**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**
**БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

**Факультет інженерних систем і екології**

**Кафедра теплогазопостачання і вентиляції**

# ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

## ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

на тему:

Опалення та вентиляція 9 -ти поверхової житлової будівлі з прибудованою гімназією в місті Одеса

(назва)

Коршун Роман Михайлович

(прізвище, ім’я та по батькові студента повністю)

Київ 2026 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**
**БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

**Факультет інженерних систем і екології**

**Кафедра теплогазопостачання і вентиляції**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

_____

„___” _____20___р.

# ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

## ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

на тему:

Опалення та вентиляція 9 -ти поверхової житлової будівлі з прибудованою гімназією в місті Одеса
(назва)

Виконала студент групи ТВ-22-2

Спеціальність: будівництво та цивільна інженерія

Спеціалізація: теплогазопостачання і вентиляція

Коршун Роман Михайлович
(прізвище, ім’я та по батькові повністю)

Керівник проф. Мілейковський В.О.

Асистент Вахула В.Р.

(вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Ідентичність підтверджую

Київ 2026 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**
**БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: інженерних систем і екології

Кафедра: теплогазопостачання і вентиляції

Освітній рівень: «бакалавр за ОПП»

Спеціальність: будівництво та цивільна інженерія

Спеціалізація: теплогазопостачання і вентиляція

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Декан факультету

_____

„___”_____20___р.

# ЗАВДАННЯ

## ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

Коршун Роман Михалович
(прізвище, ім’я та по батькові студента)

1. Тема роботи Опалення та вентиляція 9 -ти поверхової житлової будівлі З прибудованою гімназією в місті Одеса

затверджена наказом ректора КНУБА №____від „___”_____20___р.

2. Керівник роботи професор Мілейковський Віктор Олександрович, асистент Вахула Володимир Романович

(прізвище, ім’я та по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання студентом роботи до захисту 19 червня 2026 року

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Розділ 1.Вступна частина

Розділ 2. Характеристика об’єкту будівництва

Розділ 3. Теплотехнічний розрахунок огороджуючих конструкцій

Розділ 4. Розрахунок системи опалення

Розділ 5. Розрахунок систем вентиляції

Розділ 6. Технології та організація монтажу інженерних систем

Розділ 7. Охорона праці та навколишнього середовища

Розділ 8. Опалення підземного паркінгу автомобілів житлового будинку

Графічний матеріал за розділами

Аркуш 1. Вентиляція. План на відм. 0.000

Аркуш 2. Вентиляція. Аксонометрія

Аркуш 3. Кондиціонування. План покрівлі

Аркуш 4. Схеми систем вентиляції ПВ1, ПВ2

Аркуш 5. Схеми систем вентиляції В1, В2, В3, В4, В5,В6

Аркуш 6. Розріз 1-1

Аркуш 7. Кондиціонування. План 1-го поверху

Аркуш 8. Вентиляція. План покрівлі. Характеристика вентобладнання

Аркуш 9. План типового поверху; План підвалу; Опалювальний прилад сходового холу; Принципова схема ІТП; Специфікація обладнання СО; Специфікація ІТП.

Аркуш 10. Аксонометрична схема системи опалення

Аркуш 11. Монтажне креслення системи вентиляції, комплектувальна відомість

Аркуш 12. Календарний план-графік виконання робіт по теплопостачанню виробничих приміщень. Графік-циклограма потокового будівництва теплопостачання виробничих приміщень

5. Календарний план виконання роботи:

| Види робіт та їх зміст | Дата виконання |
|---|---|
| Розділ 1. Вступ | 25 травня |
| Розділ 2. Опалення житлової будівлі | 26 травня |
| Розділ 3. Опалення громадської будівлі | 30 травня |
| Розділ 4. Технології монтажу системи вентиляції | 10 червня |
| Розділ 5. Вентиляція житлової і громадської будівлі | 11 червня |
| Остаточне оформлення роботи | 12 червня |
| Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат | 19 червня |
| Попередній захист роботи на кафедрі | 20 червня |

7. Консультанти розділів кваліфікаційної випускної роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Перевірив | |
|---|---|---|---|
| | | Дата | Підпис |
| Розділ 6. | Сенчук М.П., к.т.н., доцент | | |
| Розділ 7. | Клімова І.В., к.т.н., доцент | | |
| Розділ 8. | Москвітіна А.С., к.т.н., доцент | | |

8. Дата видачі завдання_____

Зав. кафедри _____ Предун К. М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ Мілейковський В. О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ Вахула В. Р.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Студент _____ Коршун Р. М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

# Зміст

1. Вступ .....10
2. Характеристика об'єкту будівництва .....11
2.1 Загальні відомості про об'єкт .....12
2.2 Місце розташування об'єкта .....13
2.3 Кліматичні дані ..... 13
3. Теплотехнічний розрахунок огороджувальних конструкцій .....15
3.1 Загальні відомості про теплотехнічний розрахунок огороджувальних конструкцій .....16
3.2 Розрахунок вологісного стану зовнішньої стіни .....20
4. Розрахунок системи опалення .....23
4.1 Вихідні данні системи опалення .....24
4.2 Техніко-економічне обгрунтування вибору системи водяного опалення ..... 25
4.3 Розрахунок тепловтрат через огороджувальні конструкції житлового будинку. .....27
4.4 Розрахунок теплової потужності системи опалення .....34
4.5 Розрахунок опалювальних приладів типового поверху, сходового та ліфтового холів .....35
4.6 Гідравлічний розрахунок системи опалення .....40
4.7 Розрахунковий тиск циркуляційного насосу в системі опалення .....45
4.8 Розрахунок опалювальних приладів .....46
4.9 Розрахунок теплової потужності системи опалення гімназії.....49
5. Розрахунок системи вентиляції .....50
5.1 Розрахункові параметри внутрішнього повітря .....51
5.2 Розрахункові параметри внутрішнього повітря .....52
5.3 Розрахунок балансу шкідливостей .....54
5.4 Теплонадходження через світлопрозорі огороджувальні конструкції.....56
5.5 Тепловий баланс в приміщенні .....60
5.6 Визначення градієнту температури в приміщенні .....60
5.7 Надходження шкідливостей в приміщення ..... 61

5.8 Побудова процесів обробки повітря при спільній роботі вентиляції та охолодженням....63
5.9 Розрахунок в холодний період року....67
5.10 Баланс повітря у будівлі....70
5.11 Витяжне обладнання для санвузлів....72
6. Технології та організація монтажу інженерних систем....73
6.1 Технології монтажу систем вентиляції....74
6.1.1 Підготовчі роботи до монтажу вентиляційних систем....74
6.1.2 Вимоги до виконання монтажу повітропроводів та вентиляційного обладнання....75
6.1.3 Монтажне креслення системи вентиляції....77
6.2 Відомість по витяжній (Регульованій решітці Вентс МВ 250/150 ВРс) з патрубком 150 мм....79
6.3 Організація монтажу систем вентиляції....81
6.3.1 Календарне планування виконаних робіт....81
6.3.2 Послідовний та потоковий метод організації виконання будівельно-монтажних робіт....82
7. Охорона праці та навколишнього середовища....83
7.1 Основні завдання охорони праці....84
7.2 Небезпечні та шкідливі фактори, що діють на працівників під час виконання робіт....85
7.2.1 Захист від шкідливих речовин у повітрі робочої зони....86
7.2.2 Захист від виробничого шуму....87
7.2.3 Вимоги до освітлення робочих місць....87
7.2.4 Захист від атмосферної електрики....88
7.2.5 Заходи пожежної безпеки....88
7.2.6 Забезпечення нормативних параметрів мікроклімату....89
8. Опалення підземного паркінгу автомобілів житлового будинку....90
8.1 Характеристика об'єкта....91
8.2 Розрахункові параметри внутрішнього повітря....91

8.3 Теплотехнічний розрахунок зовнішніх та внутрішніх огороджень .....91
8.4 Розрахунок теплової потужності системи опалення .....93
8.5 Витрати теплоти на нагрівання автомобілів .....93
8.6 Визначення теплонадходжень огороджуючих конструкцій .....94
8.7 Тепловиділення джерел штучного освітлення .....94
8.8 Теплонадходженння від електродвигунів.....95
8.9 Теплонадходження від людей .....95
8.10 Теплонадходження від трубопроводів .....95
8.11 Тепловий баланс гаража .....96
8.12 Розрахунок нагрівальної секції ЕКСО ПД.....97
8.13 Розраховуємо крок укладання нагрівального кабелю.....99
8.14 Розрахунок інтенсивності теплового опромінення людей .....100
Список використаної літератури.....102
Додаток А
Додаток Б
Додаток В
Додаток Г
Додаток Д

# *РОЗДІЛ 1*
# *ВСТУПНА ЧАСТИНА*

# 1. ВСТУП

Сучасне будівництво житлових і громадських будівель висуває підвищені вимоги до створення комфортного мікроклімату та забезпечення енергоефективності інженерних систем. Важливу роль у формуванні належних санітарно-гігієнічних умов відіграють системи опалення та вентиляції, від надійності й ефективності яких залежить комфорт проживання людей, безпечність експлуатації будівлі та раціональне використання енергетичних ресурсів. У зв’язку зі зростанням вартості енергоносіїв та необхідністю скорочення енергоспоживання особливої актуальності набуває впровадження сучасних технічних рішень, спрямованих на підвищення ефективності роботи систем теплопостачання і вентиляції.

Метою даної атестаційної бакалаврської роботи є проєктування енергоефективних систем опалення та вентиляції для 9-поверхового житлового будинку та школи (гімназії). Основним завданням проєкту є забезпечення нормативних параметрів мікроклімату в приміщеннях будівлі, створення комфортних умов для перебування людей та досягнення економічно обґрунтованого рівня споживання теплової енергії.

У роботі передбачено розроблення системи водяного опалення житлової частини будинку із застосуванням сучасного теплотехнічного обладнання, автоматичних засобів регулювання та енергоефективних технічних рішень. Для житлової забудови прийнято двотрубну систему опалення з нижнім розведенням трубопроводів, тупиковою схемою руху теплоносія та поквартирним підключенням опалювальних приладів. Для громадської аналогічно.

Для забезпечення необхідного повітрообміну передбачено організацію окремих припливно-витяжних систем. Приміщення школи умовно поділені на дві функціональні зони, для кожної з яких передбачено самостійну припливно-витяжну вентиляційну установку, що дозволяє підтримувати нормативні параметри повітряного середовища та забезпечувати ефективну роботу вентиляційного обладнання.

# *РОЗДІЛ 2*
# *ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ БУДІВНИЦТВА*

## 2.1 Загальні відомості про об’єкт

Об’єктом проектування є багатоповерховий житловий будинок, розташований у місті Одеса.

Будівля має 9 поверхів, та підвальне приміщення. Підвальний поверх – це опалювальний підземний паркінг, інші поверхи – квартири житлового призначення.

Джерелом теплопостачання будинку є централізована котельня. Подача теплової енергії до системи опалення здійснюється через індивідуальний тепловий пункт, який знаходиться в підвалі будівлі. Як теплоносій використовується гаряча вода з температурним графіком 80-60°С.

Для житлової частини будинку прийнята двотрубна система опалення з нижнім розведенням трубопроводів, тупиковою схемою руху теплоносія та по квартирним підключенням. Опалення підземного паркінгу здійснюється за допомогою електричних кабелів встановлених в перекритті підлоги.

Вертикальні стояки системи опалення прокладаються у спеціальних технічних шафах, розташованих у коридорах. Для кожної квартири передбачено встановлення теплолічильника, запірної та регулюючої арматури. Трубопроводи виконуються з поліетиленових труб типу PEX з антидифузійним шаром та прокладаються приховано в конструкції підлоги.

Система вентиляції будівлі є загальнообмінною припливно-витяжною. Повітропроводи виготовляються з оцинкованої сталі та монтуються відкритим способом під стелею приміщень. Подача свіжого повітря та видалення відпрацьованого забезпечуються припливно-витяжними установками з рекуперацією теплоти.

Прийняті проєктні рішення відповідають чинним нормативним вимогам України щодо енергоефективності, пожежної безпеки, санітарно-гігієнічних та екологічних норм і забезпечують безпечні умови експлуатації будівлі.

## 2.2 Місце розташування об’єкта

Проєктований житловий будинок розташований у місті Одеса, адміністративному центрі Одеської області України. Місто є одним із найбільших морських портів країни та важливим економічним, культурним і транспортним центром Півдня України.

Одеса розташована на узбережжі Чорного моря. Рельєф місцевості переважно рівнинний із незначними перепадами висот. Близькість моря суттєво впливає на кліматичні умови, пом'якшуючи температурні коливання протягом року.

Територія забудови характеризується розвиненою міською інфраструктурою, наявністю інженерних комунікацій та зручним транспортним сполученням.

## 2.3 Кліматичні дані

Місто Одеса розташоване в II кліматичній зоні України. Клімат помірно-континентальний з відчутним впливом Чорного моря, характеризується м'якою зимою та теплим посушливим літом.

Для розрахунку систем опалення та вентиляції приймаються кліматичні параметри згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Розрахункова температура зовнішнього повітря для проектування системи опалення становить –18 °С, а для системи вентиляції в теплий період року — 29 °С.

Тривалість опалювального періоду складає 158 діб при середній температурі опалювального періоду +2 °С.

Переважаючими напрямками вітру є північний, північно-західний та західний, що характерно для приморської території.

Середньорічна відносна вологість повітря становить близько 65–85 %. Абсолютна мінімальна температура зовнішнього повітря досягає –28 °С, а максимальна — +39 °С.

Глибина промерзання ґрунту в районі будівництва становить:

- середня — 0,50 м;
- максимальна — 0,90 м.

Середньорічна кількість атмосферних опадів становить приблизно 450 мм.

Розрахункова географічна широта міста Одеса становить 46° пн. ш.

Кліматичні характеристики району будівництва враховуються при визначенні теплових навантажень, підборі обладнання систем опалення та вентиляції, а також під час оцінювання енергоефективності будівлі.

# *РОЗДІЛ 3*
# *ТЕПЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ОГОРОДЖУЮЧИХ КОНСТРУКЦІЙ*

## 3.1 Загальні відомості про теплотехнічний розрахунок огороджувальних конструкцій

На сьогоднішній день доцільне використання енергетичних ресурсів посідає важливу роль в сучасному будівництві. Правильний вибір будівельних матеріалів дозволяє значно скоротити витрати енергоресурсів та продовжити довговічність огороджувальних конструкцій під час експлуатації будинків та споруд.

Згідно з ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» мінімальні вимоги до теплотехнічних характеристик огороджувальних конструкцій та енергетичних характеристик будівлі або її окремих частин, які визначаються на основі економічно обґрунтованих рівнів енергоефективності з урахуванням життєвого циклу будівлі за умови забезпечення побутових потреб людини та оптимальних кліматичних умов для проживання чи перебування людини в приміщенні будівлі.

Головною метою теплотехнічного розрахунку є вибір таких будівельних матеріалів для огороджувальних конструкцій, щоб вони задовольняли нормативні вимоги.

У загальному випадку огороджувальна конструкція складається з несучого шару (зазвичай матеріал шару є щільним, з високою теплопровідністю і низькою проникністю водяної пари та повітря), теплоізоляційного (пористого, з низькою теплопровідністю і добре пропускає водяну пару і повітря).

Теплофізичні характеристики огороджувальних конструкцій в певній мірі залежать від умов їхньої експлуатації. Ці умови характеризуються параметрами зовнішнього та внутрішнього повітря.

Згідно з ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» для зовнішніх огороджувальних конструкцій є обов’язковими такі умови:

$$R_{\sum \text{пр}} \geq R_{q\,min}, \qquad (3.1)$$

де $R_{\Sigma\ пр}$ – приведений опір теплопередачі непрозорої або світлопрозорої огороджувальної конструкції, м$^2$·К/Вт;

$R_{q\ min}$ – мінімально допустиме значення приведеного опору теплопередачі непрозорої огороджувальної конструкції чи непрозорої частинки огороджувальної конструкції, або мінімально допустиме значення приведеного опору теплопередачі світлопрозорої конструкції, м$^2$·К/Вт.

Для житлової будівлі розрахункові параметри внутрішнього середовища згідно з ДБН Б.2.6-31:2021:

$t_{вн}$ – внутрішня температура в приміщенні, $t_{вн}$ = 20 ℃;

$\phi_{вн}$ – вологість повітря в приміщенні, $\phi_{вн}$ = 55 %;

Теплотехнічний розрахунок та підбір огороджувальних конструкцій заснований на розрахункових значеннях температури $\theta_{int}$ та вологості $\phi_в$ внутрішнього повітря в приміщенні будівлі та температури зовнішнього повітря для найхолоднішої п’ятиденки забезпеченістю 0,92.

Розрахункова формула для фактичного опору теплопередачі:

$$R_{\Sigma\,пр} = \frac{1}{\alpha_в} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \cdots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_з}, \text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}, \qquad (3.2)$$

де $\alpha_в$ – коефіцієнт віддачі тепла від внутрішньої поверхні конструкції, Вт/ м$^2$·К, визнається згідно з ДСТУ Б В.2.6-190:2013.

Отже для стін коефіцієнт становить: $\alpha_в$-8,7 Вт/ м$^2$·К;

$\delta_1$ – товщина шару, з якого складається конструкція, м;

$\lambda_1$ – коефіцієнт теплопровідності матеріалу, з якого виконується шар конструкції і залежить від розрахункових умов експлуатації, Вт/ м·К;

$\alpha_з$ – це коефіцієнт віддачі тепла зовнішньої поверхі конструкції, визначається згідно з ДСТУ Б В.2.6-190:2013.

