднесенням старих відкладень.

Використання приладів магнітної обробки води знижують інтенсивність накипоутворення на 80 - 90%; збільшують в 1.5 - 2 рази термін служби устаткування обладнання; знижують корозію; значно скорочують об'єм ремонтно-експлуатаційних робіт; знижують витрати хімреагентів та стабілізують роботу вузла хімводопідготовки.

Прилади встановлюються перед теплообмінниками ГВП на трубопроводі холодного водопостачання (ХВП).

6.3. Розрахунок витрат теплоносія на будинок

Сумарні витрати мережної води складаються з витрат на опалення, вентиляцію та ГВП і розраховуються за формулою:

$$G_{\Sigma\,max} = G_{\Sigma o\,max} + G_{\Sigma в\,max} \quad (6.1)$$

$$V_{\Sigma\,max} = V_{\Sigma o\,max} + V_{\Sigma в\,max} \quad (6.2)$$

Розрахункова максимальна витрата мережної води на системи опалення та вентиляції визначається за формулою:

$$G_{omax} = 0{,}86 \cdot Q_{omax} \cdot 10^3 / (c \cdot (t_1 - t_2)),\ т/год; \quad (6.3)$$

$$V_{omax} = G_{omax} / \gamma,\ м^3/год\ldots \quad (6.4)$$

де Q_{omax}- теплове навантаження на систему опалення, МВт (див. табл. 6.1);

t_1, t_2- температура теплоносія відповідно в подавальному та зворотному трубопроводах при розрахунковому температурному графіку теплоносія: t_1= 150 °С, t_2= 70 °С;

с- питома теплоємність води, с = 1 ккал/кг·°С;

γ- питома вага теплоносія; при t=150°С, γ=0,917 т/м^3.

Система опалення житлових приміщень (секція 8)

$G_{omax\ 1}$ =0,86 ·0,151 ·10^3 / (1·(150-70))=1,62 т/год;

$V_{omax\ 1}$ = 1,62/0,917 = 1,77 м^3/год.

Система опалення вбудованих приміщень (секція 8)

$G_{omax\ 2}$ =0,86 ·0,03·10^3 / (1·(150-70))=0,32 т/год;

$V_{omax\ 2}$= 0,32/0,917 = 0,35 м^3/год.

Система вентиляції вбудованих приміщень (секція 8)

$G_{вmax\ 3}$ =0,86 ·0,007 ·10^3 / (1·(150-70))=0,075 т/год;

$V_{вmax\ 3}$ = 0,075/0,917 = 0,082 м^3/год.

Розрахунок середнього, максимального та середньодобового теплових навантажень системи ГВП виконується відповідно до ДБН В.2.5-64:2012 (табл. додаток А-5) та наведений розділі ВК.

Розрахункова максимальна витрата мережної води на ГВП при паралельній схемі приєднання у неопалювальний період:

$$G_{hmax} = 0,86 \cdot Q_{hmax}\ 10^3 /(c\ (t'_1 - t'_3)),\ т/год; \quad (6.5)$$

$$V_{hmax} = G_{hmax} / \gamma,\ м^3/год; \quad (6.6)$$

де Q_{hmax} - розрахункове максимальне теплове навантаження на ГВП, МВт (див. табл. 6.1);

t'_1, - температура теплоносія у подавальному трубопроводі в точці зламу опалювального графіку, t'_1 = 70 °С;

t'_3- температура теплоносія в зворотному трубопроводі після системи опалення, t'_3 = 30 °С;

с - питома теплоємність води, с = 1ккал/кг·°С;

γ - питома вага теплоносія; при t = 70 °С, γ = 0,978 т/м^3.

Житлові приміщення (секція 8):

$G_{hmax\ 4}$ =0,86 ·0,15 ·10^3 / (1·(70-30))=3,23 т/год;

$V_{hmax\ 4}$ = 3,23/0,978 = 3,3 м^3/год.

Сумарна витрата по будинку:

$G_{\Sigma\ max} = G_{\Sigma o\ max} + G_{\Sigma в\ max} + G_{\Sigma h\ max}$ = 1,62+0,32+0,075+3,23= **5,245** т/год;

$V_{\Sigma\ max} = V_{\Sigma o\ max} + V_{\Sigma в\ max} + V_{\Sigma h\ max}$ = 1,77+0,35+0,082+3,3= **5,502** м^3/год.

Сумарна витрата на житлову частину секції 8, яка складається з витрат на системи опалення та ГВП:

$G_{\Sigma\ max} = G_{\Sigma o\ max} + G_{\Sigma h\ max}$ = 1,62+3,23= 4,85 т/год;

$V_{\Sigma\ max} = V_{\Sigma o\ max} + V_{\Sigma h\ max}$ = 1,77+3,3= 5,07 м^3/год.

Сумарна витрата на вбудовані приміщення секції 8, яка складається з витрат на системи опалення та вентиляції:

$G_{\Sigma\ max} = G_{\Sigma o\ max} + G_{\Sigma в\ max}$ = 1,62+0,075= 1,7 т/год;

$V_{\Sigma\ max} = V_{\Sigma o\ max} + V_{\Sigma в\ max}$ = 1,77+0,082= 1,85 м^3/год.

Розрахункова мінімальна витрата мережної води на потреби ГВП:

Мінімальна витрата теплоносія в системі теплопостачання відбувається в літній період, коли працює лише система ГВП для підігріву циркуляційної води під час відсутності водорозбору, та розраховується за формулою:

$$G_{hmin} = 0,86 \cdot Q_{ht}\ 10^3 / (c\ (t'1 - t'3)),\ т/год; \qquad (6.7)$$

$$V_{hmin} = G_{h\,min} / \gamma,\ м^3/год; \qquad (6.8)$$

де Q_{ht} - розрахункові теплові втрати в будинкових мережах ГВП, МВт (згідно розрахункам розділу ВК);

t'_1 - температура теплоносія у подавальному трубопроводі в точці зламу опалювального графіку, $t'_1 = 70$ °С;

t'_3 - температура теплоносія в зворотному трубопроводі після системи опалення, $t'_3 = 30$ °С;

с - питома теплоємність води, с = 1ккал/кг·°С;

γ - питома вага теплоносія; при t = 70 °С γ = 0,978 т/м^3.

Житлові приміщення (секція 8):

$G_{hmin\,2} = 0{,}86 \cdot 0{,}003 \cdot 10^3 / (1 \cdot (70-30)) = 0{,}065$ т/год;

$V_{hmin\,2} = 0{,}065/0{,}978 = 0{,}066$ м^3/год.

Розрахункова циркуляційна витрата гарячої води в системі ГВП:

Циркуляційна витрата гарячої води (Т4) розраховується:

$$G_ц = 0{,}86 \cdot Q_{ht}\ 10^3 / (c\ (t_г - t_х)),\ т/год; \qquad (6.9)$$

$$V_ц = G_ц / \gamma\ ,\ м^3/год \qquad (6.10)$$

де $Q_{h\,t}$ - розрахункові теплові втрати в будинкових мережах ГВП, МВт (згідно розділу ВК складає 3 кВт);

$t_г = 55$ °С – температура гарячої води в систему ГВП;

$t_ц = 45$ °С – температура води в циркуляційному трубопроводі;

с – питома теплоємність води, с = 1 ккал/кг·°С;

γ - питома вага теплоносія; при t = 45 °С γ = 0,990 т/м^3

Житлові приміщення (секція 8):

$G_{hmin\,2} = 0{,}86 \cdot 0{,}003 \cdot 10^3 / (1 \cdot (55-45)) = 0{,}258$ т/год;

$V_{hmin\,2} = 0{,}258/0{,}990 = 0{,}26$ м^3/год.

Витрата теплоносія на опалення в перехідний період при t=8 °С:

$$G_{omin} = (0{,}86 \cdot Q_{o\,min} \cdot 1000)/ (c \cdot (T'1-T'2)),\ т/год; \qquad (6.11)$$

де Q_{omin} -теплове навантаження на опалення мінімальне в перехідний період,

$Q_{omin} = Q_{omax} \cdot (20-8)/(20-(-22))$, МВт;

Система опалення.

Житлові приміщення (секція 8):

$Q_{omin\ 1} = 0{,}151 \cdot (20-8)/(20-(-22)) = 0{,}041$ МВт;

Вбудовані приміщення (секція 8):

$Q_{omin\ 2} = 0{,}03\ (20-8)/(20-(-22)) = 0{,}008$ МВт;

Система вентиляції.

Вбудовані приміщення:

$Q_{вmin\ 3} = 0{,}007\ (20-8)/(20-(-22)) = 0{,}0019$ МВт;

де Т'1, Т'2- температура теплоносія в подавальному та зворотному трубопроводах при температурі зовнішнього повітря tз=8 °С: Т'1= 65 °С, Т'2= 46 °С, згідно температурного графіка теплової мережі.

с-питома теплоємність води, с = 1 ккал/кг·°С;

γ-питома вага теплоносія; при Т'1=65°С γ=0,981 т/м^3.