Для стін коефіцієнт $\alpha_з$ = 23 Вт/ м$^2$·К; для горищного перекриття $\alpha_з$ = 6 Вт/ м$^2$·К; для підвального перекриття $\alpha_з$ = 6 Вт/ м$^2$·К.

Данні заносимо до таблиці 1

Результати розрахунку та підбору огороджуючих конструкцій

***Таблиця 1***

| Найменування огороджуючої конструкції | Опори теплопередачі | | Коефіцієнт теплопередачі k, Вт/(м²•°С) | Опис конструкцій | Товщина конструкції |
|---|---|---|---|---|---|
| | $R_{min}$ | $R_{заг}$ | | | $\delta^{заг}$ |
| Зовнішня стіна | 3,50 | 3,55 | 0,282 | Бетон на гравії або щебені з природного каменю λ= 1,86 Вт/м°С - δ = 0,05 м + Бетон ніздрюватий λ= 0,13 Вт/м°С - $\delta_{ут}$ = 0,42 м + Керамзитобетон на керамзитовому піску - δ = 0,12 м λ= 0,92 Вт/м°С | 0,590 |
| Горищне перекриття | 5,50 | 5,52 | 0,182 | Залізобетон δ = 0,13 м λ= 2,04 Вт/м°С+ Мінеральна вата на основі базальтового волокна λ= 0,048 Вт/м°С $\delta_{ут}$ = 0,25 м + Розчин цементно-піщаний δ = 0,03 м λ= 0,93 Вт/м°С | 0,410 |
| Перекриття над підвалом | 4,00 | 4,05 | 0,247 | Дуб поперек волокон - δ = 0,014м λ= 0,23 Вт/м°С + Розчин цементно-піщаний δ = 0,075 м λ= 0,93 Вт/м°С + Мінеральні вати на основі базальтового волокна λ= 0,049 Вт/м°С - δ = 0,17 м + Залізобетон δ = 0,22 м λ= 2,04 Вт/м°С | 0,479 |
| Вікна та балконні двері | 0,70 | 0,93 | 1,076 | Вікна з двокамерними склопакетами 4i-10-4M1-10-4i | - |
| Зовнішні двері | 0,60 | 1,28 | 0,783 | Одинарні металеві двері без утеплювача + Тамбур + Одинарні соснові двері 0,04м | 0,040 |
| Внутрішні стіни | - | 0,71 | 1,408 | Кладка з порожнистої глиняної цегли λ= 0,52 Вт/м°С - 1ц. | 0,250 |

Розрахункові теплофізичні характеристики матеріалів шарів горищного перекриття

***Таблиця 2***

| № шару | Назва матеріалу шару | Густина, ρ, кг/м$^3$ | Товщина шару, δ, м | Розрахунковий коефіцієнт теплопровідності, λ, Вт/м·К | Термічний опір шару, R=δ/λ, м$^2$·К/Вт |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Залізобетонна плита | 2500 | 0,13 | 2,04 | 0,0637 |
| 2 | Утеплювач – вироби з мінеральної вати на основі базальтового волокна | 50 | 0,25 | 0,048 | 5,2083 |
| 3 | Розчин цементно-піщаний | 1800 | 0,03 | 0,93 | 0,0323 |

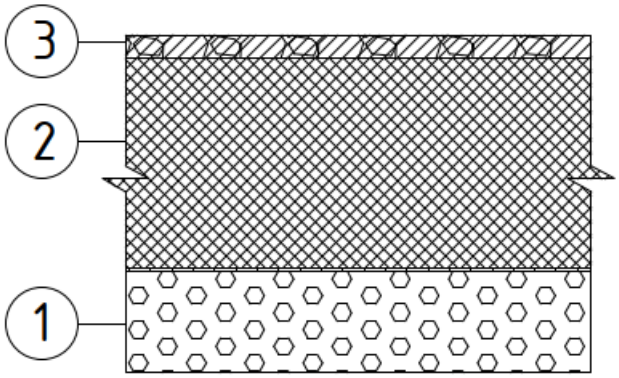



Рис. 1 Конструкція горища

Розраховуємо товщину утеплюючого шару:

$$\delta_2 = \left(R_\Sigma - \left(\frac{1}{h_{si}} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{h_{se}}\right)\right) \cdot \lambda_2 \qquad (3.3)$$

$$= \left(6 - \left(\frac{1}{10} + 0{,}0637 + 0{,}0323 + \frac{1}{6}\right)\right) \cdot 0{,}048 = 0{,}25 \text{ м}$$

Товщина утеплюючого шару, за якої опір теплопередачі конструкції відповідатиме нормативним вимогам становить: $\delta_2$ = 0,25 м;

Опір теплопередачі за формулою (3.3) становитиме:

$$R_{\sum} = \frac{1}{10} + 0{,}0637 + 5{,}2083 + 0{,}0323 + \frac{1}{6} = 5{,}521 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Оскільки $R_{\sum}$ = 5,521 м$^2$·К/Вт > $R_{q\,min}$ = 5,5 м$^2$·К/Вт, то умова виконується.

Перевіряємо виконання другої вимоги : $\Delta\theta_{int-si} \leq \Delta\theta_{int-si\,max}$

$$\Delta\theta_{int-si} = \frac{\theta_{int} - \theta_{ext}}{R_{\sum} \cdot h_{si}} = \frac{20 - (-18)}{5{,}521 \cdot 10} = 0{,}688\ ^{\circ}\text{C} \quad (3.4)$$

$\theta_{int}$ – внутрішня температура в приміщенні, °С;

$\theta_{ext}$ – зовнішня температура в приміщенні, °С.

$\Delta\theta_{int-si}$ = 0,688 °С < $\Delta\theta_{int-si\,max}$ = 3 °С – умова виконується.

### 3.2 Розрахунок вологісного стану зовнішньої стіни

Середньомісячні значення температури та відносної вологості для кожного місяця для м. Одеса

***Таблиця 3***

| Місяць | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Температура, °С | -1,3 | -0,6 | 2,9 | 9,2 | 15,3 | 19,6 | 22 | 21,6 | 17 | 11,3 | 5,8 | 1,1 |
| Відносна вологість, % | 82 | 81 | 79 | 75 | 72 | 70 | 67 | 66 | 71 | 76 | 82 | 83 |

Температура та відносна вологість повітря в житловому приміщенні за ДБН становитимуть, відповідно: $t_в = 20°\text{C};\ \varphi_в = 55\ \%$.

Парціальний тиск насиченої водяної пари на внутрішній $E_в$ та зовнішній $E_з$ поверхнях огороджувальної конструкції визначається згідно з ДСТУ-Н Б В.2.6-192.

$$E_в = 2340 \text{ Па } (\theta_{int} = 20°C);\ E_з = 547 \text{ Па } (\theta_{ext} = -1{,}3°C)$$
$$e_{si} = 0{,}01 \cdot 55 \cdot 2340 = 1287 \text{ Па}$$
$$e_{se} = 0{,}01 \cdot 82 \cdot 547 = 448{,}54 \text{ Па}$$

Розраховуємо розподіл температур на межах шарів конструкції:

$$\theta_1 = 20 - \frac{20 + 1{,}3}{3{,}5465} \cdot 0{,}115 = 19{,}31; E_1 = 2242 \text{ Па}.$$

$$\theta_2 = 20 - \frac{20 + 1{,}3}{3{,}5465} \cdot (0{,}115 + 0{,}0269) = 19{,}15; E_2 = 2220 \text{ Па}.$$

$$\theta_3 = 20 - \frac{20 + 1{,}3}{3{,}5465} \cdot (0{,}115 + 0{,}0269 + 3{,}2307) = -0{,}26; E_3 = 597\text{Па}.$$

$$\theta_4 = 20 - \frac{20 + 1{,}3}{3{,}5465} \cdot (0{,}115 + 0{,}0269 + 3{,}2307 + 0{,}1304) = -1{,}04; E_4 = 562 \text{ Па}.$$

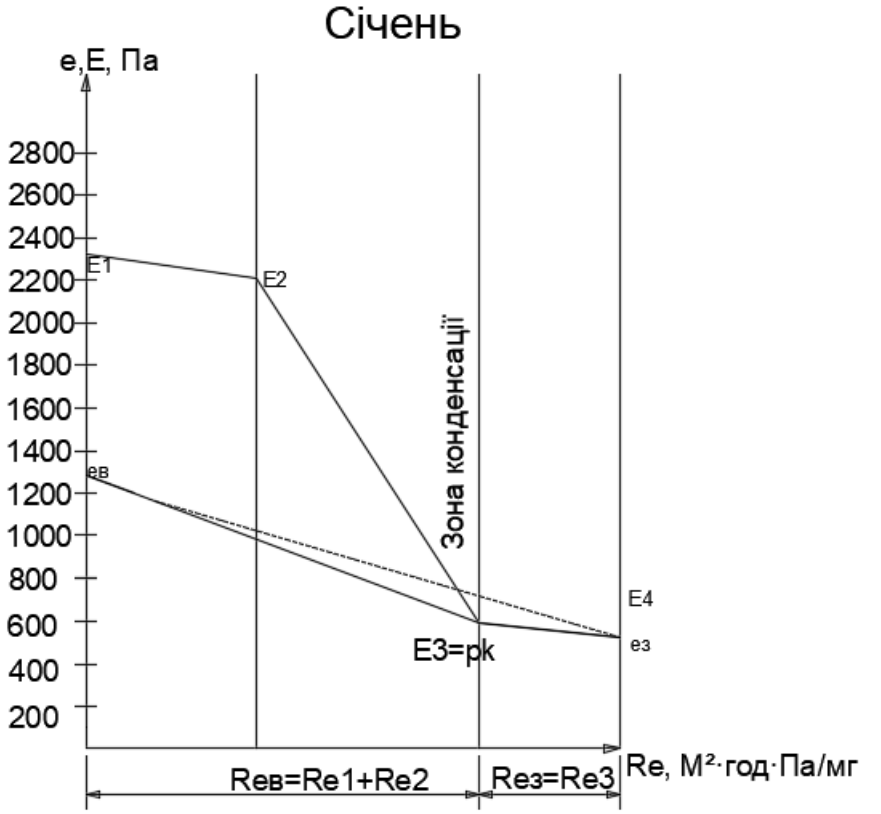



Рис. 2 Розподіл парціальних тисків у товщі огороджувальної конструкції – стіни

У масштабі опорів паропроникненню $R_e$ будується залежність парціального тиску насиченої водяної пари E та парціального тиску водяної пари e (рис. 2).

З графіку видно, що суцільна лінія (E) і штрихова лінія (e) не перетинаються.

Це означає, що конденсація водяної пари у товщі огороджувальної конструкції видаляється повністю у травні. У цьому разі згідно ДСТУ-Н Б В.2.6-192 умови $\Delta w = \Delta w_d$ та $w_{зп} \leq w_{дп}$ вважаються виконаними.

# *РОЗДІЛ 4*
# *РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ*

## 4.1 Вихідні данні системи опалення

Проектується житловий будинок у місті Одеса

Кількість поверхів - 9

Висота вікон, $h_в = 1,5$ м

Висота зовнішніх і балконних дверей, $h_д = 2,1$ м

Товщина міжповерхового перекриття, $\delta_{пер} = 0,3$ м

Висота приміщень (від підлоги до стелі), $h_{пр} = 2,7$ м

Конструкція зовнішних стін:

• кладка із шлакобетонних блоків (за технологією "HEBEL")

Конструкція панелей горищного перекриття та перекриття над підвалом:

• суцільний залізобетон з утеплювачем із мінераловатних плит

Джерело теплопостачання - ТЕЦ

Орієнтація зовнішньої стіни сходової клітки за сторонами світу: Пн

Розрахунковий перепад температур у тепловій мережі $\theta_г - \theta_о = 150 - 70$ °С

Розрахунковий перепад тисків на уводі теплової мережі в будинок:

$\Delta P_{ув} = 150$ кПа

Розрахунковий переклад температур води в системі опалення:

$\theta_г - \theta_о = 80 - 60$ °С

Підлога - Дуб поперек волокон

Підвал: Перекриття над холодним підвалом

Згідно ДСТУ-Н Б В.2.6-192 дані для холодного періоду року становлять:

***Таблиця 4***

| Місто | Середня температура за рік $\theta ext_{р.}$, °С | Зона вологості | Температура найхолоднішої доби $\theta ext$, °С | Температура найхолоднішої п'ятиденки $\theta ext_5$, °С | Опалювальний сезон | | Кількість градусо-діб $S_{о.с}$, гр.-діб | Кліматична зона |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Середня температура $\theta_{о.с}$, °С | Тривалість $Z_{о.с}$, діб | | |
| Одеса | 10,3 | С | -21 | -18 | 2 | 158 | 2844 | II |

## 4.2 Техніко-економічне обгрунтування вибору системи водяного опалення

### Двотрубна горизонтальна поквартирна система водяного опалення

**Переваги двотрубних горизонтальних по квартирних систем водяного опалення:**

- економічні показники вигідно відрізняються від економічних показників інших систем опалення: менші затрати енергетичних ресурсів на нагрівання теплоносія до визначеної температури - в двотрубних системах опалення перепад температур води у кожному опалювальному приладі постійний; середня температура води в любому приладі двотрубного стояка також однакова. За цими показниками можна зробити висновок щодо економічної доцільності використання запропонованої системи опалення.
- має ряд технічних переваг: обмежене число проходів через перекриття; в порівнянні з однотрубними СВО - більше число можливого встановлення опалювальних приладів; втрати тиску у однотрубній системі значно перевищують втрати в двотрубній системі; система опалення має достатньо спрощену схему гідравлічного розрахунку при запропонованому попутньому русі теплоносія; можливість поквартирного відключення приладових віток при проведенні регламентних та експлуатаційних робіт.
- горизонтальна система опалення забезпечує кращі санітарно-гігієнічні умови, має більш естетичний вигляд, так як є можливість прокладання горизонтальних ділянок трубопроводу в підлозі, або застосувати плінтусний варіант прокладання трубопроводів, дає можливість регулювання кількості теплоти, яка надходить до приміщення, за допомогою термостатичних клапанів та можливість контролю витрати коштів на опалення кожним власником квартири окремо за допомогою встановлення водоміра.

**Недоліки цієї системи водяного опалення:**

- більша металоємність системи при порівнянні з однотрубною, значне використання часу на монтаж та введення в експлуатацію - мається на увазі проведення пуско-налагоджуючого (первинного) регулювання тепловіддачі опалювальних приладів, що є характерним для двотрубної системи.

**Опалювальні прилади**

Для обраної системи опалення пропонується застосовувати опалювальні стальні панельні радіатори KERMI тип 22, 12, 11 та в санвузлі Narbonne V тип 10. Детальнішу інформацію дивіться далі.

Отже, застосування такого типу радіаторів в умовах запроектованої двотрубної горизонтальної поквартирної системи водяного опалення є доцільним, як за технічними так і за економічними параметрами.

**Запірна та терморегулююча арматура**

В даному курсовому проекті приймаємо надійну гарнітуру підключення до радіаторів - HERZ – 2000. Завдяки невеликій кількості компонентів виникає можливість здійснювати багато комбінацій в різних системах водяного опалення. Точний режим налаштування і оптимальна прохідність радіатора забезпечують зручність та комфорт.

На підводках до опалювальних приладів встановлюємо термостатичні приводи HERZ-TS. Вони реагують на щонайменшу різницю температур; найбільш точно дотримуються налаштованої температури і використовує такі теплові джерела як освітлення, електричні прилади, сонячне випромінювання; автоматичні термостатичні головки економлять витрату води майже на 30%; мають привабливий зовнішній вигляд.

З кожного опалювального приладу і в верхніх точках стояка передбачаємо видалення повітря, що доцільно для горизонтального прокладання трубопроводів.

Балансувальну та запірно-регулюючу арматуру застосовуємо фірми HERZ. Добре продумана конструкція яких робить можливим досконале гідравлічне регулювання опалювальних охолоджуючих систем.

**Трубопроводи**

Вибираємо металопластикові трубопроводи фірми Herz-Haka для прокладки в квартирах і сталеві водогазопровідні звичайні труби
ДСТУ 8936 для вертикальних та горизонтальних стояків. Труби Herz виготовлені із високоякісного металопластику, який витримує високі температури, стійкі до корозії, відсутність відкладень, час експлуатації не менше ніж 50 років; швидкий монтаж. Труби, які проходять у приладових вітках прокладаємо в підлозі приміщень.

**Індивідуальний тепловий пункт (ІТП)**

Тепловий пункт розташовуємо у підвальному приміщенні. Він оснащується автоматичними пристроями фірми Herz, які реалізують погодне регулювання і підтримують задану температурним графіком температуру в обратному трубопроводі системи опалення.

**Теплоізоляція**

Трубопроводи ізолюємо теплоізоляцією із спученого поліетилену Thermaflex. Типи: теплоізоляцією Thermaflex FRZ (теплоізоляція для труб, розміщених у будівельних розчинах) і Thermoflex Ultra M (для захисту від ультрафіолетових променів), що перешкоджає замерзанню трубопроводів, перегріву приміщення, зайвих тепловтрат.

### 4.3 Розрахунок тепловтрат через огороджувальні конструкції житлового будинку

Розрахункові теплові втрати приміщення за рахунок теплопередачі через будівельні огородження $\Phi_{T,i,}$ Вт, слід обчислювати за формулою, що наведена нижче і включає основні можливі варіанти влаштування приміщення

$$\Phi_{T,i} =( H_{T,ie} + H_{T,iue}+ H_{T,ig} + H_{T,ij} )\cdot( \theta_{int,i} - \theta_e ), \text{ Вт} \quad (4.1)$$

де: $H_{T,i}$ – характеристика трансмісійних тепловтрат через огороджувальні конструкції приміщення назовні, Вт/°С;

$H_{T,iue}$ – характеристика трансмісійних тепловтрат опалювального приміщення через неопалювальне приміщення назовні, Вт/°С;

$H_{T,ig}$ – характеристика трансмісійних тепловтрат через огороджувальні конструкції приміщення у землю (ґрунт), Вт/°С;

$H_{T,ij}$ – характеристика трансмісійних тепловтрат опалювального приміщення через огороджувальну конструкцію до суміжного опалювального приміщення із іншою розрахунковою температурою, Вт/°С.

Розміри в осях, орієнтацію будинку та додаткові тепловтрати у вигляді Σβ вказуємо на схемі будинку.

Тепловтрати приміщень на інших поверхах розраховуємо за допомогою приведеного коефіцієнта.

Тепловтрати на 1-9 поверхах будуть однакові. На цих поверхах тепловтрати через міжповерхове перекриття не враховується.

Проектне теплове навантаження опалення приміщення визначають за формулою

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} + \Phi_{RH,i}, \text{ Вт} \quad (4.2)$$

*де:* $\Phi_{T,i}$ – трансмісійні тепловтрати через огороджувальні конструкції приміщення, Вт;

$\Phi_{V,i}$ – вентиляційні тепловтрати на нагрівання інфільтраційного повітря, що надходить до приміщення, Вт;

$\Phi_{RH,i}$ – додаткова компенсаційна теплова потужність для системи періодичного опалення, яка враховує ефект тимчасовості обігріву приміщення, Вт.

Характеристика трансмісійних тепловтрат приміщення до зовнішнього повітря

$$H_{T,ie} = \Sigma_k A_k \cdot U_k \cdot e_k + \Sigma_l \psi_l \cdot l_l \cdot e_l \text{ , Вт/°С}$$

Останні поправочні коефіцієнти визначаються національними будівельними стандартами. За відсутності національних стандартів, їх значення за замовчуванням дорівнюють 1,0. Коефіцієнт теплопередачі k-будівельної конструкції огородження приміщення Uk визначається на попередніх етапах проектування системи опалення при теплотехнічному розрахунку зовнішніх будівельних конструкцій згідно ДБН В.2.5-31:2006 «Теплова ізоляція будівель». Коефіцієнт теплопровідності матеріалу $\psi_l$ l-елементу лінійного теплового мосту в конструкції будівельного огородження приймається як розрахункова теплопровідність в умовах експлуатації.Довжина лінійного теплового моста l визначається за будівельними кресленнями відповідних вузлів зовнішніх будівельних огороджень.

Характеристика трансмісійних тепловтрат приміщення через неопалювальне приміщення до зовнішнього повітря.

$$H_{T,iue} = \Sigma_k A_k \cdot U_k \cdot b_u + \Sigma_l \psi_l \cdot l_l \cdot b_u \text{ , Вт/°С} \qquad (4.3)$$

Характеристика трансмісійних тепловтрат приміщення через огороджувальні конструкції, що контактують із ґрунтом

$$H_{T,ig} = f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot (\Sigma_k A_k \cdot U_{equiv,k} \cdot) \cdot G_w \text{ , Вт/°С} \quad (4.4)$$

Характеристика трансмісійних тепловтрат (теплонадходжень) в приміщеннях, що мають різні розрахункові температури внутрішнього повітря

$$H_{T,ij} = \Sigma_k f_{ij} \cdot A_k \cdot U_k \text{ , Вт/°С} \quad (4.5)$$

***Вентиляційні тепловтрати опалювального приміщення***

$$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot ( \theta_{int,i} - \theta_e ), \text{ Вт} \quad (4.6)$$

При відсутності організованого притоку

$$V_i = max\ (V_{inf,i} , V_{min,i}) \text{ , м}^3\text{/год} \quad (4.7)$$

$$V_{inf,i} = 2 \cdot v_i \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i \text{ , м}^3\text{/год} \quad (4.8)$$

Для нежитлових та невиробничих Vmin,i = Qtot = n · qp + S · qB , дм$^3$/с

Додаткову компенсаційну теплову потужність для системи періодичного опалення ΦRH,i = Ai · fRH , Вт (4.9)

Проектне теплове навантаження опалення будівлі визначають за формулою ΦHL = ΣΦT,i + ΣΦV,i + ΣΦRH,i , Вт (4.10)

Баланс тепловтрат приміщень наведений в таблиці 5.

## Таблиця 5

Питома компенсац.теплова потужн. при періодичн.опаленні $f_{RH}$, Вт/м2 **0**

Коефіцієнт інфільтраційного повтрообміну $n_{50}$, 1/год **4**

Ефективність рекуператора припливно-вит.вентиляції, д.од. **0** *(0,6….0,7)*

Розрахункова температура зовнішнього повітря $\theta_e$, °С **-18** *3*

Середньорічна температура зовнішнього повітря $\theta_{me}$, °С **2,0** ***1,00***

Розрахункова температура підвалу, горища та сход.клітки $\theta_u$, °С **5** **16**

Висота приміщень, м **2,7**

*Аз.п.=* ***2719*** *м²*

***Пн*** ***1,05***

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 3,00 | 3,00 | 4,50 | 3,00 | 3,00 | 4,50 | 3,00 | 3,00 | *0* | | | | | | | | | | | |
| 3,4 | ***01*** | ***02*** | ***03*** | ***A1*** | | ***A2*** | | ***04*** | ***05*** | ***06*** | 3,4 | ***С*** | | | | | | | | |
| 1,12 | ***18*** | | | | | | | | | ***07*** | 1,12 | | | | | | | | | |
| *1,09* | ***17*** | | | | | | | | | ***08*** | 1,09 | | | | | | | | | |
| 4,22 | ***16*** | ***15*** | ***14*** | ***13*** | ***12*** | ***11*** | ***10*** | ***09*** | 4,22 | ***1,05*** | | | | | | | | | | |
| 0 | 3,00 | 3,00 | 4,50 | *3,00* | *3,00* | 4,50 | 3,00 | 3,00 | *0* | | | | | | | | | | | |

***Пд*** ***1,00***

| *Приміщення* | | | *Огороджувальна конструкція* | | | | | | *Теплові мости* | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *№ Приміщення/Найменування* | *Площа приміщення, $A_k$, м²* | *Температура, $\Theta_{int,i}$, °С* | *Позначення* | *Орієнтація* | *Довжина, a, м* | *Ширина (висота), b(h), м* | *Площа, $A_k$, м²* | *Коефіцієнт теплопередачі, $U_k$, Вт/м²*°С* | *Поправочний коефіцієнт додаткових тепловтрат, $e_k$* | *Коефіцієнт теплопередачі теплового мосту, $\psi_k$, Вт/(м·°С)* | *Довжина теплового мосту, l, м* | *Поправочний коефіцієнт додаткових тепловтрат, $e_i$* | *Температурний коефіцієнт кореляції (неопал.пр.), $b_u$* | *Поправочний коефіцієнт, що враховує різницю температур в сусідніх опалювальних приміщень, fij* | *Характеристика трансмісійних тепловтрат через огороджувальні конструкції приміщення назовні, $H_{T,i}$, Вт/°С* | *Характеристика трансмісійних тепловтрат опал. прим. через ОК до суміжного опалювального приміщення із іншою розрахунковою температурою* | *Трансмісійні тепловтрати приміщення, $\Phi_{T,i}$, Вт* | *мінімальний санітарно-гігієнічний повітрообмін в приміщенні, $V_{min}$, м³/год* | *Характеристика інфільтраційних тепловтрат приміщення, $H_{V,i}$, Вт/°С* | *Вентиляційні тепловтрати приміщення (без механічної вентиляції), $\Phi_{V,i}$, Вт* | *Інші постійні (періодичні) тепловтрати (надходж.), $\Phi_{\Phi i}$, Вт* | *Теплова потужність СО приміщення (без вентиляційних тепловтрат), $\Phi_{hl,i}$, Вт* | *Теплова потужність системи опалення приміщення, $\Phi_{HL,i}$, Вт* |
| *1* | *2* | *3* | *4* | *5* | *6* | *7* | *8* | *9* | *10* | *11* | *12* | *13* | *14* | *15* | *16* | *17* | *18* | *19* | *20* | *21* | *22* | *23* | *24* |
| *101* | *8,264* | *20* | *ЗС* | *З* | *3,94* | *3,48* | *13,7* | *0,282* | *1,15* | | | | | | *4,45* | | *464* | *34* | *11,60444* | *441* | *-83* | *381* | *822* |
| *Кух* | | | *ЗС* | *Пн* | *3,59* | *3,48* | *9,6* | *0,282* | *1,2* | | | | | | *3,26* | | | | | | | | |
| | | | *В* | *Пн* | *0,65* | *1,50* | *1,0* | *1,076* | *1,2* | | | | | | *1,26* | | | | | | | | |
| | | | *В* | *Пн* | *0,90* | *2,10* | *1,9* | *1,076* | *1,2* | | | | | | *2,44* | | | | | | | | |
| | | | *ПЛ* | *-* | *-* | *-* | *8,3* | *0,247* | *1,0* | | | | *0,39* | | | *0,81* | | | | | | | |
| *102* | *12,38* | *22* | *ЗС* | *Пн* | *3,25* | *3,48* | *9,1* | *0,282* | *1,2* | | | | | | *3,09* | | *410* | *34* | *11,60444* | *464* | *-124* | *286* | *751* |
| *ЖК* | | | *В* | *Пн* | *1,45* | *1,50* | *2,2* | *1,076* | *1,2* | | | | | | *2,81* | | | | | | | | |
| | | | *ПЛ* | *-* | *-* | *-* | *12,4* | *0,247* | *1,0* | | | | *0,43* | | *3,06* | *1,30* | | | | | | | |
| *201* | *8,264* | *20* | *ЗС* | *З* | *3,94* | *3,00* | *11,8* | *0,282* | *1,15* | | | | | | *3,83* | | *386* | *34* | *11,60444* | *441* | *-83* | *303* | *744* |
| *Кух* | | | *ЗС* | *Пн* | *3,59* | *3,00* | *7,9* | *0,282* | *1,2* | | | | | | *2,68* | | | | | | | | |
| | | | *В* | *Пн* | *0,65* | *1,50* | *1,0* | *1,076* | *1,2* | | | | | | *1,21* | | | | | | | | |
| | | | *В* | *Пн* | *0,90* | *2,10* | *1,9* | *1,076* | *1,2* | | | | | | *2,44* | | | | | | | | |
| *202* | *12,38* | *22* | *ЗС* | *Пн* | *3,25* | *3,00* | *7,6* | *0,282* | *1,15* | | | | | | *2,46* | | *206* | *34* | *11,60444* | *464* | *-124* | *82* | *546* |
| *ЖК* | | | *В* | *Пн* | *1,45* | *1,50* | *2,2* | *1,076* | *1,15* | | | | | | *2,69* | | | | | | | | |
| *301* | *8,264* | *20* | *ЗС* | *З* | *3,94* | *3,00* | *11,8* | *0,282* | *1,10* | | | | | | *3,67* | | *371* | *34* | *11,60444* | *441* | *-83* | *289* | *730* |
| *Кух* | | | *ЗС* | *Пн* | *3,59* | *3,00* | *7,9* | *0,282* | *1,15* | | | | | | *2,56* | | | | | | | | |
| | | | *В* | *Пн* | *0,65* | *1,50* | *1,0* | *1,076* | *1,15* | | | | | | *1,21* | | | | | | | | |
| | | | *В* | *Пн* | *0,90* | *2,10* | *1,9* | *1,076* | *1,15* | | | | | | *2,34* | | | | | | | | |
| *302* | *12,38* | *22* | *ЗС* | *Пн* | *3,25* | *3,00* | *7,6* | *0,282* | *1,15* | | | | | | *2,46* | | *206* | *34* | *11,60444* | *464* | *-124* | *82* | *546* |
| *ЖК* | | | *В* | *Пн* | *1,45* | *1,50* | *2,2* | *1,076* | *1,15* | | | | | | *2,69* | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 401 | 8,264 | 20 | ЗС | З | 3,94 | 3,00 | 11,8 | 0,282 | 1,05 | | | | | | 3,50 | | 355 | 34 | 11,60444 | 441 | -83 | 272 | 713 |
| Кух | | | ЗС | Пн | 3,59 | 3,00 | 7,9 | 0,282 | 1,1 | | | | | | 2,45 | | | | | | | | |
| | | | В | Пн | 0,65 | 1,50 | 1,0 | 1,076 | 1,1 | | | | | | 1,15 | | | | | | | | |
| | | | В | Пн | 0,90 | 2,10 | 1,9 | 1,076 | 1,1 | | | | | | 2,24 | | | | | | | | |
| 402 | 12,38 | 22 | ЗС | Пн | 3,25 | 3,00 | 7,6 | 0,282 | 1,1 | | | | | | 2,35 | | 197 | 34 | 11,60444 | 464 | -124 | 73 | 537 |
| ЖК | | | В | Пн | 1,45 | 1,50 | 2,2 | 1,076 | 1,1 | | | | | | 2,57 | | | | | | | | |
| 901 | 8,264 | 20 | ЗС | З | 3,94 | 3,41 | 13,4 | 0,282 | 1,1 | | | | | | 3,98 | | 413 | 34 | 11,60444 | 441 | -83 | 330 | 771 |
| Кух | | | ЗС | Пн | 3,59 | 3,41 | 9,4 | 0,282 | 1,1 | | | | | | 2,91 | | | | | | | | |
| | | | В | Пн | 0,65 | 1,50 | 1,0 | 1,076 | 1,1 | | | | | | 1,15 | | | | | | | | |
| | | | В | Пн | 0,90 | 2,10 | 1,9 | 1,076 | 1,1 | | | | | | 2,24 | | | | | | | | |
| | | | СТ | - | - | - | 8,3 | 0,182 | 1,0 | | | | 0,39 | | | 0,59 | | | | | | | |
| 902 | 12,38 | 20 | ЗС | Пн | 3,25 | 3,41 | 8,9 | 0,282 | 1,1 | | | | | | 2,76 | | 236 | 34 | 11,60444 | 441 | -124 | 113 | 554 |
| ЖК | | | В | Пн | 1,45 | 1,50 | 2,2 | 1,076 | 1,1 | | | | | | 2,57 | | | | | | | | |
| | | | СТ | - | - | - | 12,4 | 0,182 | 1,0 | | | | 0,39 | | | 0,89 | | | | | | | |
| 403 | 19,13 | 22 | ЗС | Пн | 4,50 | 3,00 | 11,3 | 0,282 | 1,1 | | | | | | 3,51 | | 243,5 | 34,12 | 11,59985 | 463,9939 | -191,25 | 52,2438 | 516,2 |
| ЖК | | | В | Пн | 1,45 | 1,50 | 2,2 | 1,076 | 1,1 | | | | | | 2,57 | | | | | | | | |
| 404 | 19,13 | 22 | ЗС | Пн | 4,50 | 3,00 | 11,3 | 0,282 | 1,1 | | | | | | 3,51 | | 243,5 | 34 | 11,56542 | 462,6169 | -191,25 | 52,2438 | 514,9 |
| ЖК | | | В | Пн | 1,45 | 1,50 | 2,2 | 1,076 | 1,1 | | | | | | 2,57 | | | | | | | | |
| 405 | 12,38 | 22 | ЗС | Пн | 3,00 | 3,00 | 6,8 | 0,282 | 1,10 | | | | | | 2,12 | | 187,7 | 34,02 | 11,56542 | 462,6169 | -123,75 | 63,9078 | 526,5 |
| ЖК | | | В | Пн | 1,45 | 1,50 | 2,2 | 1,076 | 1,1 | | | | | | 2,57 | | | | | | | | |
| 406 | 8,264 | 20 | ЗС | С | 3,94 | 3,00 | 11,8 | 0,282 | 1,05 | | | | | | 3,50 | | 355 | 34,02 | 11,56542 | 439,4861 | -82,6378 | 272,398 | 711,9 |
| Кух | | | ЗС | Пн | 3,59 | 3,00 | 7,9 | 0,282 | 1,1 | | | | | | 2,45 | | | | | | | | |
| | | | В | Пн | 0,90 | 2,10 | 1,9 | 1,076 | 1,10 | | | | | | 2,24 | | | | | | | | |
| | | | В | Пн | 0,65 | 1,50 | 1,0 | 1,076 | 1,10 | | | | | | 1,15 | | | | | | | | |
| 407 | 1,444 | 25 | ЗС | С | 1,71 | 3,00 | 5,1 | 0,282 | 1,1 | | | | | | 1,52 | | 65,32 | 34,02 | 11,56542 | 497,3132 | -14,4375 | 50,8792 | 548,2 |
| СВ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 408 | 1,391 | 20 | ЗС | С | 1,68 | 3,00 | 5,0 | 0,282 | 1,1 | | | | | | 1,49 | | 56,71 | 34,02 | 11,56542 | 439,4861 | -13,9125 | 42,7966 | 482,3 |
| СВ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 409 | 10,62 | 22 | ЗС | Пд | 3,00 | 3,00 | 6,8 | 0,282 | 1,0 | | | | | | 1,92 | | 341,5 | 34,02 | 11,56542 | 462,6169 | -106,171 | 235,336 | 698 |
| ЖК | | | ЗС | С | 4,81 | 3,00 | 14,4 | 0,282 | 1,1 | | | | | | 4,27 | | | | | | | | |
| | | | В | Пд | 1,45 | 1,50 | 2,2 | 1,076 | 1,0 | | | | | | 2,34 | | | | | | | | |
| 410 | 12,38 | 22 | ЗС | Пд | 3,00 | 3,00 | 6,8 | 0,282 | 1,0 | | | | | | 1,92 | | 170,6 | 33,76 | 11,47898 | 459,1591 | -123,75 | 46,848 | 506 |
| ЖК | | | В | Пд | 1,45 | 1,50 | 2,2 | 1,076 | 1,0 | | | | | | 2,34 | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 411 | 16,69 | 22 | ЗС | Пд | 4,50 | 3,00 | 12,4 | 0,282 | 1,0 | | | | | | 3,50 | | 297,5 | 33,76 | 11,47898 | 459,1591 | -166,901 | 130,634 | 589,8 |
| ЖК | | | ЗС | С | 1,80 | 3,00 | 5,4 | 0,282 | 1,1 | | | | | | 1,59 | | | | | | | | |
| | | | В | Пд | 1,45 | 1,50 | 2,2 | 1,076 | 1,0 | | | | | | 2,34 | | | | | | | | |
| 412 | 8,443 | 20 | ЗС | Пд | 3,00 | 3,00 | 6,1 | 0,282 | 1,0 | | | | | | 1,73 | | 182,9 | 33,76 | 11,47898 | 436,2012 | -84,425 | 98,4618 | 534,7 |
| Кух | | | В | Пд | 0,65 | 1,50 | 1,0 | 1,076 | 1,0 | | | | | | 1,05 | | | | | | | | |
| | | | В | Пд | 0,90 | 2,10 | 1,9 | 1,076 | 1,0 | | | | | | 2,03 | | | | | | | | |
| 413 | 8,443 | 20 | ЗС | Пд | 3,00 | 3,00 | 6,1 | 0,282 | 1,0 | | | | | | 1,73 | | 182,9 | 33,76 | 11,47898 | 436,2012 | -84,425 | 98,4618 | 534,7 |
| Кух | | | В | Пд | 0,65 | 1,50 | 1,0 | 1,076 | 1,0 | | | | | | 1,05 | | | | | | | | |
| | | | В | Пд | 0,90 | 2,10 | 1,9 | 1,076 | 1,0 | | | | | | 2,03 | | | | | | | | |
| 414 | 16,69 | 22 | ЗС | Пд | 4,50 | 3,00 | 11,3 | 0,282 | 1,0 | | | | | | 3,19 | | 259,4 | 33,76 | 11,47898 | 459,1591 | -166,901 | 92,4762 | 551,6 |
| ЖК | | | ЗС | З | 1,80 | 3,00 | 3,2 | 0,282 | 1,1 | | | | | | 0,95 | | | | | | | | |
| | | | В | Пд | 1,45 | 1,50 | 2,2 | 1,076 | 1,0 | | | | | | 2,34 | | | | | | | | |
| 415 | 12,38 | 22 | ЗС | Пд | 3,00 | 3,00 | 6,8 | 0,282 | 1,0 | | | | | | 1,92 | | 170,6 | 33,76 | 11,47898 | 459,1591 | -123,75 | 46,848 | 506 |
| ЖК | | | В | Пд | 1,45 | 1,50 | 2,2 | 1,076 | 1,0 | | | | | | 2,34 | | | | | | | | |
| 416 | 10,62 | 22 | ЗС | З | 4,81 | 3,00 | 14,4 | 0,282 | 1,1 | | | | | | 4,27 | | 321,5 | 34,12 | 11,59985 | 463,9939 | -106,171 | 215,37 | 679,4 |
| ЖК | | | ЗС | Пд | 2,41 | 3,00 | 5,1 | 0,282 | 1,00 | | | | | | 1,43 | | | | | | | | |
| | | | В | Пд | 1,45 | 1,50 | 2,2 | 1,076 | 1,0 | | | | | | 2,34 | | | | | | | | |
| 417 | 1,391 | 20 | ЗС | З | 1,68 | 3,00 | 5,0 | 0,282 | 1,05 | | | | | | 1,49 | | 56,71 | 34,12 | 11,59985 | 440,7942 | -13,9125 | 42,7966 | 483,6 |
| СВ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 418 | 1,444 | 25 | ЗС | З | 1,71 | 3,00 | 5,1 | 0,282 | 1,1 | | | | | | 1,52 | | 65,32 | 34,12 | 11,59985 | 498,7935 | -14,4375 | 50,8792 | 549,7 |
| СВ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| А1 | 16,23 | 16 | ЗС | Пн | 2,71 | 27,89 | 58,0 | 0,282 | 1,2 | 0,44 | 2,705 | 1,2 | | | 21,07 | | 1557 | 219,1 | 74,4957 | 2532,854 | 0 | 1556,81 | 4090 |
| СЛХ | 438,21 | | В | Пн | 1,45 | 12,00 | 17,4 | 1,076 | 1,2 | | | | | | 22,47 | | | | | | | | |
| | $м^3$ | | ПЛ | - | - | - | 16,23 | 0,247 | 1,0 | | | | 0,32 | | | 1,30 | | | | | | | |
| | | | СТ | - | - | - | 16,23 | 0,182 | 1,0 | | | | 0,32 | | | 0,96 | | | | | | | |
| А2 | 16,23 | 16 | ЗС | Пн | 2,71 | 27,89 | 73,5 | 0,282 | 1,2 | | | | | | 24,89 | | 983,2 | 219,1 | 74,4957 | 2532,854 | 0 | 983,202 | 3516 |
| Ліфт | 438,21 | | ВД | Пн | 0,90 | 2,10 | 1,9 | 0,783 | 1,2 | | | | | | 1,78 | | | | | | | | |
| | $м^3$ | | ПЛ | - | - | - | 16,23 | 0,247 | 1,0 | | | | 0,32 | | | 1,30 | | | | | | | |
| | | | СТ | - | - | - | 16,23 | 0,182 | 1,0 | | | | 0,32 | | | 0,96 | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| А2 (1) | 16,23 | 16 | ЗС | Пн | 2,71 | 3,48 | 7,5 | 0,282 | 1,2 | | | | | | 2,55 | | 191 | 43,82 | 14,89914 | 506,57 | -162,3 | 28,706 | 535,3 |
| Ліфт | | | ВД | Пн | 0,90 | 2,10 | 1,9 | 0,783 | 1,2 | | | | | | 1,78 | | | | | | | | |
| | | | ПЛ | - | - | - | 16,23 | 0,247 | 1,0 | | | | 0,32 | | | 1,30 | | | | | | | |
| А2 (2) | 16,23 | 16 | ЗС | Пн | 2,71 | 3,00 | 5,9 | 0,282 | 1,2 | | | | | | 2,01 | | 163,8 | 43,82 | 14,89914 | 506,57 | -162,3 | 1,528 | 508,1 |
| Ліфт | | | В | Пн | 1,45 | 1,50 | 2,2 | 1,076 | 1,2 | | | | | | 2,81 | | | | | | | | |
| А2 (3) | 16,23 | 16 | ЗС | Пн | 2,71 | 3,00 | 5,9 | 0,282 | 1,2 | | | | | | 1,93 | | 157 | 43,82 | 14,89914 | 506,57 | -162,3 | -5,299 | 501,3 |
| Ліфт | | | В | Пн | 1,45 | 1,50 | 2,2 | 1,076 | 1,2 | | | | | | 2,69 | | | | | | | | |
| А2 (4) | 16,23 | 16 | ЗС | Пн | 2,71 | 3,00 | 5,9 | 0,282 | 1,1 | | | | | | 1,84 | | 150,2 | 43,82 | 14,89914 | 506,57 | -162,3 | -12,125 | 494,4 |
| Ліфт | | | В | Пн | 1,45 | 1,50 | 2,2 | 1,076 | 1,1 | | | | | | 2,57 | | | | | | | | |
| А2 (5) | 16,23 | 16 | ЗС | Пн | 2,71 | 3,00 | 5,9 | 0,282 | 1,1 | | | | | | 1,84 | | 150,2 | 43,82 | 14,89914 | 506,57 | -162,3 | -12,125 | 494,4 |
| Ліфт | | | В | Пн | 1,45 | 1,50 | 2,2 | 1,076 | 1,1 | | | | | | 2,57 | | | | | | | | |
| А2 (6) | 16,23 | 16 | ЗС | Пн | 2,71 | 3,00 | 5,9 | 0,282 | 1,1 | | | | | | 1,84 | | 150,2 | 43,82 | 14,89914 | 506,57 | -162,3 | -12,125 | 494,4 |
| Ліфт | | | В | Пн | 1,45 | 1,50 | 2,2 | 1,076 | 1,1 | | | | | | 2,57 | | | | | | | | |
| А2 (7) | 16,23 | 16 | ЗС | Пн | 2,71 | 3,00 | 5,9 | 0,282 | 1,1 | | | | | | 1,84 | | 150,2 | 43,82 | 14,89914 | 506,57 | -162,3 | -12,125 | 494,4 |
| Ліфт | | | В | Пн | 1,45 | 1,50 | 2,2 | 1,076 | 1,1 | | | | | | 2,57 | | | | | | | | |
| А2 (8) | 16,23 | 16 | ЗС | Пн | 2,71 | 3,00 | 5,9 | 0,282 | 1,1 | | | | | | 1,84 | | 150,2 | 43,82 | 14,89914 | 506,57 | -162,3 | -12,125 | 494,4 |
| Ліфт | | | В | Пн | 1,45 | 1,50 | 2,2 | 1,076 | 1,1 | | | | | | 2,57 | | | | | | | | |
| А2 (9) | 16,23 | 16 | ЗС | Пн | 2,71 | 3,41 | 7,0 | 0,282 | 1,1 | | | | | | 2,19 | | 194,4 | 43,82 | 14,89914 | 506,57 | -162,3 | 32,065 | 538,6 |
| Ліфт | | | В | Пн | 1,45 | 1,50 | 2,2 | 1,076 | 1,1 | | | | | | 2,57 | | | | | | | | |
| | | | СТ | - | - | - | 16,23 | 0,182 | 1,0 | | | | 0,32 | | | 0,96 | | | | | | | |