Система опалення

Житлові приміщення (секція 8):

$G_{опер\ 1} = 0{,}86 \cdot 0{,}041 \cdot 10^3/(1 \cdot (65-46)) = 1{,}86$ т/год;

$V_{опер\ 1} = 1{,}86 /0{,}981 = 1{,}89$ м^3/год.

Вбудовані приміщення (секція 8):

$G_{опер\ 2} = 0{,}86 \cdot 0{,}008 \cdot 10^3/(1 \cdot (65-46)) = 0{,}36$ т/год;

$V_{опер\ 2} = 0{,}36 /0{,}981 = 0{,}37$ м^3/год.

Система вентиляції

Вбудовані приміщення:

$G_{впер\ 3} = 0,86 \cdot 0,0019 \cdot 10^3/(1 \cdot (65-46)) = 0,09$ т/год;

$V_{впер\ 3} = 0,09 / 0,981 = 0,092$ м^3/год.

Розрахункова витрата гарячої води житлових приміщень

Витрата гарячої води (Т3) розраховується:

$$G_{Т3} = 0,86 \cdot Q_{h\ max}\ 10^3/ (c\ (t_г - t_х)),\ т/год; \quad (6.12)$$

$$V_{Т3} = G_{Т3} / \gamma\ ,\ м^3/год. \quad (6.13)$$

де Q_{hmax} - розрахункове максимальне теплове навантаження на ГВП, МВт (див. табл. 6.1);

$t_г = 55$ °С – температура гарячої води в систему ГВП;

$t_х = 5$ °С – температура холодної водопровідної води;

с – питома теплоємність води, с = 1 ккал/кг·°С;

γ - питома вага теплоносія; при t = 55 °С $\gamma = 0,986$ т/м^3

Житлові приміщення (секція 8):

$G_{Т3} = 0,86\ 0,15\ 10^3/ (1\ (55-5)) = 2,58$ т/год;

$V_{Т3} = 2,58 / 0,986 = 2,62$ м^3/год.

Розрахунок витрат теплоносія на підживлення систем опалення та вентиляції:

Витрата теплоносія на підживлення систем опалення та вентиляції приймається з розрахунку 20% від об'єму системи. Об'єми систем приймаються з розділу ОВ.

Система опалення житлових приміщень (секція 8):

$V_{опідж.\ II} = 1,7\ 0,20=0,34$ м^3/год.

Система опалення вбудованих приміщень (секція 8):

$V_{опідж.\ III} = 0,32 \cdot 0,20=0,06$ м^3/год.

Література

1. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. – К.: Мінрегіон України, 2022. – 27 с.
2. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія [Чинні від 2011-11-01] – К.: Мінрегіон України, 2011. – 127 с.
3. ДСТУ 9191:2022 Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. Прийнято наказом ДП «Український науково- дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» від 10.06.2022 р. № 201, чинний з 01.03.2023 р.
4. ДБН В. 2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування».
5. ДБН В.2.2-28:2010 «Будинки і споруди. Будинки адміністративного та побутового призначення».
6. ДБН В.2.2-15:2019 «Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення».
7. ДБН В.2.5-20:2018 «Газопостачання».
8. ДБН В.2.5-23:2010 [8] «Проектування електрообладнання об’єктів цивільного призначення».
9. ДСТУ Н Б А.2.2-5:2007 «Настанова з розробки енергетичного паспорта».
10. І.А. Пономарчук, К.В. Колесник. Опалення. Навчальний посібник.
11. ДБН В.2.5-39:2008 “Теплові мережі”.
12. ДБН А.2.2.3-2014 “Склад та зміст проектної документації на будівництво“.
13. Каталог «Danfoss». Автоматичні та ручні балансувальні клапани.
14. Каталог «Danfoss». Радіаторні терморегулятори.
15. «Uponor». Каталог продукції 2018-2019. Інженерні системи Uponor.
16. ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель».
17. ДСТУ Б А.2.4-1:2009. СПДБ. Умовні зображення і позначення трубопроводів та їх елементів.
18. Бойко , Н., & Чепурна , Н. (2024). РОЗВИТОК НЕТРАДИЦІЙНИХ ТА АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ В ЯКОСТІ СВІТОВОГО

ТРЕНДУ. Collection of Scientific Papers «ΛΌГОΣ», (March 1, 2024; Paris, France), 207–211. https://doi.org/10.36074/logos-01.03.2024.046

19. Дорошенко, Андрій; Кириченко, Михайло. Дослідження лінійних неоднорідних включень зони примикання до несучої плити для будівель з металокаркасу. Матеріали конференцій МНЛ, 2024, 26 квітня 2024 р., м. Одеса: 288-291.
20. DVGW Technische Regel Arbeitsblatt W 553:1998 Bemessung von Zirkulationssystemen in zentralen Trinkwasserer w-rmungsanlagen
21. Погосов , О., Пасічник , П., Габа , К., & Барилюк , Д. (2024). АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ МАКСИМАЛЬНОГО ТЕПЛОВОГО ПОТОКУ НА ОПАЛЕННЯ БАГАТОКВАРТИРНИХ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ. Grail of Science, (37), 504–511. https://doi.org/10.36074/grail-of-science.15.03.2024.085.
22. Ліцензійна програма АРС-ПС, автор Кугель Я.М.
23. Пасічник, П., Погосов, О., & Кулінко, Є. (2024). Можливості децентралізації систем теплопостачання в газифікованих багатоквартирних будинках радянської забудови в м. Києві. Scientific Collection «InterConf+», (42(189), 592–600. https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.02.2024.061

Додаток 1

********** КЛИМАТОЛОГИЯ **********

Местность=Киев УКР
Зона по влажности=Нормальная
Барометрическое давление,гПа .....p =990
Максимальная скорость ветра в январе,м/с .....Vx =3
Средняя суточная амплитуда температуры самого
холодного месяца, С .....dtx =5.5

ТЕМПЕРАТУРЫ НАРУЖНОГО ВОЗДУХА,С (СНиП 2.01.01-82,прил.1):
- в январе ..... =-4.7
- в феврале ..... =-3.8
- в марте ..... =1
- в апреле ..... =9
- в мае ..... =15.2
- в июне ..... =18.3
- в июле ..... =19.8
- в августе ..... =19
- в сентябре ..... =13.9
- в октябре ..... =8.1
- в ноябре ..... =1.9
- в декабре ..... =-2.5
- средняя ..... =8
- абсолютная минимальная ..... =-32
- абсолютная максимальная ..... =39
- средняя максимальная наиболее жаркого месяца .. =28
- наиболее холодных суток обеспеченностью 0.98 .. =-29
- наиболее холодных суток обеспеченностью 0.92 .. =-26
- наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0.98 =-25
- наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0.92 =-22
Период с среднесуточными температурами <=0С:
- средняя температура,С ..... =-10
- продолжительность,сут ..... =118
Период с среднесуточными температурами <=8С:
- средняя температура,С ..... =-0.1
- продолжительность,сут ..... =176
Период с среднесуточными температурами <=10С:
- средняя температура,С ..... =0.7
- продолжительность,сут ..... =195

УПРУГОСТЬ ВОДЯНОГО ПАРА,гПа (СНиП 2.01.01-82, прил.3):
- в январе ..... =3.473
- в феврале ..... =3.555
- в марте ..... =4.866
- в апреле ..... =7.577
- в мае ..... =10.72
- в июне ..... =14.32
- в июле ..... =15.94
- в августе ..... =14.96
- в сентябре ..... =11.75
- в октябре ..... =8.319
- в ноябре ..... =5.883
- в декабре ..... =4.232

********** ЗДАНИЕ **********

Жилое здание 5t10
Высота здания,м ..... =33
Коэффициент неравномерности отопления здания .... =1

********** ПОМЕЩЕНИЕ **********

ПОМЕЩЕНИЕ= **Житловий будинок з вбудованими приміщеннями**
Параметры воздуха в помещении:
- температура tп,С ..... =22
- относительная влажность,% ..... =50
- температура точки росы,С ..... =11.17
- режим эксплуатации ..... =Нормальн
- условия эксплуатации ..... =Б

СВОДНАЯ ТАБЛИЦА РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТА ОГРАЖДЕНИЙ ДЛЯ ПОМЕЩЕНИЯ=Отапл. помещения

Ограждение	Сопротивление теплопередаче Требуемое Rтр	Сопротивление теплопередаче Расчетное Rо	Термическое сопротивление Rк	Теплоинерция D	tвнут.хнос.хопр. tви,С	Норма-тивная воздухопроницанию Gн кг/м2ч	Сопротивление воздухопроницанию, м2.ч.Па/кг Требуемое	Сопротивление воздухопроницанию, м2.ч.Па/кг Расчетное	Сопротивление паропроницанию м2.ч.Па/мг Rп1	Сопротивление паропроницанию м2.ч.Па/мг Rп2	Сопротивление паропроницанию м2.ч.Па/мг Rп	Амплитуда колебаний температуры,С Max	Амплитуда колебаний температуры,С Расч. Amax	Теплоусвоение пола Допустимое Ymax	Теплоусвоение пола Расчетное Y	Условия эксплуатации
Зовнішня стіна	4	4.081	3.923	7.984	20.76 0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Б
Горищне покриття	7	7.107	6.949	8.592	21.29 0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Б
Перекриття 3-го поверху	0.9	5.286	5.128	4.015	21.04 0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Б
Покриття балконів	7	7.19	7.032	6.976	21.3 0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Б