## 4.4 Розрахунок теплової потужності системи опалення

Для системи водяного опалення будинку необхідно визначити:

- розрахункову теплову потужність
- питому теплову потужність
- розрахункове річне теплоспоживання
- питоме річне теплоспоживання
- витрату води

Для визначення загальних тепловтрат приміщеннями будинку заповнемо підсумкову таблицю тепловтрат. Для визначення тепловтрат на першому, другому, третьому та останньому поверхах всіх приміщень, скористуємось відповідними коефіцієнтами знайденими для першого приміщення.

$k_1 = Q_{101}/Q_{401} = 1{,}15$ $k_2 = Q_{201}/Q_{401} = 1{,}0433$ $k_3 = Q_{301}/Q_{401} = 1{,}023$ $k_{10} = Q_{1001}/Q_{401} = 1{,}08$ для кутових приміщень

тоді $Q_{10i} = k_1 Q_{40i}$ $Q_{20i} = k_2 Q_{40i}$ $Q_{30i} = k_3 Q_{40i}$ $Q_{90i} = k_9 Q_{40i}$

$k_1 = Q_{101}/Q_{401} = 1{,}40$ $k_2 = Q_{201}/Q_{401} = 1{,}0167$ $k_3 = Q_{301}/Q_{401} = 1{,}0167$ $k_{10} = Q_{1001}/Q_{401} = 1{,}03$ для рядових приміщень

***Таблиця 6***

| № поверху | Номер приміщення | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | А2 | А1 |
| 1 | 822 | 751 | 730 | 720 | 740 | 1000 | 770 | 680 | 980 | 710 | 680 | 750 | 620 | 780 | 710 | 950 | 680 | 770 | 535 | 13843 |
| 2 | 744 | 546 | 530 | 530 | 540 | 730 | 560 | 500 | 710 | 520 | 620 | 550 | 560 | 570 | 520 | 700 | 500 | 560 | 508 | 10999 |
| 3 | 730 | 546 | 530 | 530 | 540 | 730 | 560 | 500 | 710 | 520 | 610 | 550 | 550 | 570 | 520 | 700 | 500 | 560 | 501 | 10957 |
| 4-8 | 713 | 537 | 516 | 515 | 527 | 712 | 548 | 482 | 698 | 506 | 590 | 535 | 535 | 552 | 506 | 679 | 484 | 550 | 2472 | 10184 |
| 9 | 771 | 554 | 540 | 540 | 550 | 740 | 570 | 500 | 720 | 530 | 640 | 560 | 580 | 570 | 530 | 700 | 500 | 570 | 539 | 11204 |
| Всього | 6635 | 5084 | 4911 | 4894 | 5003 | 6759 | 5201 | 4591 | 6610 | 4810 | 5499 | 5083 | 4983 | 5248 | 4810 | 6447 | 4598 | 5208 | 4556 | 96375 |
| | | | 32883 | | 15042 | | 33058 | | 15392 | | | | | | | | | | | 96375 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | 47924 | | 48451 | | 48451 |

4090

97923

Головне циркуляційне кільце

Розрахункові тепловтрати будинку без сходового та ліфтового холів - $Q_1 =$ 96375 Вт

Розрахункові тепловтрати будинку із сходовим та ліфтовим холами - $Q_{1A} =$ 105020 Вт

### Розрахункове річне споживання системою опалення

Величину розрахункового річного теплоспоживання системою опалення будинку W, ГДж/рік розраховується за формулою:

$$W = \frac{3{,}6 * Q_{с.о.} * 24 * Zo.c. * (t_{вн} - t_{о.с.}) * 10^{-6} * a * b * c}{t_{вн} - t_{зовн5}} = \frac{3{,}6 * Q_{с.о.} * 24 * S_{j.c.} * 10^{-6} * a * b * c}{t_{вн} - t_{зовн5}} \qquad (4.11)$$

де $Q_{с.о.}$-розрахункова теплова потужність; $S_{с.о.}$- кількість градусо - діб опалювального сезону; $t_{вн}$ - розрахункова температура внутрішнього приміщення; $t_{зовн5}$ - середня температура зовнішнього повітря найхолоднішої пятиденки; b=0,9 коефіцієнт, який враховується коли більше 75% опалювальних приладів обладнані автоматичними регуляторами.

$W =$ 118842 кВт.год/рік;

### Питоме річне теплоспоживання системою опалення

Величину питомого річного теплоспоживання системою опалення будинку W, ГДж/рік·м$^2$ розраховується за формулою:

$w = W / A_{з.п.} =$ 43,71 кВт.год/рік·м$^2$

$E_{max} =$ 55,0 кВт.год/м$^2$ за рік

**Висновок:** знайдена величина питомого річного теплоспоживання системою опалення $w$ не перевищує нормативного контрольного значення $w_к$, а значить умова виконується.

### Витрата води в системі опалення

Витрату води в системі опалення визначають за формулою:

$$G_{С.О.} = \frac{0{,}86 \cdot Q_{С.О}}{t_г - t_о} = 4516 \text{ кг/год} \qquad (4.12)$$

### 4.5 Розрахунок опалювальних приладів типового поверху, сходового та ліфтового холів

В плані будинку знаходиться два загальнодоступних приміщення (сходова клітина, ліфтовий хол), а вони, в свою чергу, не розділені між собою, тому дозволяється розраховувати їх як одне приміщення.

Але для більшого комфорту приймаємо опалювальні прилади окремо в сходовій клітині на першому поверсі, а в ліфтовому холі - на кожному поверсі.

**Розрахунок опалювального приладу в сходовому холі**

Розрахункову теплову потужність системи опалення сходового холу і для ліфтового холу обчислюємо за формулою:

$$Q_{ск} = (Q_{1ск}\ b_1\ b_2)/0{,}97 = 9590 \text{ Вт} \quad (4.13)$$

Обчислюємо витрату води, що надходить із теплової мережі і проходить через опалювальні прилади сходового та ліфтового холу:

$$G_{т.м.} = G_{о.п.} = \frac{0{,}86 \times (\Phi_{с.о.} + \Phi_{с.к.})}{T_г - \theta_о} = 1003{,}53 \quad (4.14)$$

Визначаємо розрахунковий тепловий потік опалювального приладу:

$$\Phi_{о.п.} = (\Phi_1 - \Phi_{вн} - 0{,}9 \times \Phi_{тр} - \Phi_{з.п.}) \times b_2 \times b_3 = \Phi_1 = 4090 \text{ Вт} \quad (4.15)$$

Перепад температур в опалювальному приладі:

$$\Delta\theta_{о.п.} = \frac{0{,}86 \times \Phi_{о.п.}}{G_{о.п.}} = 7{,}41\ ℃ \quad (4.16)$$

Температурний напір в опалювальних приладах:

$$\Delta\theta_T = T_г - \frac{\Delta\theta_{о.п}}{2} - \theta_{wz} = 130{,}3\ ℃ \quad (4.17)$$

Поправочні коефіцієнти:

$$\varphi_1 = \left(\frac{\Delta\theta_T}{70}\right)^{1+n} = 2{,}108 \quad (4.18)$$

$$\varphi_2 = \left(\frac{G_{о.п.}}{360}\right)^{p} = 1{,}031 \quad (4.19)$$

Поправочний коефіцієнт b для конвекторів "Акорд" при барометричному тиску для

м. Одеса приймаємо рівним - 0,99

Значення інших коефіцієнтів:

$\psi_1$ = 0,99 - схема руху води "зверху-вниз"

$\psi_2$ = 1 - дворядна установка радіаторів по вертикалі

$\psi_3$ = 0,94 - дворядна установка радіаторів у глибину

с= 1 - показник конвектора "Акорд"

Потрібний тепловий потік опалювального приладу, приведений до нормальних умов:

$$\Phi_{н}^{потр} = \frac{\Phi_{о.п.}}{\varphi_1 \times \varphi_2 \times b \times c \times \psi_1 \times \psi_2 \times \psi_3 \times} \quad (4.20)$$

Приймаємо до установки два конвектори КА-0,896К

з номінальним тепловим потоком $Q_н$ = 1792 Вт Перевищення необхідного теплового потоку складає - 0,4098%

**Розрахунок опалювальних приладів в ліфтовому холі**

1) Опалювальний прилад I поверху:

Для ліфтового холу треба розрахувати опалювальний прилад на першому поверсі, на типовому та на останньому.