Приміщення=Отапл. помещения
Багатошарове огородження=**Зовнішня стіна**
Параметри повітря у приміщенні:
- температура,С tв=22
- відносна вологість,% ov=50
- температура крапки роси,С tpoc=11.17
Умови експлуатації ..... =Б
Коефіцієнт однорідности огородження ..... r=1
Коефіцієнт N зниження теплопередачі ..... N=1
Теплова інерція ..... D=7.984
Температура зовнішнього повітря,С ..... tн=-22
Коефіцієнт тепловіддачі,Вт/м2.ч:
- до повітря зовні ..... Lн=23
- до повітря у приміщенні ..... Lв=8.7
Термічний опір без неоднорідності,м2С/Вт .... Rk=3.923
Опір теплопередачі,м2.ч/Вт:
- потрібно ..... Rтр=4
- по розрахунку ..... Ro=4.081
Температура повітря у внутрішньої поверхні для розрахуну інсоляції,°С .. tвп=20.76

ТАБЛИЦЯ ОСНОВНИХ ШАРІВ ОГОРОДЖЕННЯ

Шар	Тов-щина прові-дністьєння B м	Коефіц.тепло-засво-ний опір L Вт/м.С	Терміч- опір S Вт/м2С	Щіль-ність R=B/L кг/м3	Прони-кненя пара Y мг/м.ч.Па	t шара пара M мг/м.ч.Па	t * C	Опір проникненню пара Rп мг	ШАР:Мах:Теплова повіт:о:з:ло-ря,Rв:н:о:ги ; д:л: %	D=R*S інерція
штукатурка	0.02	0.93	11.09	0.02151	1800	0.09	-21.3	0.222	373 0	0.2385
цегляна кладка	0.51	0.81	10.12	0.6296	1800	0.11	-14.5	4.636	38 0	6.373
утеплювач мін.вата	0.15	0.046	0.3845	3.261	50	0.54	20.64	0.278	38 0	1.254
штукатурка	0.01	0.93	11.09	0.01075	1800	0.09	20.76	0.111	373 0	0.1192
РАЗОМ			3.923					5.247	822	7.984

*) Примітка: t - температура внутрішньої поверхні шара

Приміщення=Отапл. помещения

Багатошарове огородження= **Горищне покриття**

Параметри повітря у приміщенні:

- температура,C tв=22
- відносна вологість,% ov=50
- температура крапки роси,C tpoc=11.17

Умови експлуатації ..... =Б

Коефіцієнт однорідности огородження ..... r=1

Коефіцієнт N зниження теплопередачі ..... N=1

Теплова інерція ..... D=8.592

Температура зовнішнього повітря,C ..... tн=-22

Коефіцієнт тепловіддачі,Вт/м2.ч:

- до повітря зовні ..... Lн=23
- до повітря у приміщенні ..... Lв=8.7

Термічний опір без неоднорідності,м2С/Вт .... Rk=6.949

Опір теплопередачі,м2.ч/Вт:

- потрібно ..... Rтр=7
- по розрахунку ..... Ro=7.107

Температура повітря у внутрішньої поверхні для розрахуну інсоляції,°C .. tвп=21.29

ТАБЛИЦЯ ОСНОВНИХ ШАРІВ ОГОРОДЖЕННЯ

Шар	Тов-щина прові-дністьєння B м	Коефіц.тепло-засво-ний опір L Вт/м.С	Терміч- опір S Вт/м2С	Щіль-ність R=B/L кг/м3	Прони-кненя пара Y мг/м.ч.Па	t шара пара M мг/м.ч.Па	t * C	Опір проникненню пара Rп мг	ШАР:Мах:Теплова повіт:о:з:ло-ря,Rв:н:о:ги ; д:л: %	D=R*S інерція
Бетонна стяжка	0.05	0.93	11.09	0.05376	1800	0.09	-21.4	0.556	373 0	0.5962
Утеплювач ППС	0.05	0.052	0.8166	0.9615	100	0.05	-15.4	1	79 0	0.7852
Гідроизоляція	0.002	0.17	3.534	0.01176	600	0.014	-15.3	0.147	79 0	0.04158
Утеплювач ППС	0.3	0.052	0.8166	5.769	100	0.05	20.35	6	79 0	4.711
Паробар'єр	0	0.3	7.172	0.000533	1600	0	20.35	8	490 0	0.003825
Бетонна стяжка	0.05	0.93	11.09	0.05376	1800	0.09	20.68	0.556	373 0	0.5962
Плита залізобетонна	0.2	2.04	18.95	0.09804	2500	0.03	21.29	6.667	19620 0	1.858
РАЗОМ			6.949					22.92	21093	8.592

*) Примітка: t - температура внутрішньої поверхні шара

Розрахунки виконані за ДБН В 2.6-31:2021 з посиланням наДСТУ Б В.2.6-189:2013 та ДСТУ Б В.2.6-190:2013

Приміщення=Отапл. помещения
Багатошарове огородження= **Перекриття 3-го поверху**
Параметри повітря у приміщенні:
- температура,С tв=22
- відносна вологість,% ov=50
- температура крапки роси,С tpoc=11.17
Умови експлуатації ..... =Б
Коефіцієнт однорідности огородження ..... r=1
Коефіцієнт N зниження теплопередачі ..... N=1
Теплова інерція ..... D=3.43
Температура зовнішнього повітря,С ..... tн=-22
Коефіцієнт тепловіддачі,Вт/м2.ч:
- до повітря зовні ..... Lн=23
- до повітря у приміщенні ..... Lв=8.7
Термічний опір без неоднорідності,м2С/Вт .... Rk=3.528
Опір теплопередачі,м2.ч/Вт:
- потрібно ..... Rтр=0.9
- по розрахунку ..... Ro=3.686
Температура повітря у внутрішньої поверхні для розрахуну інсоляції,°С .. tвп=20.63

ТАБЛИЦЯ ОСНОВНИХ ШАРІВ ОГОРОДЖЕННЯ

Шар	Тов-щина проні-дніст	Коефіц.тепло-засво-єння	Терміч-ний опір R=B/L	Щіль-ність кг/м3	Прони-кненя пара мг/м	t шара *) С	Опір проникненню пара Rп м2.ч.Па/мг	ШАР:Мах:Теплова інерція повіт:о:з:ло-:ря,Rв:н:о:ги ;д:л: %	D=R*S
	B м	L Вт/м.С	S Вт/м2С	B/L м2.С/Вт	Y кг/м3	M :.ч.Па	t С	Rп мг	кг		
штукатурка	0.02	0.93	11.09	0.02151	1800	0.09	-21.4	0.222	373	0	0.2385
утеплитель минвата	0.25	0.05	0.3659	5	35	0.3	20.16	0.833	2	0	1.83
плиты железобетонные	0.2	2.04	18.95	0.09804	2500	0.03	20.98	6.667	19620	0	1.858
стяжка	0.008	0.93	11.09	0.008065	1800	0.09	21.04	0.083	373	0	0.08943
РАЗОМ				5.128				7.806	20368		4.015

*) Примітка: t - температура внутрішньої поверхні шара

Приміщення=Отапл. помещения
Багатошарове огородження= **Покриття балкона**
Параметри повітря у приміщенні:
- температура,С tв=22
- відносна вологість,% ov=50
- температура крапки роси,С tpoc=11.17
Умови експлуатації ..... =Б
Коефіцієнт однорідности огородження ..... r=1
Коефіцієнт N зниження теплопередачі ..... N=1
Теплова інерція ..... D=6.976
Температура зовнішнього повітря,С ..... tн=-22

Коефіцієнт тепловіддачі,Вт/м2.ч:
- до повітря зовні ..... Lн=23
- до повітря у приміщенні ..... Lв=8.7
Термічний опір без неоднорідності,м2С/Вт .... Rk=7.032
Опір теплопередачі,м2.ч/Вт:
- потрібно ..... Rтр=7
- по розрахунку ..... Ro=7.19
Температура повітря у внутрішньої поверхні для розрахуну інсоляції,°С .. tвп=21.3

ТАБЛИЦЯ ОСНОВНИХ ШАРІВ ОГОРОДЖЕННЯ

Шар	Тов-щина B, м	Коефіц.тепло-провідності L, Вт/м.С	Терміч-засво-єння S, Вт/м2С	Терміч-ний опір R=B/L, м2.С/Вт	Щіль-ність Y, кг/м3	Прони-кненя пара M, мг/м.ч.Па	t шара *), С	Опір проникненню пара Rп, м2.ч.Па/мг	ШАР:повіт:ря,Rв	Max:к:о:г:и, кг	Теплова інерція ; D=R*S, %
Штукатурка фасадна	0.02	0.93	11.09	0.02151	1800	0.09	-21.6	0.222	373	0	0.2385
Утеплювач мінвата	0.15	0.05	0.3659	3	35	0.3	-3.24	0.5	79	0	1.098
Пароізоляція	0	0.3	7.172	0.000533	1600	0	-3.24	8	490	0	0.003825
Утеплювач ППС	0.15	0.052	0.8166	2.885	100	0.05	14.41	3	79	0	2.356
Гідроизоляція	0.002	0.17	3.534	0.01176	600	0.014	14.48	0.147	99999	0	0.04158
Утеплювач ППС	0.05	0.052	0.8166	0.9615	100	0.05	20.37	1	79	0	0.7852
Бетонна стяжка	0.05	0.93	11.09	0.05376	1800	0.09	20.7	0.556	373	0	0.5962
Плита залізобетонна	0.2	2.04	18.95	0.09804	2500	0.03	21.3	6.667	19620	0	1.858
РАЗОМ				7.032				20.09	*****		6.976

*) Примітка: t - температура внутрішньої поверхні шара

Розрахунки виконані за ДБН В 2.6-31:2021 з посиланням наДСТУ Б В.2.6-189:2013 та ДСТУ Б В.2.6-190:2013

Додаток 2

Київ. Житловий будинок. Вбудовані приміщення. 8 секція. Кваліфікаційна робота бакалавра

Произведен расчет tнаружного воздуха по параметрам Б

ВХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

- местность ..... Киев УКР
- тип местности ..... В
- средняя температура за отопительный период =-0.1С
- длительность отопительного периода ..... =176суток
- стоимость 1ГДж тепла, ... =1000у.е.
- стоимость Гкал тепла, ... =4186у.е.
- тип здания ..... =А
- высота зданиям ..... =8м
- угол поворота здания по часовой стрелке ... =0град
- режим расчета по параметрам ..... =Б
- расчетная температура наружного воздуха .... =-22С
- расчетная скорость ветра ..... =4.2м/с

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА:
- суммарные теплопотери здания ..... =20.72кВт

ТЕПЛОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОМЕЩЕНИЙ Таблица 1

Помещение	t помещения	Т Е П Л О П О Т Е Р И Основные Вт	ккал/ч	Инфильтрация Вт	ккал/ч	Вентиляция Вт	ккал/ч	ТЕПЛОПОСТУПЛЕНИЯ Бытовые Вт	ккал/ч	Оборудование Вт	ккал/ч	ПОТЕРЯ ТЕПЛА ЗИМОЙ Вт	ккал/ч	ПОСТУПЛЕНИЕ ТЕПЛА ЛЕТОМ кВт	час
ЭТАЖ 1 Потеря тепла зимой=9.477 кВт(8150 Ккал/ч) Поступление тепла летом=0 кВт в0 час															
02	22	5809	4996	5.6	4.816	0	0	0	0	0	0	5815	5001	0	0
05	22	3656	3145	5.6	4.816	0	0	0	0	0	0	3662	3149	0	0
ЭТАЖ 2 Потеря тепла зимой=8.472 кВт(7286 Ккал/ч) Поступление тепла летом=0 кВт в0 час															
01*	22	4004	3444	11.2	9.632	0	0	0	0	0	0	4015	3453	0	0
02	22	4451	3828	5.6	4.816	0	0	0	0	0	0	4457	3833	0	0
ЭТАЖ -1 Потеря тепла зимой=2.774 кВт(2385 Ккал/ч) Поступление тепла летом=0 кВт в0 час															
02	8	2241	1927	5.6	4.816	0	0	0	0	0	0	2247	1932	0	0
05	8	521.7	448.6	5.6	4.816	0	0	0	0	0	0	527.3	453.4	0	0

~~~~~~
~~~~~~

ТЕПЛОПОТЕРИ И ТЕМПЕРАТУРЫ ПО СТОЯКАМ Таблица 2

Поме-ще-ние	:Q :t	Тепловая мощность Q, Вт, и температура воздуха в помещении t, град. С, для этажей здания ЭТАЖИ 1	2	-1
02	:Q	5815	4457	2247
	:t	22	22	8
05	:Q	3662		527.3
	:t	22		8
01*	:Q		4015	
	:t		22	

ТЕПЛОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОГРАЖДЕНИЙ ПОМЕЩЕНИЙ Таблица 3

ПРИМЕЧАНИЯ	:Обоз:Ори-:tнар.: РАЗМЕРЫ,м	:Кол:Коэф.: Rт	Rв	ПЛОЩАДЬ,м2	НАДБАВКИ,%	:К-во :Тдв,:ПОТЕРИ ТЕПЛА,Вт
	:наче:ента:воз- : X : Z	:огр: n	:м2.С/:м2.ч/:	Ограж-:Вклю-	:Ори-:Пол, :Выс	:людей: ч/ :Основ-:Инфиль
	:ние :ция :духа : : Y	:аж.:	:Вт :кг	:дения :чения	:ент.:двери:ота :	:сут.:ные :трация
ЭТАЖ=1 ПОМЕЩЕНИЕ=02 Температура воздуха в помещении=22С						
Стена нормативная	стнн С -22 9.5 4.03	1 1	4	9999	38.29 36.67	0 0 0 0 0	17.73 0
окно	2ік2 С -22 5.6 4.03	1 1	0.9	0.2	22.57 0	0 0 0 0 0	1103 0
окно	2ік2 С -22 2.1 4.03	1 1	0.9	0.2	8.463 0	0 0 0 0 0	413.7 0
Дверь наружная 1-	двн1 С -22 1.4 4.03	1 1	0.7	0.47	5.642 0	0 0 0 0 0	354.6 5.6
Перегородка	стиг 16 9.4 3.7	1 1	0.68	0	34.78 0	0 0 0 0 0	306.9 0
Перегородка	стиг 16 7.7 3.7	1 1	0.68	0	28.49 0	0 0 0 0 0	251.4 0
Перегородка	стиг 5 10.5 3.7	1 1	0.68	0	38.85 0	0 0 0 0 0	971.3 0
Перегородка	стиг -21 6.4 3.7	1 1	0.68	0	23.68 0	0 0 0 0 0	1497 0
Перегородка	стиг 5 2.7 3.7	1 1	0.68	0	9.99 0	0 0 0 0 0	249.8 0
Пол-внутреннее пе	пэрк 5 87 1	1 1	2.3	0	87 0	0 0 0 0 0	643 0
Итого теплопотери через ограждения							5809 5.6
ЭТАЖ=1 ПОМЕЩЕНИЕ=05 Температура воздуха в помещении=22С							
Стена нормативная	стнн С -22 5.56 4.03	1 1	4	9999	22.41 21.36	0 0 0 0 0	11.53 0
окно	2ік2 С -22 1.8 4.03	1 1	0.9	0.2	7.254 0	0 0 0 0 0	354.6 0
окно	2ік2 С -22 2.1 4.03	1 1	0.9	0.2	8.463 0	0 0 0 0 0	413.7 0
Дверь наружная 1-	двн1 С -22 1.4 4.03	1 1	0.7	0.47	5.642 0	0 0 0 0 0	354.6 5.6
Стена нормативная	стнн 5 6.8 4.03	1 1	4	9999	27.4 0	0 0 0 0 0	116.5 0
Перегородка	стиг 16 6.1 3.7	1 1	0.68	0	22.57 0	0 0 0 0 0	199.1 0
Перегородка	стиг 16 8.8 3.7	1 1	0.68	0	32.56 0	0 0 0 0 0	287.3 0
Перегородка	стиг 5 8.1 3.7	1 1	0.68	0	29.97 0	0 0 0 0 0	749.2 0
Перегородка	стиг -21 2.1 3.7	1 1	0.68	0	7.77 0	0 0 0 0 0	491.3 0
Пол-внутреннее пе	пэрк 5 89 1	1 1	2.3	0	89 0	0 0 0 0 0	657.8 0
Покрытие совмещен	пн01 -22 4.1 0.8	1 1	7	0	3.28 0	0 0 0 0 0	20.62 0
Итого теплопотери через ограждения							3656 5.6
ЭТАЖ=2 ПОМЕЩЕНИЕ=01* Температура воздуха в помещении=22С							
Стена нормативная	стнн С -22 12.26 3.87	1 1	4	9999	47.45 47.21	0 0 0 0 0	2.554 0
окно	2ік2 С -22 12.2 3.87	1 1	0.9	0.2	47.21 0	0 0 0 0 0	2308 0
Стена нормативная	стнн С -22 2.1 3	1 1	4	9999	6.3 2.86	0 0 0 0 0	37.84 0
Дверь наружная 1-	двн1 С -22 1.1 2.6	1 1	0.7	0.47	2.86 0	0 0 0 0 0	179.8 5.6
Перегородка	стиг 16 10.7 3.7	1 1	0.68	0	39.59 0	0 0 0 0 0	349.3 0
Перегородка	стиг 16 12 3.7	1 1	0.68	0	44.4 0	0 0 0 0 0	391.8 0
Стена нормативная	стнн С -22 3.1 3.7	1 1	4	9999	11.47 10.91	0 0 0 0 0	6.123 0
Дверь наружная 1-	двн1 С -22 1.42 3.87	1 1	0.7	0.47	5.495 0	0 0 0 0 0	345.4 5.6
окно	2ік2 С -22 0.7 3.87	2 1	0.9	0.2	5.418 0	0 0 0 0 0	264.9 0

~~~~~~
~~~~~~