Розрахункову теплову потужність системи опалення ліфтового холу обчислюємо за формулою:

$Q_{лх} = (Q_{1лх} \ b_1 \ b_2)/0{,}97 = 600$ Вт (4.21)

Обчислюємо витрату води, що надходить із теплової мережі і проходить через опалювальний

$$G_{о.п1.} = \frac{(G_{Т.М.} \times \Phi_{о.п.})}{\Phi_{л.х.}} = 528{,}8 \text{ кг/год} \quad (4.22)$$

Визначаємо розрахунковий тепловий потік опалювального приладу:

$$Ф_{оп.1} = Ф_{л.х.1пов.} = 535\ Вт \qquad (4.23)$$

Перепад температур в опалювальному приладі:

$$\Delta\theta_{о.п.} = \frac{0{,}86 \times \Phi_{о.п.}}{G_{о.п.}} = 7{,}32\ ℃ \qquad (4.24)$$

Температурний напір в опалювальних приладах:

$$\Delta\theta_{Т} = T_{г} - \frac{\Delta\theta_{о.п}}{2} - \theta_{wz} = 130{,}34\ ℃ \qquad (4.25)$$

Поправочні коефіцієнти:

$$\varphi_1 = \left(\frac{\Delta\theta_{Т}}{70}\right)^{1+n} = 2{,}109 \qquad (4.26)$$

$$\varphi_2 = \left(\frac{G_{о.п.}}{360}\right)^{p} = 1{,}012 \qquad (4.27)$$

Поправочний коефіцієнт b для конвекторів "Акорд" при барометрисному тиску для

м. Одеса приймаємо рівним - *0,9945*

Значення інших коефіцієнтів:

$\psi_1 =$ *0,99* - схема руху води "зверху-вниз"

$\psi_2 =$ *1* - однорядна установка радіаторів по вертикалі

$\psi_3 =$ *1* - однорядна установка радіаторів у глибину

$c =$ *1* - показник конвектора "Акорд"

Потрібний тепловий потік опалювального приладу, приведений до нормальних умов:

$$\Phi_{н}^{потр} = \frac{\Phi_{о.п.}}{\varphi_1 \times \varphi_2 \times b \times c \times \psi_1 \times \psi_2 \times \psi_3 \times} \qquad (4.28)$$

Приймаємо до установки конвектор ***КА-0,236К***

з номінальним тепловим потоком $Q_н$ = 236 Вт

Перевищення потребуємого теплового потоку складає - -7,6 %

**2) Опалювальний прилад типового поверху:**

Обчислюємо витрату води, що надходить із теплової мережі і проходить через опалювальний прилад першого поверху ліфтового холу:

$$G_{о.п.\ 2-8.} = \frac{(G_{Т.М.} \times Ф_{о.п.\ 2-8.})}{Ф_{л.х.}} = 528{,}8 \text{ кг/год} \quad (4.29)$$

Визначаємо розрахунковий тепловий потік опалювального приладу:

$$Ф_{оп.\ 2-8} = Ф_{л.х.\ 2-8\ пов.} = 508 \text{ Вт} \quad (4.30)$$

Перепад температур в опалювальному приладі:

$$\Delta\theta_{о.п.} = \frac{0{,}86 \times Ф_{о.п.2-8}}{G_{о.п.}} = 0{,}87\ ℃ \quad (4.31)$$

Температурний напір в опалювальних приладах:

$$\Delta\theta_Т = Т_г - \frac{\Delta\theta_{о.п}}{2} - \theta_{wz} = 133{,}56\ ℃ \quad (4.32)$$

Поправочні коефіцієнти:

$$\varphi_1 = \left(\frac{\Delta\theta_Т}{70}\right)^{1+n} = 2{,}171 \quad (4.33)$$

$$\varphi_2 = \left(\frac{G_{о.п.}}{360}\right)^{p} = 1{,}012 \quad (4.34)$$

Поправочний коефіцієнт b для конвекторів "Акорд" при барометричному тиску для
м. Одеса приймаємо рівним - 0,9945
Значення інших коефіцієнтів:
$\psi_1$ = 1,00 - схема руху води "зверху-вниз"
$\psi_2$ = 1 - однорядна установка радіаторів по вертикалі

$\psi_3 = 1$ -однорядна установка радіаторів у глибину

c= 1 - показник конвектора "Акорд"

Потрібний тепловий потік опалювального приладу, приведений до нормальних умов:

$$\Phi_н^{потр} = \frac{\Phi_{о.п.}}{\varphi_1 \times \varphi_2 \times b \times c \times \psi_1 \times \psi_2 \times \psi_3 \times} \qquad (4.35)$$

Приймаємо до установки конвектор КА-0,236К

з номінальним тепловим потоком $Q_н = 236$ Вт

Перевищення потребуємого теплового потоку складає - 1,4 %

## 4.6 Гідравлічний розрахунок системи опалення

Кількість поверхів - n = 9 поверхів $t_г$ = 80°С

Висота поверху (з перекриттям) - $h_{пов}$ = 3,00 м $t_о$ = 60°С

Розрахунок природного тиску у циркуляційних кільцях, що проходять через горизонтальні приладові вітки на 1 поверсі будинку, за формулою:

$$\Delta Pnp_i = g * h_i * (\rho_o - \rho_r) \qquad (4.36)$$

де, g = 9,81 м/с$^2$ прискорення вільного падіння; $h_i$ - вертикальна відстань між центром нагрівання води і центром охолодженням води в опалювальних приладах горизонтальної приладової вітки n-поверхів, м;

$\rho_o$-$\rho_r$ - відповідно густина охолодженої і гарячої води в системі опалення, кг/м$^3$.

Аналогічно обчислюємо розрахункові природний і циркуляційні тиски для інших циркуляційних кілець, що проходять через горизонтальні приладові вітки решти поверхів будинку.

Розрахункові гравітаційні тиски в циркуляційних кільцях
Коефіцієнт врахування максимально природного тиску слід приймати 0,7

***Таблиця 7***

| Параметр | Поверх | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Висота $h_i$ ,м | 2,70 | 5,70 | 8,70 | 11,70 | 14,70 | 17,70 | 20,70 | 23,70 | 26,70 |
| Тиск $\Delta P_{пі}$ ,Па | 421 | 889 | 1356 | 1824 | 2291 | 2759 | 3227 | 3694 | 4162 |
| Тиск з урахуванням коеф., Па | 295 | 622 | 949 | 1277 | 1604 | 1931 | 2259 | 2586 | 2913 |

Для забезпечення гідравлічної сталості роботи системи опалення при статичному балансуванні приймаємо, що втрати тиску у приладових ділянках складають не менше 70% від загальних втрат у головному циркуляційному кільці. Тоді мінімальні втрати тиску у найбільш навантаженій приладовій ділянці Х поверху повинні бути не менше:

$$\Delta P_{ст.9.1} = \frac{\Delta P_{З.Д.}}{0,3} \times 0,7 = 36808\ Па \qquad (4.37)$$

При динамічному балансуванні гідравлічна теплова сталість роботи по квартирних приладових ділянок забезпечується регулятором перепаду тиску автоматично і не потребує 70%-ної втрати тиску в стояку.

Для забезпечення ефективності теплового регулювання теплової потужності опалювального приладу втрати тиску на радіаторному термостатичному клапані повинні складати як можна більше але не менше 25% від загальних втрат на регульованій ділянці головного циркуляційного кільця. Встановлення автоматичних регуляторів перепаду тиску на приладовій по квартирній ділянці дозволяє зменшити розміри (і відповідно втрати тиску) регульованої ділянки від головного циркуляційного кільця до розмірів по квартирного стояка. Це приводить до збільшення зовнішнього авторитету клапану і значного покращення регулювання тепловим потоком опалювального приладу.

$$\Delta P_{РТК}^{min} = 0{,}25 \times \Delta P = 9202 \text{ Па} \qquad (4.38)$$

Розрахунок магістральних трубопроводів див. таблиця 8
Розрахунок поквартирного трубопроводу див. таблиця 9

**Таблиця 8**

***Гідравлічний розрахунок магістральних трубопроводів двохтрубної поквартирної системи опалення***

| Номер розрахункової ділянки | Теплове навантаження ділянки | Коефіцієнт проходу теплового потоку гідравлического потоків | Витрата води на ділянці | Довжина ділянки | Діаметр трубопроводу | Приведений коефіцієнт тертя | Питома витрата води | Питомий динамічний тиск | Швидкість води на ділянці | Сумма коефіцієнтів місцевих опорів | Приведений коефіцієнт місцевих опорів | Характеристика опору ділянки | Втрати тиску на ділянці | Загальні втрати тиску | Примітка |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| № діл. | $Q_{діл}$, Вт | φ | G, кг/год | l, м | d, мм | $\lambda/d$, $м^{-1}$ | G/ν, (кг/год)/(м/с) | $A*10^{-4}$, Па/(кг/год)$^2$ | V, м/с | Σξ | $\xi_{пр}$ | S, Па/(кг/год)$^2$ | $\Delta P_{діл}$, Па | ΣΔP, Па | Перелік місцевих опорів |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | |
| ІТП-0 | 96375 | 1,0000 | 4144 | 4,6 | 50 | 0,54 | 7810 | 0,0000081 | 0,531 | 2,5 | 4,984 | 0,000040 | 693 | 693 | відвід відігнутий 90 °-0,3*5шт=1,5, трійник на прохід=1 |
| ІТП"-0" | 96375 | 1,0000 | 4144 | 5,6 | 50 | 0,54 | 7810 | 0,0000081 | 0,531 | 2,5 | 5,524 | 0,000045 | 768 | 1462 | відвід відігнутий 90 °-0,3*5шт=1,5, трійник на прохід=1 |
| 0-1 | 48451 | 0,5027 | 2083 | 7,53 | 40 | 0,75 | 4670 | 0,0000225 | 0,446 | 1,9 | 7,5475 | 0,000170 | 737 | 2199 | відвід відігнутий 90°-0,3*3шт=0,9, трійник на прохід=1 |
| 0"-1" | 48451 | 0,5027 | 2083 | 7,53 | 40 | 0,75 | 4670 | 0,0000225 | 0,446 | 1,9 | 7,5475 | 0,000170 | 737 | 2936 | відвід відігнутий 90°-0,3*3шт=0,9, трійник на прохід=1 |
| 1-2 | 41421 | 0,4298 | 1781 | 3,00 | 32 | 0,9 | 3580 | 0,0000383 | 0,498 | 1,5 | 4,2 | 0,000161 | 510 | 3446 | трійник на прохід=1 + раптове звуження=0,5 |
| 1"-2" | 41421 | 0,4298 | 1781 | 3,00 | 32 | 0,9 | 3580 | 0,0000383 | 0,498 | 2 | 4,7 | 0,000180 | 571 | 4017 | трійник на прохід=1 + раптове розширення = 1 |
| 2-3 | 36161 | 0,3752 | 1555 | 3,00 | 32 | 0,9 | 3580 | 0,0000383 | 0,434 | 1 | 3,7 | 0,000142 | 343 | 4360 | трійник на прохід=1 |
| 2"-3" | 36161 | 0,3752 | 1555 | 3,00 | 32 | 0,9 | 3580 | 0,0000383 | 0,434 | 1 | 3,7 | 0,000142 | 343 | 4703 | трійник на прохід=1 |
| 3-4 | 30911 | 0,3207 | 1329 | 3,00 | 25 | 1,3 | 2040 | 0,0001180 | 0,652 | 1 | 4,9 | 0,000578 | 1021 | 5724 | трійник на прохід=1 |
| 3"-4" | 30911 | 0,3207 | 1329 | 3,00 | 25 | 1,3 | 2040 | 0,0001180 | 0,652 | 1 | 4,9 | 0,000578 | 1021 | 6746 | трійник на прохід=1 |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4-5 | 25799 | 0,2677 | 1109 | 4,00 | 25 | 1,3 | 2040 | 0,0001180 | 0,544 | 3 | 8,2 | 0,000968 | 1191 | 7936 | трійник на прохід=1+ П-подібний компенсатор=2 |
| 4"-5" | 25799 | 0,2677 | 1109 | 4,00 | 25 | 1,3 | 2040 | 0,0001180 | 0,544 | 3 | 8,2 | 0,000968 | 1191 | 9127 | трійник на прохід=1 + П-подібний компенсатор=2 |
| 5-6 | 20686 | 0,2146 | 890 | 3,00 | 25 | 1,3 | 2040 | 0,0001180 | 0,436 | 1,5 | 5,4 | 0,000637 | 504 | 9631 | трійник на прохід=1+ раптове звуження=0,5 |
| 5"-6" | 20686 | 0,2146 | 890 | 3,00 | 25 | 1,3 | 2040 | 0,0001180 | 0,436 | 2 | 5,9 | 0,000696 | 551 | 10182 | трійник на прохід=1+ раптове розширення=1 |
| 6-7 | 15574 | 0,1616 | 670 | 3,00 | 20 | 1,79 | 1250 | 0,0003150 | 0,536 | 1 | 6,37 | 0,002007 | 900 | 11082 | трійник на прохід=1 |
| 6"-7" | 15574 | 0,1616 | 670 | 3,00 | 20 | 1,79 | 1250 | 0,0003150 | 0,536 | 1 | 6,37 | 0,002007 | 900 | 11982 | трійник на прохід=1 |
| 7-8 | 10462 | 0,1086 | 450 | 3,00 | 15 | 2,69 | 685 | 0,0010500 | 0,657 | 1 | 9,07 | 0,009524 | 1927 | 13909 | трійник на прохід=1 |
| 7"-8" | 10462 | 0,1086 | 450 | 3,00 | 15 | 2,69 | 685 | 0,0010500 | 0,657 | 1 | 9,07 | 0,009524 | 1927 | 15837 | трійник на прохід=1 |
| 8-9 | 5350 | 0,0555 | 230 | 3,30 | 15 | 2,69 | 685 | 0,0010500 | 0,336 | 1,8 | 10,677 | 0,011211 | 593 | 16430 | відвід відігнутий 90°-0,3*1шт=0,3, + трійник на відгалуження=1,5 |
| 8"-9" | 5350 | 0,0555 | 230 | 3,30 | 15 | 2,69 | 685 | 0,0010500 | 0,336 | 1,8 | 10,677 | 0,011211 | 593 | 17023 | відвід відігнутий 90°-0,3*1шт=0,3,+ трійник на відгалуження=1,5 |

$Q_9$ = 5350 Вт  N= 0,00 %

| | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **a - on904** | 540 | 0,0056 | 23 | **5,5** | **12** | 1,86109 | 395,8257 | 0,0031037 | 0,059 | **1,6** | 11,836 | 0,036735 | 20 |
| **a "- on904"** | 540 | 0,0056 | 23 | **5,5** | **12** | 1,86109 | 395,8257 | 0,0031037 | 0,059 | **1,6** | 11,836 | 0,036735 | 20 |
| **b - on905** | 550 | 0,0057 | 24 | **6,1** | **12** | 1,86109 | 395,8257 | 0,0031037 | 0,060 | **1,6** | 12,9526 | 0,040201 | 22,5 |
| **b "- on905"** | 550 | 0,0057 | 24 | **6,1** | **12** | 1,86109 | 395,8257 | 0,0031037 | 0,060 | **1,6** | 12,9526 | 0,040201 | 22,5 |
| **e - on908** | 500 | 0,0052 | 22 | **0,88** | **12** | 1,86109 | 395,8257 | 0,0031037 | 0,054 | **1,6** | 3,23776 | 0,010049 | 4,6 |
| **e "- on908"** | 500 | 0,0052 | 22 | **0,88** | **12** | 1,86109 | 395,8257 | 0,0031037 | 0,054 | **1,6** | 3,23776 | 0,010049 | 4,6 |
| **e - on909** | 720 | 0,0075 | 31 | **5,02** | **12** | 1,86109 | 395,8257 | 0,0031037 | 0,078 | **1,6** | 10,9427 | 0,033963 | 32,6 |
| **e "- on909"** | 720 | 0,0075 | 31 | **5,02** | **12** | 1,86109 | 395,8257 | 0,0031037 | 0,078 | **1,6** | 10,9427 | 0,033963 | 32,6 |
| **d - on907** | 570 | 0,0059 | 25 | **2,6** | **12** | 1,86109 | 395,8257 | 0,0031037 | 0,062 | **1,6** | 6,43883 | 0,019984 | 12,0 |
| **d "- on907"** | 570 | 0,0059 | 25 | **2,6** | **12** | 1,86109 | 395,8257 | 0,0031037 | 0,062 | **1,6** | 6,43883 | 0,019984 | 12,0 |
| **c - e** | 1220 | 0,0127 | 52 | **0,5** | **12** | 1,86109 | 395,8257 | 0,0031037 | 0,133 | **1,0** | 1,93054 | 0,005992 | 16,5 |
| **c "- e"** | 1220 | 0,0127 | 52 | **0,5** | **12** | 1,86109 | 395,8257 | 0,0031037 | 0,133 | **1,0** | 1,93054 | 0,005992 | 16,5 |

**Визначення коеф.місцевого опору обладнання**

| **ΔP, Па** | **G,** кг/год | **G/v** | **$\xi_м$** |
|---|---|---|---|
| 5000 | 500 | 685 | 18,769 |
| **Kvs** | | **A,** Па/(кг/год)$^2$ | **$\xi_м$** |
| 0,55 | | 0,003103691 | 106,5114286 |

| **dy** | **G/v** | **A** |
|---|---|---|
| 15 | 685 | 0,00105 |
| 20 | 1250 | 0,00315 |
| 25 | 2040 | 0,000118 |
| 32 | 3580 | 0,0000383 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| Ст. | Кіл.уч. | Арк. | № док. | Підпис | Дата | |

Кваліфікаційна робота

Лист 43

## Квартирний трубопровід

***Таблиця 9***

| № діл. | $Q_{діл}$, Вт | φ | G, кг/год | l, м | d, мм | λ/d, $м^{-1}$ | G/v, (кг/год)/(м/с) | $A*10^{-4}$, Па/(кг/год)$^2$ | V, м/с | Σξ | $ξ_{пр}$ | S, Па/(кг/год)$^2$ | $ΔP_{діл}$, Па | ΣΔP, Па | Опис підбору опорів |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 9-К9 | 5350 | 0,0555 | 230 | 0,05 | 15 | 2,69 | 685 | 0,0010500 | 0,336 | 3,25 | 3,3845 | 0,003554 | 188 | 17211 | Трійник на прохід з поворотом 1,5 + кульовий кран 0,75 + раптове розширення 1 |
| 9"-К9" | 5350 | 0,0555 | 230 | 0,15 | 15 | 2,69 | 685 | 0,0010500 | 0,336 | 2,75 | 3,1535 | 0,003311 | 175 | 17387 | раптове звуження 0,5 + кульовий кран 0,75 + трійник на прохід з 1-5 |
| Для приладових віток приймаємо металопластикові трубопроводи фірми Herz PE-RT/Al/PE-HD - DxS =16x2, $d_{вн}$ = | | | | | | | | | | | | 12 | мм | | |
| К9 - а.1 | 3620 | 0,0376 | 156 | 4,5 | 15 | 2,69 | 685 | 0,0010500 | 0,227 | 46,03 | 58,135 | 0,061042 | 1479 | 18866 | Трійник на прохід з поворотом **1,5** (гребінка) +Раптове звуження **0,5** + кульовий кран Герц 2100 01 AD |
| К9 "- а.1" | 3620 | 0,0376 | 156 | 4,5 | 15 | 1,86109 | 395,83 | 0,003103691 | 0,393 | 1,3 | 9,6749 | 0,030028 | 12228 | 31093 | регулятор перепаду тиску Герц 4002 6000 Па + кульовий кран Герц 2100 |
| а.1 - а | 3620 | 0,0376 | 156 | 4,5 | 12 | 1,86109 | 395,8257 | 0,0031037 | 0,393 | 1 | 9,3749 | 0,029097 | 705 | 19571 | - |
| а.1 " - а" | 3620 | 0,0376 | 156 | 4,5 | 12 | 1,86109 | 395,8257 | 0,0031037 | 0,393 | 1 | 9,3749 | 0,029097 | 705 | 20276 | - |
| a-b | 3080 | 0,0320 | 132 | 1,84 | 12 | 1,86109 | 395,8257 | 0,0031037 | 0,335 | 1 | 4,42441 | 0,013732 | 241 | 31334 | трійник на прохід 1 |
| a"-b" | 3080 | 0,0320 | 132 | 1,84 | 12 | 1,86109 | 395,8257 | 0,0031037 | 0,335 | 1 | 4,42441 | 0,013732 | 241 | 31575 | трійник на прохід 1 |
| b-c | 2530 | 0,0263 | 109 | 2,8 | 12 | 1,86109 | 395,8257 | 0,0031037 | 0,275 | 1 | 6,21105 | 0,019277 | 228 | 31803 | трійник на прохід 1 |
| b"-c" | 2530 | 0,0263 | 109 | 2,8 | 12 | 1,86109 | 395,8257 | 0,0031037 | 0,275 | 1 | 6,21105 | 0,019277 | 228 | 32031 | трійник на прохід 1 |
| c-d | 1310 | 0,0136 | 56 | 0,9 | 12 | 1,86109 | 395,8257 | 0,0031037 | 0,142 | 1 | 2,67498 | 0,008302 | 26 | **32058** | трійник на прохід 1 |
| c"-d" | 1310 | 0,0136 | 56 | 0,9 | 12 | 1,86109 | 395,8257 | 0,0031037 | 0,142 | 1 | 2,67498 | 0,008302 | 26 | **32084** | трійник на прохід 1 |
| d-on906 | 740 | 0,0077 | 32 | 4,48 | 12 | 1,86109 | 395,8257 | 0,0031037 | 0,080 | 2,5 | 10,8377 | 0,033637 | 9034 | **41118** | раптове розширення=1 + втрати тиску |
| d"-on906" | 740 | 0,0077 | 32 | 4,48 | 12 | 1,86109 | 395,8257 | 0,0031037 | 0,080 | 0,5 | 8,83768 | 0,027429 | 28 | **41146** | раптове звуження=0,5 |
| | | | | 55,14 | | | | | | | | | | | |
| | | | | 1929,9 | п.м. | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | |

### 4.7 Розрахунковий тиск циркуляційного насосу в системі опалення

Тиск Рн циркуляційного насосу системи опалення визначаємо за формулою:

$$Рн = 1.1 \cdot (\Delta Рсо - 0.7 \cdot Ре), \quad (4.39)$$

де ΔРсо - втрата тиску в системі опаленя, Па

Ре - максимальний природний тиск, Па, який розраховується по формулі:

$$Ре = 10\text{-}3 \cdot g \cdot \beta \cdot \Delta t \cdot (H_{max.o/п} - Нит), \quad (4.40)$$

де g - прискорення вільного падіння

β - середній приріст об"ємної маси води при охолодженні її на 1°С, яке в інтервалі температур

65...95°С приймаємо рівним 0,624 кг/(м3К)

Δt - розрахункова різниця температур в подаючому та зворотньому трубопроводах системи опалення, °С

$H_{max.o/п}$ - відмітка о/п найбільш віддаленого ОП по вертикалі від джерела теплоти, м

Нит - відмітка джерела теплоти, м

Ре = 4162 Па

ΔРсо = 41146 Па

Рн = 42056 Па

### 4.8 Розрахунок опалювальних приладів

Розрахунковий переклад температур води в системі опалення

$t_г = 80^oC$, $t_o = 60\ ^oC$

Висота приміщень $h_{прим} = 3,0$ м

Типи опалювальних приладів: радіатори KERMI тип 22, 12, 11

Тепловий потік опалювального приладу , що відрізняється від нормованих, визначаютьза формулою:

$$Ф = Ф_н * \varphi_1 * \varphi_2 * b * c * \psi_1 * \psi_2 * \psi_3; \quad (4.41)$$

де, $Ф_н$ - номінальний тепловий потік опалюв. приладів при нормованих умовах, Вт; $\varphi_1$ - поправочній коефіцієнт, що враховує змінення теплового потоку опалювального приладу при відміні розрахункового температурного напору $\Delta t_т$ від нормованого $\Delta t_н$; $\varphi_2$ - поправочний коефіцієнт, що враховує змінення теплового потоку опалювального приладу при величині при відміні розрахункової витрати води $G_{оп}$ від нормованої $G_н$; b - коефіцієнт, що приймається за графіком в залежності від розрахункового барометричного тиску $Р_б$, гПа для конкретного географічного пункту;

с - поправочний коефіцієнт, який враховує схему руху води в опалювальному приладі та змінення показника степеня р при різних діапазонах витрати теплоносія; $\psi_1$ - поправочний безрозмірний коефіцієнт, який враховує зменшення теплового потоку опалювального приладу при русі води в ньому за схемою "згори - вниз"; $\psi_2$ - поправочний коефіцієнт на число рядів опалювальних приладів по вертикалі, який враховує зменшення теплового потоку верхніх приладів, що омиваються нагрітим потоком повітря від розташованих нижче приладів; $\psi_3$ - поправочний коефіцієнт, який враховує зменшення теплового потоку опалювальних приладів при їх установці в два ряди у глибину.

Так як горизонтальні труби приладових віток прокладені в монолітній підлозі, то тепловіддача від них буде становити майже нулю. Установка радіаторів прийнята під вікнами вільно у стіни. Підводки до опалювальних приладів передбачені з відступами.

Визначаємо потрібні теплові надходження у приміщення

За формулою обчислюємо температуру води, що надходять у кожний опалювальний прилад:

$$\theta_{wz} = \theta_г - \frac{0{,}86 \times \Phi_1 \times B_2 \times B_3}{G_{ст}} \quad (4.42)$$

Визначаємо перепад температур води в радіаторах за формулою:

$$\Delta\theta_{о.п.} = \frac{0{,}86 \times \Phi_1 \times B_3}{G_{ст} \times \alpha} \quad (4.43)$$

Температурний напір в кожному радіаторі обчислюємо за формулою:

$$\Delta\theta_г = \theta_{вх} - \frac{\Delta\theta_{о.п}}{2} - \theta_{wz} \quad (4.44)$$

Розрахункову теплову потужність кожного радіатора обчислюємо за формулою:

$$Q_{О.П.} = (Q_1 - 0{,}9 \text{ x } Q_{mp}) \text{ x } B_2 \text{ x } B_3 \quad (4.45)$$

За формулою або за графіком знаходимо для кожного значення коефіцієнта $\varphi_1$:

$$\varphi_1 = \left(\frac{\Delta\theta_T}{70}\right)^{1+n} \quad (4.46)$$

Поправочний коефіцієнт $\varphi_2$ визначаємо за формулою:

$$\varphi_2 = \left(\frac{G_{о.п.} \times \alpha}{360}\right)^{p} \quad (4.47)$$

Приймаємо для спрощення розрахунків коефіцієнти на барометричний тиск у формулі: b = 1

Згідно з поясненнями до формули для всіх радіаторів приймаємо коефіцієнт $\psi_1 = 1$

$\psi_2 = 1$ (однорядна установка радіаторів по вертикалі);

$\psi_3 = 1$ (однорядна установка радіаторів у глибину).

Потрібний тепловий потік радіатора, приведений до нормованих умов, обчислюємо за формулою:

$$\Phi_{н}^{потр} = \frac{\Phi_{о.п.}}{\varphi_1 \times \varphi_2 \times b \times c \times \psi_1 \times \psi_2 \times \psi_3 \times} \quad (4.48)$$

Фактичний тепловий потік радіатора $\Phi_{н}^{ф}$ визначаємо з технічної документації на прилад

Розходження між величинами $\Phi_{н}^{ф}$ ,$\Phi_{н}^{потр}$ визначаємо для кожного радіатора за формулою:

$$M = \frac{\Phi_{н}^{ф} - \Phi_{н}^{потр}}{\Phi_{н}^{потр}} \times 100\ \% \quad (4.49)$$

d = 15 мм

Коефіцієнт затікання води у прилад $\alpha$ =0,5

n = 0,300 $\psi_1$ = 1 $b_1$ = 0,99

p = 0,020 $\psi_2$ = 1 $b_2$ = 1,01

c = 1,039 $\psi_3$ = 1 $b_3$ = 1,00

Данні по підібраних радіаторах за дод. А

Розрахунки наведені в додатку

Аналогічно за розрахуком житлової будівлі робимо прокладання і в громадській.

Данні по тепловтратам за дод. Б
Теплову потужність системи за таблицею 10
Радіатори залишаємо ті самі.

## 4.9 Розрахунок теплової потужності системи опалення гімназії

Для визначення загальних тепловтрат приміщеннями будинку заповнемо підсумкову таблицю тепловтрат. Для визначення тепловтрат на першому, другому, третьому та останньому поверхах всіх приміщень, скористуємось відповідними коефіцієнтами знайденими для першого приміщення.

***Таблиця 10***

| № поверху | Номер приміщення | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2 | 5 | 10 | 11 | 17 | 19 | 20 | 21 | 26 | 28 | 29 | 34 | 43 | 47 | |
| 1 | 555 | 1020 | 2234 | 2030 | 644 | 620 | 1323 | 893 | 532 | 513 | 567 | 618 | 1181 | 891 | 13622 |

Головне циркуляційне кільце

Розрахункові тепловтрати будинку без сходового та ліфтового холів - $Q_1 =$ *13622* Вт

**Розрахункове річне споживання системою опалення**

Величину розрахункового річного теплоспоживання системою опалення будинку W, ГДж/рік розраховується за формулою:

$$W = \frac{3{,}6 * Q_{с.о.} * 24 * Zo.c. * (t_{вн} - t_{о.с.}) * 10^{-6} * a * b * c}{t_{вн} - t_{зовн5}} = \frac{3{,}6 * Q_{с.о.} * 24 * S_{j.c.} * 10^{-6} * a * b * c}{t_{вн} - t_{зовн5}} \quad (4.50)$$

де $Q_{с.о.}$-розрахункова теплова потужність; $S_{с.о.}$- кількість градусо - діб опалювального сезону; $t_{вн}$ - розрахункова температура внутрішнього приміщення; $t_{зовн5}$ - середня температура зовнішнього повітря найхолоднішої пятиденки; b=0,9 коефіцієнт, який враховується коли більше 75% опалювальних приладів обладнані автоматичними регуляторами.

$W =$ *15415* *кВт.год/рік;*

**Питоме річне теплоспоживання системою опалення**

Величину питомого річного теплоспоживання системою опалення будинку W, ГДж/рік·м$^2$ розраховується за формулою:

$w = W / A_{з.п.} =$ *29.82* *кВт.год/рік·м$^2$*

$E_{max} =$ *55.0* *кВт.год/м$^2$* за рік

**Висновок:** знайдена величина питомого річного теплоспоживання системою опалення $w$ не перевищує нормативного контрольного значення $w_к$, а значить умова виконується.

**Витрата води в системі опалення**

Витрату води в системі опалення визначають за формулою:

$$G_{C.O.} = \frac{0{,}86 \cdot Q_{C.O}}{t_г - t_o} = 586 \text{ кг/год} \quad (4.51)$$

# РОЗДІЛ 5

# *РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ*

## 5.1 Вихідні дані до проектування

**Характеристика об'єкту та географічний пункт будівництва**

Проектується система вентиляції у місті: Одесса

- Призначення будівлі: Школа
- Географічна широта: 48˚ пн.ш
- Барометричний тиск: 1010 гПа
- Орієнтація фасаду будівлі по сторонах світу: Пн
- Висота приміщень (від підлоги до стелі): Н = 4,5 м
- Площа забудови: 516,99 м$^2$
- Кількість людей: 23 люд.
- Теплоносій – вода

**Розрахункові параметри зовнішнього повітря для системи вентиляції**

***Таблиця 11***

| Період року | Температура $\theta_{ODA}^{V}$, °С | Відносна вологість $\varphi_{ODA}^{V}$% |
|---|---|---|
| Теплий | 25 | 67 |
| Холодний | -18 | 82 |

**Розрахункові параметри зовнішнього повітря при спільній роботі вентиляції та охолодження**

***Таблиця 12***

| Період року | Температура $\theta_{ODA}^{AC}$, °С | Відносна вологість $\varphi_{ODA}^{AC}$ % |
|---|---|---|
| Теплий | 29 | 67 |
| Холодний | -18 | 82 |

## 5.2 Розрахункові параметри внутрішнього повітря

Згідно з ДБН В.2.5-67 2013 система вентиляції підтримує допустимі параметри повітря.

Температура внутрішнього повітря залежить віж рівя метаболізму та теплоізоляційних властивостей вбрання людини

Згідно з таблиці Д4 результуючих температур, та її допустимого діапазону відхилення визначаємо температуру повітря в робочій зоні приміщення.

- температуру повітря в теплий період року приймаємо 21 ℃
- температуру повітря в холодний період року приймаємо 21 ℃

Швидкість руху повітря в робочій зоні залежить від турбулентності та температури внутрішнього повітря.

Згідно з діаграми максимально допустима середня швидкість повітря в робочій зоні:

- швидкість руху повітря в теплий період року приймаємо 0,504 м/с
- швидкість руху повітря в холодний період року приймаємо 0,504 м/с

Відносна вологість повітря в робочій зоні залежить від умов мікроклімату, що прийняті у приміщенні:

***Таблиця 13***

| Умови мікроклімату | Відносна вологість повтря, % |
|---|---|
| Підвищені оптимальні | 30-50 |
| Оптимальні умови | 25-60 |
| **Допустимі** | **25-70** |
| Обмежено допустимі | менше 20 та більше 70 |

**Розрахункові параметри внутрішнього повітря читальної зали**

**Таблиця 14**

| Період року | Температура $\theta_{wz}$,°С | Відносна вологість $\varphi_{wz}$ % | Швидкість повітря $v_{wz}$, м/с | | Допустима концентрація $CO_2$ в приміщенні ΔС ppm |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | $\vartheta_{IDA}^{min}$ | $\vartheta_{IDA}^{max}$ | |
| Теплий | 21 | 25-70 | 0,28 | 0,504 | 800 |
| Холодний | 21 | | 0,28 | 0,504 | |

Кліматологічні дані для холодного періоду року становлять:

**Таблиця 15**

| Місто | Зона вологості | Температура найхолодні- шої доби $\theta$зовн.1, С | Температура найхолодні шої п'ятиденки $\theta$зовн.5, С | Опалювальний сезон | | Кількість градусо-діб So.c, гр.- діб | Кліматична зона |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Середня температу ра $\theta$о.с, С | Трива - лість Zo.c, діб | | |
| Одеса | С | -21 | -20 | 2 | 158 | 2844 | II |

Напрямок і швидкість вітру у липні

**Таблиця 16**

| Напрямок | Пн | ПнС | Сх | ПдС | Пд | ПдЗ | Зх | ПнЗ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Повторюваність, % | 17,6 | 8,8 | 5,3 | 6,1 | 15,8 | 8,8 | 15,2 | 22,4 |
| Швидкість, м/с | 3,2 | 2,8 | 2,5 | 2,6 | 3,1 | 2,3 | 2,1 | 2,5 |

## 5.3 Розрахунок балансу шкідливостей

**Теплонадходження від штучного освітлення**

В якості освітлювальних приладів приймаємо люмінісцентні лампи, теплонадходження яких обчислюємо за формулою

$$Фосв = A \cdot E \cdot qос \cdot ηос \quad (5.1)$$

A - площа підлоги

A = 61,16 м2

E - освітленість

E = 200 Люкс.