Продолжение табл. 3

ПРИМЕЧАНИЯ	Обозначение	Ориентация	tнар.воздуха	РАЗМЕРЫ,м X	Z Y	Кол:огр:аж.	Коэф.: n	Rт :м2.С/:Вт	Rв :м2.ч/:кг	ПЛОЩАДЬ,м2 :Ограждения	:Включения	НАДБАВКИ,% :Ориент.	:Пол, двери	:Высота	К-во людей: ч/сут.	Тдв,:	ПОТЕРИ ТЕПЛА,Вт :Основные	:Инфиль трация
Пол-внутреннее пе	пэрк		5	4.8	1	1	1	0.69	0	4.8	0	0	0	0	0		118.3	0
Итого теплопотери через ограждения																	4004	11.2
ЭТАЖ=2 ПОМЕЩЕНИЕ=02 Температура воздуха в помещении=22С																		
Стена нормативная	стнн	С	-22	12.62	3.87	1	1	4	9999	48.84	47.21	0	0	0	0	0	17.88	0
окно	2ік2	С	-22	12.2	3.87	1	1	0.9	0.2	47.21	0	0	0	0	0	0	2308	0
Стена нормативная	стнн	С	-22	9.6	3	1	1	4	9999	28.8	13.87	0	0	0	0	0	164.2	0
Дверь наружная 1-	двн1	С	-22	0.9	2.8	1	1	0.7	0.47	2.52	0	0	0	0	0	0	158.4	5.6
окно	2ік2	С	-22	2	2.8	1	1	0.9	0.2	5.6	0	0	0	0	0	0	273.8	0
окно	2ік2	С	-22	2.3	2.5	1	1	0.9	0.2	5.75	0	0	0	0	0	0	281.1	0
Перегородка	стиг		16	11	3.7	1	1	0.68	0	40.7	0	0	0	0	0	0	359.1	0
Пол-внутреннее пе	пэрк		5	6.5	1.5	1	1	0.69	0	9.75	0	0	0	0	0	0	240.2	0
Пол-внутреннее пе	пэрк		-21	6.56	1.5	1	1	0.69	0	9.84	0	0	0	0	0	0	613.2	0
Пол над проездом	пн01		-22	4	1	1	1	5	0	4	0	0	0	0	0	0	35.2	0
Итого теплопотери через ограждения																	4451	5.6
ЭТАЖ=-1 ПОМЕЩЕНИЕ=02 Температура воздуха в помещении=8С																		
Стена нормативная	стнн	С	-22	1.8	2.8	1	1	4	9999	5.04	1.35	0	0	0	0	0	27.68	0
окно	2ік2	С	-22	0.9	1.5	1	1	0.9	0.2	1.35	0	0	0	0	0	0	45	0
Стена в грунте з1	стг1		-22	23.2	2	1	1	2.16	0	46.4	0	0	0	0	0	0	644.4	0
Стена в грунте з2	стг2		-22	23.2	1.8	1	1	4.3	0	41.76	0	0	0	0	0	0	291.3	0
Пол на грунте 2-я	пнг2		-22	23.2	0.2	1	1	4.3	0	4.64	0	0	0	0	0	0	32.37	0
Пол на грунте 3-я	пнг3		-22	23.2	2	1	1	8.6	0	46.4	0	0	0	0	0	0	161.9	0
Пол на грунте 4-я	пнг4		-22	23.2	12	1	1	14.2	0	278.4	0	0	0	0	0	0	588.2	0
Пол на грунте 1-я	пнг1		-22	1.8	2	1	1	2.1	0	3.6	0	0	0	0	0	0	51.43	0
Пол на грунте 2-я	пнг2		-22	1.8	2	1	1	4.3	0	3.6	0	0	0	0	0	0	25.12	0
Пол на грунте 3-я	пнг3		-22	1.8	2	1	1	8.6	0	3.6	0	0	0	0	0	0	12.56	0
Пол на грунте 4-я	пнг4		-22	1.8	9.2	1	1	14.2	0	16.56	0	0	0	0	0	0	34.99	0
Стена нормативная	стнн	С	-22	1.2	4	1	1	4	9999	4.8	2.25	0	0	0	0	0	19.13	0
Дверь наружная 1-	двн1	С	-22	0.9	2.5	1	1	0.22	0.47	2.25	0	0	0	0	0	0	306.8	5.6
Итого теплопотери через ограждения																	2241	5.6
ЭТАЖ=-1 ПОМЕЩЕНИЕ=05 Температура воздуха в помещении=8С																		
Стена нормативная	стнн	С	-22	5.5	3.87	1	1	4	9999	21.28	11.64	0	0	0	0	0	72.34	0
окно	2ік2	С	-22	2.54	3.5	1	1	0.9	0.2	8.89	0	0	0	0	0	0	296.3	0
Дверь наружная 1-	двн1	С	-22	1.1	2.5	1	1	0.7	0.47	2.75	0	0	0	0	0	0	117.9	5.6
Пол на грунте 4-я	пнг4		-22	4.75	3.5	1	1	14.2	0	16.62	0	0	0	0	0	0	35.12	0
Итого теплопотери через ограждения																	521.7	5.6

Додаток 2. Продовження

Київ. Житловий будинок. Житлові приміщення. 8 секція. Кваліфікаційна робота бакалавра

Произведен расчет tнаружного воздуха по параметрам Б

ВХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

- местность ..... Киев УКР
- тип местности ..... В
- средняя температура за отопительный период =-0.1С
- длительность отопительного периода ..... =176суток
- стоимость 1ГДж тепла, ... =1000у.е.
- стоимость Гкал тепла, ... =4186у.е.
- тип здания ..... =Ж
- высота зданиям ..... =33м
- угол поворота здания по часовой стрелке ... =0град
- режим расчета по параметрам ..... =Б
- расчетная температура наружного воздуха .... =-22С
- расчетная скорость ветра ..... =4.2м/с

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА:
- суммарные теплопотери здания ..... =132.1кВт
113636ккал/ч
- годовое потребление тепла ..... =1001ГДж
239.2Гкал

ТЕПЛОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОМЕЩЕНИЙ Таблица 1

Помещение	t помещения	Т Е П Л О П О Т Е Р И Основные Вт	Основные ккал/ч	Инфильтрация Вт	Инфильтрация ккал/ч	Вентиляция Вт	Вентиляция ккал/ч	ТЕПЛОПОСТУПЛЕНИЯ Бытовые Вт	Бытовые ккал/ч	Оборудование Вт	Оборудование ккал/ч	ПОТЕРЯ ТЕПЛА ЗИМОЙ Вт	ПОТЕРЯ ТЕПЛА ЗИМОЙ ккал/ч	ПОСТУПЛЕНИЕ ТЕПЛА ЛЕТОМ кВт	ПОСТУПЛЕНИЕ ТЕПЛА ЛЕТОМ час
ЭТАЖ 1 Потеря тепла зимой=2.237 кВт(1924 Ккал/ч) Поступление тепла летом=0 кВт в0 час															
09	18	1338	1150	23.1	19.87	0	0	0	0	0	0	1361	1170	0	0
12	18	876	753.4	0	0	0	0	0	0	0	0	876	753.4	0	0
ЭТАЖ 2 Потеря тепла зимой=1.143 кВт(982.8 Ккал/ч) Поступление тепла летом=0 кВт в0 час															
05	16	619	532.4	23.1	19.87	0	0	0	0	0	0	642.1	552.2	0	0
04	16	477.6	410.7	23.1	19.87	0	0	0	0	0	0	500.7	430.6	0	0
ЭТАЖ 3 Потеря тепла зимой=16.19 кВт(13924 Ккал/ч) Поступление тепла летом=0 кВт в0 час															
01	16	549.8	472.8	0	0	0	0	0	0	0	0	549.8	472.8	0	0
В504	22	664.6	571.5	0	0	1142	981.8	0	0	0	0	1806	1553	0	0
В505	22	536.5	461.4	0	0	853	733.6	0	0	0	0	1390	1195	0	0

Продолжение табл. 1

Поме- щение	t поме- щения	Т Е П Л О П О Т Е Р И Основные Вт	ккал/ч	Инфильтрация Вт	ккал/ч	Вентиляция Вт	ккал/ч	ТЕПЛОПОСТУПЛЕНИЯ Бытовые Вт	ккал/ч	Оборудование Вт	ккал/ч	ПОТЕРЯ ТЕПЛА ЗИМОЙ Вт	ккал/ч	ПОСТУПЛЕНИЕ ТЕПЛА ЛЕТОМ кВт	час
В506	22	476.4	409.7	0	0	931.1	800.7	0	0	0	0	1407	1210	0	0
Ж103	22	531.6	457.2	0	0	1416	1217	0	0	0	0	1947	1675	0	0
Ж104	22	573.8	493.5	0	0	973.3	837	0	0	0	0	1547	1331	0	0
Ж03	22	520.3	447.4	0	0	1239	1065	0	0	0	0	1759	1513	0	0
Ж04	22	569.3	489.6	0	0	902.5	776.1	0	0	0	0	1472	1266	0	0
В403	22	726.9	625.2	0	0	1131	972.5	0	0	0	0	1858	1598	0	0
В404	22	470.8	404.9	0	0	873.5	751.2	0	0	0	0	1344	1156	0	0
В407	22	582.4	500.9	0	0	527.8	453.9	0	0	0	0	1110	954.8	0	0
ЭТАЖ 4 Потеря тепла зимой=14.85 кВт(12767 Ккал/ч) Поступление тепла летом=0 кВт в0 час															
01	16	505.2	434.4	0	0	0	0	0	0	0	0	505.2	434.4	0	0
В504	22	569.5	489.8	0	0	1142	981.8	0	0	0	0	1711	1472	0	0
В505	22	459.1	394.8	0	0	853	733.6	0	0	0	0	1312	1128	0	0
В506	22	397.1	341.5	0	0	931.1	800.7	0	0	0	0	1328	1142	0	0
Ж103	22	420.1	361.3	0	0	1416	1217	0	0	0	0	1836	1579	0	0
Ж104	22	487.3	419.1	0	0	973.3	837	0	0	0	0	1461	1256	0	0
Ж03	22	420.1	361.3	0	0	1239	1065	0	0	0	0	1659	1427	0	0
Ж04	22	487.3	419.1	0	0	902.5	776.1	0	0	0	0	1390	1195	0	0
В403	22	481.8	414.4	0	0	907.5	780.4	0	0	0	0	1389	1195	0	0
В404	22	395.3	339.9	0	0	873.5	751.2	0	0	0	0	1269	1091	0	0
В407	22	458.4	394.2	0	0	527.8	453.9	0	0	0	0	986.1	848.1	0	0
ЭТАЖ 5 Потеря тепла зимой=14.85 кВт(12767 Ккал/ч) Поступление тепла летом=0 кВт в0 час															
01	16	505.2	434.4	0	0	0	0	0	0	0	0	505.2	434.4	0	0
В504	22	569.5	489.8	0	0	1142	981.8	0	0	0	0	1711	1472	0	0
В505	22	459.1	394.8	0	0	853	733.6	0	0	0	0	1312	1128	0	0
В506	22	397.1	341.5	0	0	931.1	800.7	0	0	0	0	1328	1142	0	0
Ж103	22	420.1	361.3	0	0	1416	1217	0	0	0	0	1836	1579	0	0
Ж104	22	487.3	419.1	0	0	973.3	837	0	0	0	0	1461	1256	0	0
Ж03	22	420.1	361.3	0	0	1239	1065	0	0	0	0	1659	1427	0	0
Ж04	22	487.3	419.1	0	0	902.5	776.1	0	0	0	0	1390	1195	0	0
В403	22	481.8	414.4	0	0	907.5	780.4	0	0	0	0	1389	1195	0	0
В404	22	395.3	339.9	0	0	873.5	751.2	0	0	0	0	1269	1091	0	0
В407	22	458.4	394.2	0	0	527.8	453.9	0	0	0	0	986.1	848.1	0	0
ЭТАЖ 6 Потеря тепла зимой=14.85 кВт(12767 Ккал/ч) Поступление тепла летом=0 кВт в0 час															
01	16	505.2	434.4	0	0	0	0	0	0	0	0	505.2	434.4	0	0
В504	22	569.5	489.8	0	0	1142	981.8	0	0	0	0	1711	1472	0	0
В505	22	459.1	394.8	0	0	853	733.6	0	0	0	0	1312	1128	0	0
В506	22	397.1	341.5	0	0	931.1	800.7	0	0	0	0	1328	1142	0	0
Ж103	22	420.1	361.3	0	0	1416	1217	0	0	0	0	1836	1579	0	0
Ж104	22	487.3	419.1	0	0	973.3	837	0	0	0	0	1461	1256	0	0
Ж03	22	420.1	361.3	0	0	1239	1065	0	0	0	0	1659	1427	0	0

~~~~~~
~~~~~~

Продолжение табл. 1

Поме-щение	t поме-щения	Т Е П Л О П О Т Е Р И Основные Вт	ккал/ч	Инфильтрация Вт	ккал/ч	Вентиляция Вт	ккал/ч	ТЕПЛОПОСТУПЛЕНИЯ Бытовые Вт	ккал/ч	Оборудование Вт	ккал/ч	ПОТЕРЯ ТЕПЛА ЗИМОЙ Вт	ккал/ч	ПОСТУПЛЕНИЕ ТЕПЛА ЛЕТОМ кВт	час
Ж04	22	487.3	419.1	0	0	902.5	776.1	0	0	0	0	1390	1195	0	0
В403	22	481.8	414.4	0	0	907.5	780.4	0	0	0	0	1389	1195	0	0
В404	22	395.3	339.9	0	0	873.5	751.2	0	0	0	0	1269	1091	0	0
В407	22	458.4	394.2	0	0	527.8	453.9	0	0	0	0	986.1	848.1	0	0
ЭТАЖ 7 Потеря тепла зимой=14.96 кВт(12870 Ккал/ч) Поступление тепла летом=0 кВт в0 час															
01	16	505.2	434.4	0	0	0	0	0	0	0	0	505.2	434.4	0	0
В504	22	569.5	489.8	0	0	1142	981.8	0	0	0	0	1711	1472	0	0
В505	22	459.1	394.8	0	0	853	733.6	0	0	0	0	1312	1128	0	0
В506	22	397.1	341.5	0	0	931.1	800.7	0	0	0	0	1328	1142	0	0
Ж103	22	420.1	361.3	0	0	1416	1217	0	0	0	0	1836	1579	0	0
Ж104	22	549.7	472.7	0	0	973.3	837	0	0	0	0	1523	1310	0	0
Ж03	22	420.1	361.3	0	0	1239	1065	0	0	0	0	1659	1427	0	0
Ж04	22	549.7	472.7	0	0	902.5	776.1	0	0	0	0	1452	1249	0	0
В403	22	481.8	414.4	0	0	680.6	585.3	0	0	0	0	1162	999.7	0	0
В404	22	395.3	339.9	0	0	873.5	751.2	0	0	0	0	1269	1091	0	0
В407	22	458.4	394.2	0	0	748.7	643.9	0	0	0	0	1207	1038	0	0
ЭТАЖ 8 Потеря тепла зимой=14.65 кВт(12597 Ккал/ч) Поступление тепла летом=0 кВт в0 час															
01	16	505.2	434.4	0	0	0	0	0	0	0	0	505.2	434.4	0	0
В114	22	569.5	489.8	0	0	856.2	736.3	0	0	0	0	1426	1226	0	0
В115	22	459.1	394.8	0	0	853	733.6	0	0	0	0	1312	1128	0	0
В116	22	462.1	397.4	0	0	931.1	800.7	0	0	0	0	1393	1198	0	0
Ж303	22	453.8	390.3	0	0	1416	1217	0	0	0	0	1869	1608	0	0
Ж304	22	457.9	393.8	0	0	778.6	669.6	0	0	0	0	1237	1063	0	0
Ж203	22	453.8	390.3	0	0	1239	1065	0	0	0	0	1693	1456	0	0
Ж204	22	453.8	390.3	0	0	681.3	585.9	0	0	0	0	1135	976.2	0	0
В703	22	1003	862.3	0	0	1815	1561	0	0	0	0	2818	2423	0	0
В704	22	387	332.8	0	0	873.5	751.2	0	0	0	0	1260	1084	0	0
ЭТАЖ 9 Потеря тепла зимой=17.61 кВт(15145 Ккал/ч) Поступление тепла летом=0 кВт в0 час															
01	16	505.2	434.4	0	0	0	0	0	0	0	0	505.2	434.4	0	0
И404	22	1054	906.8	0	0	2087	1795	0	0	0	0	3142	2702	0	0
И405	22	517.6	445.1	0	0	1062	913.1	0	0	0	0	1579	1358	0	0
Ж04	22	1404	1208	0	0	3630	3122	0	0	0	0	5034	4329	0	0
Ж05	22	487.1	418.9	0	0	1134	975.6	0	0	0	0	1621	1394	0	0
5В04	22	967.3	831.9	0	0	2087	1795	0	0	0	0	3055	2627	0	0
5В05	22	503	432.6	0	0	707.8	608.7	0	0	0	0	1211	1041	0	0
5В06	22	455.6	391.8	0	0	1007	866.3	0	0	0	0	1463	1258	0	0
ЭТАЖ 10 Потеря тепла зимой=20.81 кВт(17893 Ккал/ч) Поступление тепла летом=0 кВт в0 час															

~~~~~~
~~~~~~