$q_{ос}$ - питомі виділення теплоти, на 1 Лк освітленості

$q_{ос}$= 0,076 Вт/м2

$η_{ос}$ - коефіцієнт світла перетвореного в теплоту

$η_{ос}$ = 0,56

$$Фосв = 61,16 \times 200 \times 0,076 \times 0,56 = 520 \text{ Вт}$$

**Наджодження шкідливостей від людей в теплий період року**

**Явна кількість теплоти**

$$Qл, h = \sum(qл, h \cdot n) \quad (5.2)$$

qл, h - питомі явні теплонадходження від однієї людини

n - кількість людей

θwz =21 ℃

q =121 Вт

n = 23люд.

$$Фл, h(1) = 121 \cdot 23 = 2780 \text{ Вт}$$

**Повна кількість теплоти**

$$Фл, hf=\sum(qл, hf \cdot n) \quad (5.3)$$

qл, hf - питомі явні теплонадходження від однієї людини

n - кількість людей

$\theta wz = 21$ ℃

q hf = 291 Вт

n = 23люд.

$$Фл, hf(1) = 291 \cdot 23 = 6690 \text{ Вт}$$

**Таблиця 17**

| Джерела теплонадходження | Теплонадходження в періоди року, Вт | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Теплий | | Холодний | |
| | Явні | Повні | Явні | Повні |
| Сонячна радіація | 105 | 105 | - | - |
| Штучне освітлення | 520 | 520 | 520 | 520 |
| обладнання | - | - | - | - |
| Люди | 2780 | 6690 | 2780 | 6690 |
| Всього | 3300 | 7210 | 3300 | 7210 |

## 5.4. Теплонадходження через світлопрозорі огороджувальні конструкції

Тепловий потік через *і*-й засклений світловий отвір (далі "світловий проріз"), Вт, слід визначати за формулою:

$$\Phi_{\text{і}} = \Phi_{\text{со,і}} \cdot a_{\text{П}} + \Phi_{\Delta\theta}, \quad (5.4)$$

де $\Phi_{\text{со,і}}$ – тепловий потік прямої і розсіяної сонячної радіації (далі "сонячної радіації") через засклений світловий отвір, Вт; $a_{\text{П}}$ – показник поглинання теплового потоку сонячної радіації огородженнями та обладнанням приміщення; $\Phi_{\Delta\theta}$ -тепловий потік теплопередачею через світловий отвір.

Тепловий потік сонячної радіації через світловий отвір, Вт, розраховується за формулою:

$$\Phi_{\text{со,і}} = (I_{\text{П}}K1 + I_{\text{р}}K2)K_{\text{З}} \cdot K4 \cdot A_{\text{В}}, \quad (5.5)$$

де $I_{\text{П}}$, $I_{\text{р}}$ – поверхнева щільність теплового потоку, Вт/м$^2$, через засклений світловий отвір в липні в даний час доби, відповідно від прямої ($I_{\text{П}}$) і розсіяної ($I_{\text{р}}$) сонячної радіації, яка приймається для вертикального і горизонтального скління; $K_1$ – коефіцієнт опромінення прямою сонячною радіацією для обліку площі світлового прорізу, незатемненого горизонтальною $K_{\text{П,Г}}$ і вертикальною $K_{\text{П,В}}$ площинами в будівельному виконанні; $K_2$ – коефіцієнт опромінення для обліку надходження розсіяної сонячної радіації через світлові прорізи, незатемнені горизонтальною і вертикальною зовнішніми сонцезахисними площинами в будівельному виконанні; $K_{\text{З}}$ – коефі-цієнт теплопроникності сонцезахисних пристроїв (штори, карнизи, жалюзі та ін. вироби заводського виготовлення),

$K_4$ – коефіцієнт теплопроникності скління світлових прорізів; $A_{\text{В}}$ – площа заскленої частини світлового прорізу (скління), м$^2$.

Коефіцієнт $K_1$ визначається за формулою:

$$K_1 = K_{\text{п,Г}} \cdot K_{\text{п,}} \quad (5.6)$$

$$К_{п,Г} = 1 - Н^{-1}\left(\frac{l_1 \cdot t \cdot g \cdot h_s}{\cos A_{s,ос}} - r\right) \quad (5.7)$$

$$К_{п,В} = 1 - В^{-1} \cdot (l_2 \cdot (tgA_{s,ос}) - s) \quad (5.8)$$

де $H$, $B$ – висота і ширина світлового прорізу, м; $l_1$, $l_2$ – ширина горизонтальних і вертикальних будівельних сонцезахисних площин; $h_S$ – висота сонця – кут, град., між напрямком сонячного променя і його проекцією на горизонтальну площину;
$A_{S,ОС}$ – сонячний азимут скління світлового прорізу, град., що визначається за формулою (5.9); $r$, $s$ – відстань, від сонцезахисних площин відповідно до вертикального або горизонтального

краю світлового прорізу, м. При відсутності зовнішніх сонцезахисних площин слід приймати $r = s = 0$.

Якщо при обчисленнях за формулами (5.7) та (5.8):

а) $K_{П,Г} \leq 0$ або $K_{П,В} \leq 0$, то слід прийняти $K_1 = 0$, тобто світловий проріз повністю затінений;

б) $K_{П,Г} > 1$ або $K_{П,В} > 1$, то слід прийняти, тому що тінь від сонцезахисного пристрою не доходить до світлового прорізу.

Сонячний азимут світлового прорізу, $A_{S,ОС}$, град., визначається різницею кутів азимута сонця і азимута світлового прорізу.

$$A_{s,ос} = |A_s - A_{ос}| \quad (5.9)$$

де $A_S$ – азимут сонця, град., кут між напрямком на південь і горизонтальною проекцією сонячного променя; $A_{ОС}$ – азимут світлового прорізу, град., кут між перпендикуляром до скління і напрямком на південь. Азимути світлових прорізів, орієнтовані за основними сторонами світу мають такі значення: ПдСх - 45°, Сх - 90°, ПнСх - 135°, Пн - 180°, Пд ±0°, ПдЗх - 45°, Зх - 90°, ПнЗх - 135°.

Коефіцієнт $K_2$ визначається за формулою:

$$K_2 = K_Г \cdot K_В \quad (5.10)$$

Коефіцієнти $K_{\text{г}}$, $K_{\text{В}}$ приймаються в залежності від сонцезахисних кутів, утворених площинами $l_1$, $l_2$, які визначали за формулами:

$$\beta = \text{arctg}\left(\frac{l_1}{\quad}\right) \quad (5.11)$$

$$\gamma = \text{arctg}\left(\frac{l_2}{(\text{B}+\text{s})}\right) \quad (5.12)$$

Показник $a_{\text{П}}$ характеризує поглинання огородженнями та обладнанням приміщення теплового потоку прямої та розсіяної сонячної радіації, що передається повітрю конвективними потоками, відповідно до величини відношення $\sum Y/\Delta$, у яких $\sum Y$ – показник сумарного засвоєння теплоти огородженнями і обладнанням приміщення, Вт/°С:

$$\sum Y = Y_1 A_1 + Y_2 A_2 + \cdots + Y_{\text{ос}} A_{\text{п}} + Y \quad (5.13)$$

$$9{,}13 \cdot 61{,}16 + 9{,}01 \cdot 119{,}61 + 6{,}95 \cdot 61{,}16 + 0{,}99 \cdot 2{,}82 + 0{,}99 \cdot 2{,}82 = 2066{,}7$$

$$\Delta = 2{,}55 \cdot (A_1 + A_2 + \cdots + A_{\text{П}} + A_{\text{В}}),$$

$$\Delta = 2{,}55 \cdot (61{,}16 + 119{,}61 + 61{,}16 + 2{,}82 + 2{,}82) = 631{,}3 \quad (5.14)$$

де: $Y_1 \cdots + Y_{\text{П}}$ – коефіцієнти теплозасвоєння, Вт/(м²·°С), для стін, покриттів і підлоги, розраховуються згідно з методикою; $A_1 \cdots A_{\text{П}}$

**Показники теплозасвоєння:**

Стеля $Y_{ст} = 9{,}13\ Вт/м^2 \cdot К$; стіна $Y_{ог} = 9{,}01\ Вт/м^2 \cdot К$;

підлога $Y_п = 6{,}95\ Вт/м^2 \cdot К$; вікна $Y_в = 0{,}99\ Вт/м^2 \cdot К$.

– внутрішні поверхні огороджень приміщень і поверхні обладнання, м²;

$\Delta$ – показник інтенсивності конвективного теплообміну в приміщені, Вт/°С.

Тепловий потік теплопередачею через світловий отвір розраховується за формулою, Вт:

$$Q_{\Delta\theta} = \left(\theta_з + 0{,}5 \cdot \theta_1 \cdot A_{\theta з.роз.} - \theta_{wz}\right) \cdot {}^{A_в} \quad (5.15)$$

де $\theta_з$ – середня температура в липні,°С, приймається за ДСТУ-Н Б В.1.1-27;

$A_{\theta_{з.роз.}}$ – розрахункова амплітуда коливань температури зовнішнього повітря,

°С, визначається за формулою (20); $\theta_1$ – коефіцієнт, що виражає гармонійні коливання температур зовнішнього повітря;

$\theta_{WZ}$ – температура повітря в приміщенні, °С, $A_В$ – площа вікон, м$^2$; $R_{ос}$ – термічний опір світлопрозорої конструкції, (м$^2$·°С)/Вт.

При визначенні надходжень теплоти для розрахунку систем вентиляції величину $Q_{\Delta t}$ допускається не враховувати.

$$A_{\theta з.роз} = A_{\theta з} + \left(\frac{\chi \cdot (J_{max} - J_{сер})}{\alpha_{зл}}\right) \quad (5.16)$$

де $A_{t_з}$ – середня амплітуда добових коливань температури зовнішнього повітря в липні, °С;

$\chi$ – коефіцієнт поглинання сонячної радіації матеріалом поверхні огороджувальної конструкції $J_{max}$, $J_{сер}$ – відповідно максимальне та середньодобове значення поверхневої густини теплового потоку сумарної сонячної радіації (пряма і розсіяна), Вт/м$^2$, що потрапляє в липні на горизонтальну або вертикальну поверхню; $\alpha_{зл}$ – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огородження у літніх умовах експлуатації, визначається за формулою (3.20).

$$\alpha_{зл} = 1{,}16 \cdot (5 + 10\sqrt{v}), \quad (5.17)$$

де $v$ – мінімальна з середніх швидкостей вітру по румбах за липень, м/с, повторюваність яких складає 16% і більше, але не менше ніж 1 м/с.

Для (Пн $v$ = 3,2 м/с); для (Сх $v$ = 1 м/с)

## 5.5 Тепловий баланс в приміщенні

За результатами розрахунку складаю баланс шкідливостей. Різниця теплонадходжень та тепловтрат визначається теплонадлишками в приміщенні, які повинні бути компенсовані вентиляційним повітрям.

Знайдені величини приводяться в таблиці 5

***Таблиця 18***

| Період року | Параметри | Надходження | Втрати | Надлишки | Теплонапруженість Вт/м$^3$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Теплий | Явна теплота | 3300 | – | 3300 | 1,2 |
| | Повна теплота | 7210 | – | 7210 | |
| Холодний | Явна теплота | 3300 | 2257 | 1043 | 0,5 |
| | Повна теплота | 7210 | 2257 | 4953 | |

## 5.6 Визначення градієнту температури в приміщенні

Градієнт темпратури - це підвищення температури на 1 м висоти приміщення вище робочої зони.

Він залежить від теплонапруженості в приміщенні. Теплонапруженність се величина яка залежить від надходження явної теплоти в приміщення, та від об'єму самого приміщення.

Vпр - об'єм приміщення

Vпр = 275,22 м$^3$

ΔФhпр - явні надлишки теплоти в приміщенні

$\Delta\varphi_h^{ТП}$ 3300 Вт

$\Delta\varphi_h^{ХП}$ 1043 Вт

$$\varphi_{ТП} = \frac{\Delta\varphi_h^{ТП}}{V_{пр}} = \frac{3300}{275,22} = 11,99 \approx 12\ {}^{Вт}/_{м^3}\ \text{qrad}\ \theta = 1,2 \quad (5.18)$$

$$\varphi_{ХП} = \frac{\Delta\varphi_h^{ХП}}{V_{пр}} = \frac{1043}{275,22} = 3,79\ < 12\ {}^{Вт}/_{м^3}\ \text{qrad}\ \theta = 0,5 \quad (5.19)$$

**5.7 Надходження шкідливостей в приміщення**

**Вологонадходження в теплий періо року**

$$Мв=\sum(mвл \cdot n) \quad (5.20)$$

$m_{вл}$ - питомі вологонадходження від однієї людини

n - кількість людей

θwz = 21 ℃

mвл = 251 г/год.

n = 23 люд.

$$Мв(1) = 251 \cdot 23 = 5773 \text{ г/год}$$

**Вологонадходження в холодний період року**

$$Мв=\sum(mвл \cdot n) \quad (5.21)$$

mвл - питомі вологонадходження від однієї людини

n - кількість людей

θwz = 21 ℃

mвл= 251 г/год.

n = 23 люд.

$$Мв(1) = 251 \cdot 23 = 5773 \text{ г/год}$$

**Кількість вуглекислого газу**

$$Мco2=\sum(M \cdot n) \quad (5.22)$$

M - питомі надходження CO2 від однієї людини

n - кількість людей

θwz= 21 ℃

M = 90

n = 23 г/год. люд.

$$Мco2(1) = 90 \cdot 23 = 2070 \text{ г/год}$$

Надходження інших шкідливостей в приміщення:

***Таблиця 19***

| Приміщення | Період року | Вологонадходження | Виділення вугликислого газу $M_{co2}$ г/год |
|---|---|---|---|
| Гімнастична зала | Теплий | 5773 | 2070 |
| | Холодний | 5773 | |

**Приклад послідовного розрахунку повітрообміну та побудова процесів оброблення повітря на I-d діаграмі для системи вентиляції з охолодженням.**

Вихідні данні:

висота приміщення: H = 4,5 м

площа приміщення: S = 61,16 м$^2$

кількість людей: n = 23 чол

Параметри зовнішнього повітря:

***Таблиця 20***

| Період року | Температура $\theta_{ext}$,°C | Відносна вологість $\phi_{ext}$ % |
|---|---|---|
| Теплий | 29 | 67 |
| Холодний | -18 | 82 |

Параметри внутрішнього повітря:

***Таблиця 21***

| Період року | Температура внутрішнього повітря $\theta_{wz}$,°C | Відносна вологість $\phi_{ext}$ % | Рівень концентрації CO2 у приміщенні понад рівень у зовнішньому повітрі, ppm |
|---|---|---|---|
| Теплий | 21 | 25 - 70 | 800 |
| Холодний | 21 | | |

Надлишкова теплота в приміщенні:

***Таблиця 22***

| Період року | Параметри | Надлишки Вт | Теплонапруженність Вт/м$^3$ (grad t) |
|---|---|---|---|
| Теплий | Явна теплота | 3300 | 12 (1,2) |
| | Повна теплота | 7210 | |
| Холодний | Явна теплота | 1043 | 3,79 (0,5) |
| | Повна теплота | 4953 | |

Данні внесені в дод. В

## 5. 8 Побудова процесів обробки повітря при спільній роботі вентиляції та охолодженням

### Розрахунок повітрообміну за санітарними нормами

$$Lmin= 3,6•(n•qp+A•qв) \quad (5.23)$$

n - кількість людей в приміщенні

n = 23 люд

qp - питома витрата повітря на одну людину

qp = 4 дм$^3$ / с·люд

A - площа приміщення

A = 61,16 м$^2$

qв - питома витрата зовнішнього повітря на розбавлення будівельних забруднень

qв = 0,4 дм$^3$

$$Lmin= 3,6•(23•4+61,16•0,7) \approx 420 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$Gmin = Lmin•\rho \quad (5.24)$$

ρ - густина повітря у приміщенні

ρ = 1,2 кг/м$^3$

$$Gmin = 420·1,2 \approx 505 \text{ кг/год}$$

### Повітрообмін на розбавлення вуглекислого газу до ГДК

$$L_{co2} = \frac{M_{co2} \cdot 1000}{ppm \cdot 1,83} = \frac{2070 \cdot 1000}{800 \cdot 1,83} \approx 1415 \text{ м}^3/\text{год} \quad (5.25)$$

Lwz - продуктивність місцевих відсмоктувачів в робочій зоні

Lwz = 0 м3/год

Mco2 - виділення вугликислого газу

$$Gco2= Lco2•\rho \quad (5.26)$$

ρ - густина повітря у приміщенні

ρ = 1,200 кг/м3

$$Gco2 = 1415·1,2 \approx 1700 \text{ кг/год}$$

**Приймаємо загальний повітрообмій найбільший з усіх вище наведених**

$$L_{ODA} = \max(L_{min}\ ;\ L_{co2}) = 1415\ м^3/год \qquad (5.27)$$

**Розрахунок повітрообміну в теплий період року**

Наносимо на i-d діаграму точку ODA, що характеризує параметри зовнішнього повітря;

Визначаємо температуру повітря що видаляється з приміщення

$$\theta_{ETA}=\theta wz+grad\theta\bullet(H-hwz) \quad (5.28)$$

$$\theta_{ETA}=21+1{,}2\cdot(4{,}5-2)=24℃$$

θwz - температура повітря в робочій зоні

θwz = 21℃

gtadθ - зміна температури повітря по висоті приміщення

gtadθ = 1,2 ℃/м

H - висота приміщення

H = 4,5 м

hwz - висота робочої зони

hwz = 2,0 м

Знаходимо температуру повітря після пластинчатого рекуператора:

$$\theta_{SUP}=\theta_{ODA}-\varepsilon\cdot(\theta_{ODA}-\theta_{ETA}) \quad (5.29)$$

$$\theta_{SUP}=29-0{,}65\cdot(29-24)=25{,}8\ ℃$$

$\theta_{ODA}$ - температура зовнішнього повітря у найжаркіший день

$\theta_{ODA}$ = 29 ℃

ε - коефіцієнт ефективності пластинчатого теплообмінника приймається:

ε = 0,65

З точки ODA зовнішнього повітря опускаемося по d=const і на перетині температури після теплообмінника в рекуператорі θETA знаходимо точку припливного повітря з центрального кондиціонера;

Визначають параметри повітря після доводника за параметрами холодоносія.