Продолжение табл. 1

Поме-	t	Т Е П Л О П О Т Е Р И						ТЕПЛОПОСТУПЛЕНИЯ				ПОТЕРЯ		ПОСТУПЛЕНИЕ	
щение	поме-	Основные		Инфильтрация		Вентиляция		Бытовые		Оборудование		ТЕПЛА ЗИМОЙ		ТЕПЛА ЛЕТОМ	
	щения	Вт	ккал/ч	Вт	ккал/ч	Вт	ккал/ч	Вт	ккал/ч	Вт	ккал/ч	Вт	ккал/ч	кВт	час
01	16	761.7	655	0	0	0	0	0	0	0	0	761.7	655	0	0
И411	22	668.4	574.9	0	0	627.9	540	0	0	0	0	1296	1115	0	0
И409	22	551.2	474	0	0	474.3	407.9	0	0	0	0	1025	881.9	0	0
И408	22	662.6	569.8	0	0	1363	1172	0	0	0	0	2025	1742	0	0
И410	25	83.89	72.15	0	0	0	0	0	0	0	0	83.89	72.15	0	0
Ж10	22	1227	1055	0	0	2178	1873	0	0	0	0	3405	2928	0	0
Ж12	22	433.1	372.4	0	0	453.7	390.2	0	0	0	0	886.8	762.7	0	0
Ж011	22	643.5	553.4	0	0	771.4	663.4	0	0	0	0	1415	1217	0	0
Ж13	22	675.7	581.1	0	0	907.5	780.4	0	0	0	0	1583	1362	0	0
Ж08	22	586.2	504.2	0	0	453.7	390.2	0	0	0	0	1040	894.4	0	0
Ж06	22	722.5	621.3	0	0	1316	1132	0	0	0	0	2038	1753	0	0
5В12	22	644.3	554.1	0	0	605.6	520.8	0	0	0	0	1250	1075	0	0
5В13	22	578.9	497.8	0	0	635.2	546.3	0	0	0	0	1214	1044	0	0
5В14	22	760	653.6	0	0	1216	1046	0	0	0	0	1976	1699	0	0
5В01	22	172.3	148.2	0	0	0	0	0	0	0	0	172.3	148.2	0	0
5В09	25	453.8	390.2	0	0	0	0	0	0	0	0	453.8	390.2	0	0
5В11	20	47.86	41.16	0	0	0	0	0	0	0	0	47.86	41.16	0	0
5В10	20	130.5	112.2	0	0	0	0	0	0	0	0	130.5	112.2	0	0

Додаток 3.

Київ. Житловий будинок. Житлові приміщення. 8 секція. Кваліфікаційна робота бакалавра

ВХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

ИСПОЛНИТЕЛЬ=
ТЕПЛОНОСИТЕЛЬ=ВОДА
РАСПОЛАГАЕМЫЙ НАПОР ..... =10000Па
ТЕМПЕРАТУРА ВОДЫ НА ВХОДЕ ..... =80C
ТРЕБУЕМАЯ ТЕМПЕРАТУРА ВОДЫ НА ВЫХОДЕ ..... =60C
КОЭФФИЦИЕНТ УЧЕТА ЕСТЕСТВЕННОГО НАПОРА ..... =0.4
ВЕРТИКАЛЬНАЯ КООРДИНАТА ТОЧКИ ВХОДА ..... =-1.5м
АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ ..... =1000гПа

РЕЗУЛЬТАТЫ:

ТРЕБУЕМЫЙ НАПОР БЕЗ УЧЕТА 10% ЗАПАСА ..... =31823Па
ТРЕБУЕМЫЙ НАПОР С УЧЕТОМ 10% ЗАПАСА ..... =35081Па
СОПРОТИВЛЕНИЕ СИСТЕМЫ С УЧЕТОМ 10% ЗАПАСА ..... =**35834Па**
СОПРОТИВЛЕНИЕ СИСТЕМЫ БЕЗ ОБЩИХ УЧАСТКОВ ..... =29401Па
МИНИМУМ ЕСТЕСТВЕННОГО НАПОРА ..... =616.1Па
МАКСИМУМ ЕСТЕСТВЕННОГО НАПОРА ..... =753.7Па
ТЕМПЕРАТУРА ВОДЫ НА ВЫХОДЕ ..... =61.34C
ТРЕБУЕМАЯ ТЕПЛОВАЯ МОЩНОСТЬ СИСТЕМЫ С УЧЕТОМ
УСТАНОВКИ ПРИБОРОВ У ОГРАЖДЕНИЙ И ДИСКРЕТНОСТИ
НОМЕНКЛАТУРНОГО РЯДА СЕКЦИЙ ..... =147383Вт
РЕАЛЬНАЯ ТЕПЛОВАЯ МОЩНОСТЬ СИСТЕМЫ ..... =**137510Вт**

УЧАСТКИ МАГИСТРАЛЕЙ. РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА Таблица 1

Участок	Узлы нач.	Узлы кон.	Обозначение	Тип(марка)	Длина, м	Арматура	Шайба Do,мм	Шайба Кол	Расход кг/ч	Сопротивление, Па	Тепловая мощность, Вт	Скорость м/с	Дросселирование, Па	Изоляция
ПОДАЮЩАЯ МАГИСТРАЛЬ														
a		a	Ду50	ГОСТ3262-75*	10				6337	1588	202	0.7912		TCfl
1	a	1	Ду20	ГОСТ3262-75*	8				372.9	1252	274.7	0.2856		TCfl
2	a	2	Ду50	ГОСТ3262-75*	8.4				5965	1478	169.6	0.7446		TCfl
#1	1	#1			0	Клапан ASV-M Dy20			372.9	0	0	0.4188		
#2	2	#2			0				5965	0	0	0.8348		
ОБРАТНАЯ МАГИСТРАЛЬ														
a		a	Ду50	ГОСТ3262-75*	10				6337	1588	151.8	0.7829		TCfl
1	a	1	Ду50	ГОСТ3262-75*	8				372.9	-149.4	118.3	0.04605		TCfl
2	a	2	Ду50	ГОСТ3262-75*	8.4				5965	1313	127.7	0.7369		TCfl
#1	1	#1			0	ASV-PV Ду15			372.9	0	0	0.4145	14597	
#2	2	#2			0				5965	0	0	0.8261		
#1	#1	#1	616.1	79.34	60.82	0.24	372.9	28090	8030					
#2	#2	#2	753.7	79.95	61.43	0	5965	26611	128436					

ВЫБОРКА ПРИБОРОВ БЕЗ ТРУБ И АРМАТУРЫ Таблица 6

Количество секций в приборе: проходных	концевых		Количество рядов: в высоту	в глубину	Всего приборов
0	К22-400-800	1	1	1	4
0	К22-400-1200	1	1	1	4
0	К22-400-1000	1	1	1	5
0	К33-400-1200	1	1	1	13
0	К33-400-900	1	1	1	22
0	К33-400-1000	1	1	1	9
0	К22-400-1600	1	1	1	5
0	К33-400-500	1	1	1	5
0	К22-400-1400	1	1	1	13
0	К33-400-1400	1	1	1	3
0	К33-400-400	1	1	1	6
0	К33-400-700	1	1	1	4
0	К33-400-600	1	1	1	3
0	К11-400-900	1	1	1	1
0	К22-400-500	1	1	1	1

ПАРАМЕТРЫ РЕГУЛЯТОРОВ СИСТЕМЫ И СТОЯКОВ Таблица 9

Место установки регулятора	Уча-сток	Отметка Z,м	Точка	Этаж-ние	Помещение	Обозначение типоразмера	Сопротивление, R,Па	ОГРАНИЧЕНИЕ dP: Наст-ройка	Разность dP,бар: есть	min	max	ОГРАНИЧЕНИЕ G: Наст-ройка	Расход, т/ч: есть	min	max	Ду трубы
ОГРАНИЧИТЕЛИ РАЗНОСТИ ДАВЛЕНИЙ																
Обратная сбор.ветка #1	0.5					ASV-PV Ду15	5528	7.22	0.072	0.05	0.25	0.373	0	0.786	20	
Подающая сбор.ветка #1	0.5					Клапан ASV-M Dy20	2288	- датчик давления								20
Обратная сбор.ветка #2	7.9		1/A			ASV-PV Ду15	2205	5.47	0.055	0.05	0.25	0.235	0	0.786	20	
Подающая сбор.ветка #2	7.9		1/A			Клапан ASV-M Dy20	912.9	- датчик давления								20
Обратная сбор.ветка #2	7.9		1/B			ASV-PV Ду15	1271	5.25	0.053	0.05	0.25	0.179	0	0.786	20	
Подающая сбор.ветка #2	7.9		1/B			Клапан ASV-M Dy20	526.2	- датчик давления								20
Обратная сбор.ветка #2	7.9		1/C			ASV-PV Ду15	1089	5	0.05	0.05	0.25	0.166	0	0.786	20	
Подающая сбор.ветка #2	7.9		1/C			Клапан ASV-M Dy20	450.9	- датчик давления								20
Обратная сбор.ветка #2	7.9		1/D			ASV-PV Ду15	1937	5.97	0.06	0.05	0.25	0.221	0	0.786	20	
Подающая сбор.ветка #2	7.9		1/D			Клапан ASV-M Dy20	801.6	- датчик давления								20
Обратная сбор.ветка #2	11		1/A			ASV-PV Ду15	1982	5.44	0.054	0.05	0.25	0.223	0	0.786	20	
Подающая сбор.ветка #2	11		1/A			Клапан ASV-M Dy20	820.3	- датчик давления								20
Обратная сбор.ветка #2	11		1/B			ASV-PV Ду15	1144	5.91	0.059	0.05	0.25	0.17	0	0.786	15	
Подающая сбор.ветка #2	11		1/B			Клапан ASV-M Dy15	1156	- датчик давления								15
Обратная сбор.ветка #2	11		1/C			ASV-PV Ду15	997.2	5.2	0.052	0.05	0.25	0.158	0	0.786	15	
Подающая сбор.ветка #2	11		1/C			Клапан ASV-M Dy15	1008	- датчик давления								15
Обратная сбор.ветка #2	11		1/D			ASV-PV Ду15	1398	5	0.05	0.05	0.25	0.187	0	0.786	20	
Подающая сбор.ветка #2	11		1/D			Клапан ASV-M Dy20	578.6	- датчик давления								20

ПАРАМЕТРЫ РЕГУЛЯТОРОВ СИСТЕМЫ И СТОЯКОВ Таблица 9

Место установки регулятора	Участок	Отметка Z,м	Точка	Этаж	Помещение	Обозначение типоразмера	Сопротивление R,Па	ОГРАНИЧЕНИЕ dP Настройка	ОГРАНИЧЕНИЕ dP Разность dP,бар есть	ОГРАНИЧЕНИЕ dP Разность dP,бар min	ОГРАНИЧЕНИЕ dP Разность dP,бар max	ОГРАНИЧЕНИЕ G Настройка	ОГРАНИЧЕНИЕ G Расход, т/ч есть	ОГРАНИЧЕНИЕ G Расход, т/ч min	ОГРАНИЧЕНИЕ G Расход, т/ч max	Ду трубы
Обратная сбор.ветка #2	14.1	1/A			ASV-PV	Ду15	1982	5.44	0.054	0.05	0.25	0.223	0	0.786		20
Подающая сбор.ветка #2	14.1	1/A			Клапан ASV-M	Dy20	820.3	- датчик давления								20
Обратная сбор.ветка #2	14.1	1/B			ASV-PV	Ду15	1144	5.91	0.059	0.05	0.25	0.17	0	0.786		15
Подающая сбор.ветка #2	14.1	1/B			Клапан ASV-M	Dy15	1156	- датчик давления								15
Обратная сбор.ветка #2	14.1	1/C			ASV-PV	Ду15	997.2	5.2	0.052	0.05	0.25	0.158	0	0.786		15
Подающая сбор.ветка #2	14.1	1/C			Клапан ASV-M	Dy15	1008	- датчик давления								15
Обратная сбор.ветка #2	14.1	1/D			ASV-PV	Ду15	1398	5	0.05	0.05	0.25	0.187	0	0.786		20
Подающая сбор.ветка #2	14.1	1/D			Клапан ASV-M	Dy20	578.6	- датчик давления								20
Обратная сбор.ветка #2	17.2	1/A			ASV-PV	Ду15	1982	5.44	0.054	0.05	0.25	0.223	0	0.786		20
Подающая сбор.ветка #2	17.2	1/A			Клапан ASV-M	Dy20	820.3	- датчик давления								20
Обратная сбор.ветка #2	17.2	1/B			ASV-PV	Ду15	1144	5.91	0.059	0.05	0.25	0.17	0	0.786		15
Подающая сбор.ветка #2	17.2	1/B			Клапан ASV-M	Dy15	1156	- датчик давления								15
Обратная сбор.ветка #2	17.2	1/C			ASV-PV	Ду15	997.2	5.2	0.052	0.05	0.25	0.158	0	0.786		15
Подающая сбор.ветка #2	17.2	1/C			Клапан ASV-M	Dy15	1008	- датчик давления								15
Обратная сбор.ветка #2	17.2	1/D			ASV-PV	Ду15	1398	5	0.05	0.05	0.25	0.187	0	0.786		20
Подающая сбор.ветка #2	17.2	1/D			Клапан ASV-M	Dy20	578.6	- датчик давления								20
Обратная сбор.ветка #2	20.3	1/A			ASV-PV	Ду15	1982	5.44	0.054	0.05	0.25	0.223	0	0.786		20
Подающая сбор.ветка #2	20.3	1/A			Клапан ASV-M	Dy20	820.3	- датчик давления								20
Обратная сбор.ветка #2	20.3	1/B			ASV-PV	Ду15	1185	5.95	0.059	0.05	0.25	0.173	0	0.786		15
Подающая сбор.ветка #2	20.3	1/B			Клапан ASV-M	Dy15	1198	- датчик давления								15
Обратная сбор.ветка #2	20.3	1/C			ASV-PV	Ду15	1036	5	0.05	0.05	0.25	0.161	0	0.786		15
Подающая сбор.ветка #2	20.3	1/C			Клапан ASV-M	Dy15	1047	- датчик давления								15
Обратная сбор.ветка #2	20.3	1/D			ASV-PV	Ду15	1398	5	0.05	0.05	0.25	0.187	0	0.786		20
Подающая сбор.ветка #2	20.3	1/D			Клапан ASV-M	Dy20	578.6	- датчик давления								20
Обратная сбор.ветка #2	23.4	1/A			ASV-PV	Ду15	1787	5.43	0.054	0.05	0.25	0.212	0	0.786		20
Подающая сбор.ветка #2	23.4	1/A			Клапан ASV-M	Dy20	739.8	- датчик давления								20
Обратная сбор.ветка #2	23.4	1/B			ASV-PV	Ду15	1004	5	0.05	0.05	0.25	0.159	0	0.786		15
Подающая сбор.ветка #2	23.4	1/B			Клапан ASV-M	Dy15	1014	- датчик давления								15
Обратная сбор.ветка #2	23.4	1/C			ASV-PV	Ду15	837	5	0.05	0.05	0.25	0.145	0	0.786		15
Подающая сбор.ветка #2	23.4	1/C			Клапан ASV-M	Dy15	845.8	- датчик давления								15
Обратная сбор.ветка #2	23.4	1/D			ASV-PV	Ду15	1857	5	0.05	0.05	0.25	0.216	0	0.786		20
Подающая сбор.ветка #2	23.4	1/D			Клапан ASV-M	Dy20	768.6	- датчик давления								20

ПАРАМЕТРЫ РЕГУЛЯТОРОВ СИСТЕМЫ И СТОЯКОВ Таблица 9

Место установки регулятора	Участок	Отметка Z,м	Точка	Этаж	Помещение	Обозначение типоразмера	Сопротивление R,Па	ОГРАНИЧЕНИЕ dP Настройка	ОГРАНИЧЕНИЕ dP Разность dP,бар есть	ОГРАНИЧЕНИЕ dP Разность dP,бар min	ОГРАНИЧЕНИЕ dP Разность dP,бар max	ОГРАНИЧЕНИЕ G Расход, т/ч Настройка	ОГРАНИЧЕНИЕ G Расход, т/ч есть	ОГРАНИЧЕНИЕ G Расход, т/ч min	ОГРАНИЧЕНИЕ G Расход, т/ч max	Ду трубы
Обратная сбор.ветка #2		26.5	1/A			ASV-PV Ду15	8745	8.64	0.086	0.05	0.25	0.469	0		0.786	25
Подающая сбор.ветка #2		26.5	1/A			Клапан ASV-M Dy25	1414	- датчик давления								25
Обратная сбор.ветка #2		26.5	1/B			ASV-PV Ду15	7657	6.52	0.065	0.05	0.25	0.439	0		0.786	25
Подающая сбор.ветка #2		26.5	1/B			Клапан ASV-M Dy25	1238	- датчик давления								25
Обратная сбор.ветка #2		26.5	1/C			ASV-PV Ду20	5171	10.2	0.103	0.05	0.25	0.563	0.549		1.228	25
Подающая сбор.ветка #2		26.5	1/C			Клапан ASV-M Dy25	2041	- датчик давления								25

Більш детальний розрахунок системи опалення житлових приміщень наведений в розрахункових таблицях програми АРС-ПС.

Київ. Житловий будинок. Вбудовані приміщення. 8 секція. Кваліфікаційна робота бакалавра

Розрахунок системи опалення вбудованих приміщень можна розглянути в розрахункових таблицях програми АРС-ПС.