Гранична температура повітря після доводника становить, °С

$$\theta f=\theta wo+1\ldots2\ ℃$$

two - температура холодоносія на виході з доводника, ℃ (для водяних систем холодопостачання θwo =12...14 °С. θwo = 14,0 ℃

$$\theta f = 14+1=15\ ℃$$

Теоретична відносна вологість повітря 100 % не може бути досягнута в повітроохолоджувачі. Між теплообмінними поверхнями формується нерівномірний профіль температури та вологовмісту повітря. Після виходу повітря і перемішування відносна вологість опиняється в межах 90...95 %. Через високу ефективність сучасних теплообмінників приймають φwo = 95

%. Інші параметри визначають за графоаналітичним методом шляхом побудови точки повітря після доводника f на I-d діаграмі та взяття відліків ентальпії If, кДж/кг, та вологовмісту df, г/кг,

Визначають витрату повітря через доводник.

$$L_f = \frac{18000 \cdot \Delta\varphi_{hf\,mn} - (9 \cdot \theta_{ETA} + 12500) \cdot W_{mn} + L_{ODA} \cdot \rho \cdot (9 \cdot d_{SUP\,mn} + 5030) \cdot (\theta_{SUP\,mn} - \theta_{ETA\,mn})}{(9 \cdot d_{f\,mn} + 5030) \cdot (\theta_{ETA\,mn} - \theta_{f\,mn}) \cdot \rho}$$

L – розрахунковий повітрообмін L = 18000 м3/год

$\Delta\varphi_{hf}$ - надлишки повної теплоти $\Delta\varphi_{hfmn}$ = 7210 Вт

W mm - надлишки вологи W mm = 5773 г/год

$d_{SUP}$ - вологовміст припливного повітря $d_{SUP}$=17,1 г/кг

df - вологовміст повітря після доводника df = 9,6 г/кг

$\theta_{ETA}$ - температура повітря що видаляється з приміщення $\theta_{ETA}$ = 24 °C

$$L_f = \frac{18000 \cdot 7210 - (9 \cdot 24 + 12500) \cdot 5773 + 1415 \cdot 1{,}2 \cdot (9 \cdot 17{,}1 + 5030) \cdot (25{,}8 - 24)}{(9 \cdot 9{,}6 + 5030) \cdot (24 - 15) \cdot 1{,}2} = 1305\ м^3/год$$

$$Gf = Lf \bullet \rho \quad (5.30)$$

ρ - густина повітря у приміщенні

ρ = 1,2 кг/м3

$$Gf = 1305 \cdot 1{,}2 = 1570\ кг/год$$

Визначаємо вологовміст повітря, що видаляється.

$$d_{ETA} = \frac{(L_{ODA} \cdot d_{SUP} + L_f \cdot d_f) \cdot \rho + W_{mn}}{(L_{ODA} + L_f) \cdot \rho} \quad (5.31)$$

W mm - надлишки вологи W mm = 5773 г/год

ρ - густина повітря у приміщенні ρ = 1,200 кг/м3

L – розрахунковий повітрообмін $L_{ODA}$ = 1415 м3/год

Lf - витрата повітря через доводник Lf = 1305 м /год

din - вологовміст припливного повітря $d_{SUP}$ = 17,1 г/кг

df - вологовміст повітря після доводника df = 9,6 г/кг

$$d_{ETA} = \frac{(1415 \cdot 17{,}1 + 1305 \cdot 9{,}6) \cdot 1{,}2 + 5773}{(1415 + 1305) \cdot 1{,}2} = 15{,}3\ г/кг$$

За надлишковою теплотою і вологонадходженням в теплий період визначають кутовий коефіцієнт променю процесу в приміщенні, кДж/г,

$$\varepsilon = \frac{3{,}6 \cdot \varphi_{hf\,mn}}{W_{mm}} = \frac{3{,}6 \cdot 7210}{5773} = 4{,}5 \ \text{кДж/г} \qquad (5.32)$$

Δφhf mn - надлишки повної теплоти Δφhfmn = 7210 Вт

W mm - надлишки вологи W mm = 5773 г/год

Холодопродуктивність доводника:

$$\varphi_x = \frac{L_f \cdot \rho \cdot (I_{ETA} - I_f)}{3{,}6} = \frac{1305 \cdot 1{,}2 \cdot (63 - 39)}{3{,}6} = 10456 \ \text{Вт} \approx 10{,}5 \ \text{кВт}$$

Визначаємо суміш (mix) вологовмісту в пов:

$$d_{mix} = \frac{(L_{ODA} \cdot d_{ODA} + L_f \cdot d_f)}{L_{ODA} + L_f} = \frac{(1415 \cdot 17{,}1 + 1305 \cdot 9{,}6)}{1415 + 1305} = 13{,}5 \ \text{г/кг}$$

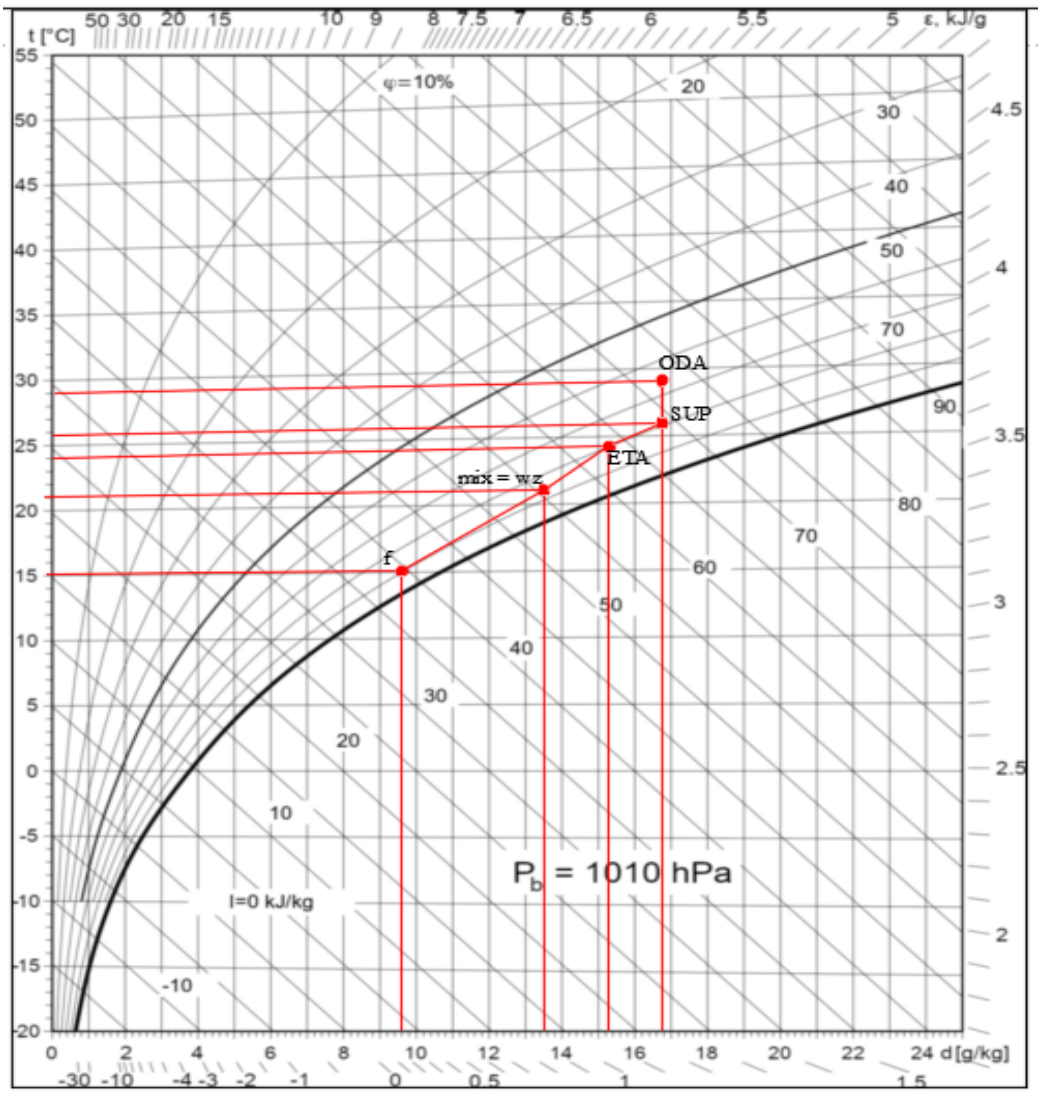



Рис 3 I-d діаграма для теплого періода

## 5.9 Розрахунок в холодний період року

Наносимо на i-d діаграму точку ODA, що характеризує параметри зовнішнього повітря;

Визначаємо температуру повітря що видаляється з приміщення

$$\theta_{ETA}=\theta wz+grad\theta\bullet(H-hwz) \quad (5.33)$$

$$\theta_{ETA}=21+0,5\cdot(4,5-2)=22,3\ ^{\circ}C$$

θwz - температура повітря в робочій зоні θwz=21°C

gtadt - зміна температури повітря по висоті приміщення gtadθ = 0,5 оС/м

H - висота приміщення H = 4,5 м

hwz - висота робочої зони hwz = 2,0 м

Визначаємо вологовміст повітря, що видаляється:

$$d_{ETA} = d_{ODA}^{xn} + \frac{W_{вол}}{\rho \cdot L_{ODA}} \quad (5.34)$$

$d_{ODA}$ - вологовміст зовн. повітря $d_{ODA}$ = 0,5 г/кг

Wвол - вологонадходження в приміщення Wвол = 5773 г/год

ρ - густина повітря у приміщенні ρ = 1,200 кг/м$^3$

$L_{ODA}$ - загальний повітрообмін $L_{ODA}$ = 1415 м$^3$⁄год

$$d_{ETA} = 0,5 + \frac{5773}{1,2 \cdot 1415} = 3,9\ г/кг$$

Визначаємо кут променю процесу зміни стану повітря в приміщенні

$$\varepsilon = \frac{3,6 \cdot \varphi_{hf\,xn}}{W_{вол}} = \frac{3,6 \cdot 7210}{5773} = 4,5\ \ кДж/г \quad (5.35)$$

Qhf - повні теплонадходження в приміщення φhf хп = 7210 Вт

Мвол - кількість вологи, що виділяється в приміщення Wвл = 5773 г/год

Знаходимо параметри повітря в робочій зоні, по i-d діаграмі. Знаходимо температуру повітря після пластинчатого рекуператора:

$$\theta r=\theta_{ODA}-\varepsilon\cdot(\theta_{ETA}-\theta_{ODA}) \quad (5.36)$$

$$\theta r=-18-0,65\cdot(22,3-(-18))=8,2\ ^{\circ}C$$

$\theta_{ODA}$ - температура зовнішнього повітря у найжаркіший день

θext = -18 oC

ε - коефіцієнт ефективності пластинчатого теплообмінника приймається:

ε = 0,65

$\theta_{ETA}$ - температура повітря, що видаляється з приміщення

$\theta_{ETA}$ = 22,3 oC

Теплопродуктивність повітронагрівача:

$$\varphi_н = \frac{L_{ODA} \cdot \rho \cdot (I_{wz} - I_r)}{3,6} = \frac{1415 \cdot 1,2 \cdot (29 - 9)}{3,6} = 9435 \text{ Вт} \approx 9,5 \text{ кВт}$$

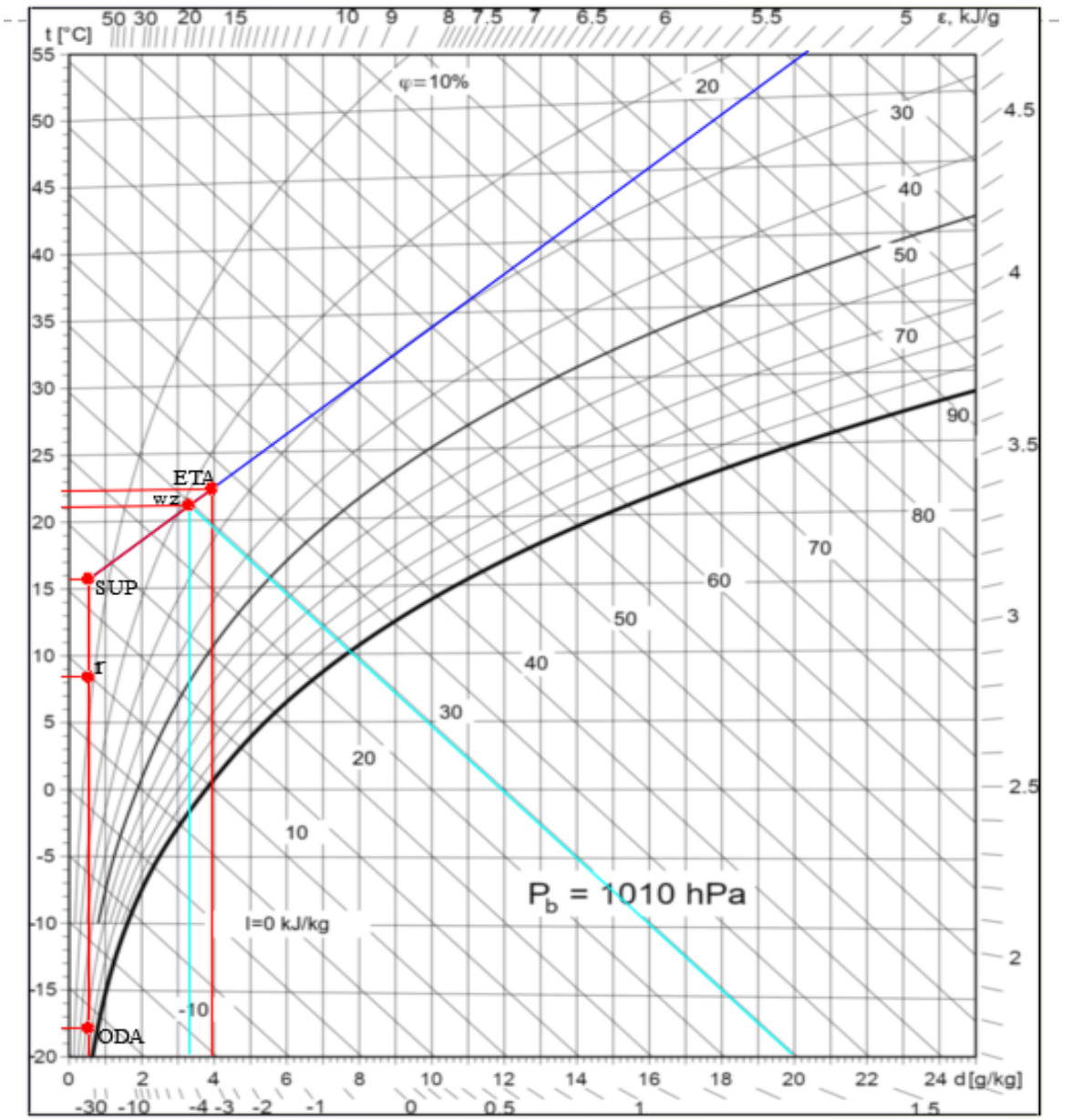



Рис 4 I-d діаграма для холодного періода

***Таблиця 23***

| Період | Точка | Опис | θ,°C | I, кДж/кг | d, г/кг | ф % |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Теплий | ODA | зовнішнє повітря | 29 | 73 | 17,1 | 67 |
| | SUP | припливне повітря центральної установки | 25,8 | 70 | 17,1 | 80 |
| | f | граничний стан повітря у канальному кондиціонері | 15 | 39 | 9,6 | 90 |
| | mix | суміш | 21 | 55 | 13,5 | 87 |
| | wz | робоча зона | 21 | 55 | 13,5 | 87 |
| | ETA | витяжне повітря | 24 | 63 | 15,3 | 80 |
| Холодний | ODA | зовнішнє повітря | -18 | -17 | 0,5 | 82 |
| | r | повітря після рекуперації | 8,2 | 9,8 | 0,5 | 9 |
| | SUP | припливне повітря | 15,07 | 17 | 0,5 | 8 |
| | wz | робоча зона | 21 | 29 | 3,3 | 21 |
| | ETA | витяжне повітря | 22,3 | 33 | 3,9 | 24 |

***Таблиця 24***

| Повітрообмін | L $м^3$/год | G кг/год |
|---|---|---|
| Теплий період | | |
| Загальні мінімальні витрати зовнішнього повітря | 420 | 505 |
| За розбавленням $CO_2$ до ГДК | 1415 | 1700 |
| Повітрообмінні витрати зовнішнього повітря | 1415 | 1700 |
| Витрата повітря через охолоджувач | 1305 | 1570 |

## 5.10 Баланс повітря у будівлі

Значення повітрообмінів в кожному приміщенні заносимо до таблиці 23. Різниця між повітрообмінами по притоку та витяжці - дисбаланс подається (видаляється) в загальне приміщення.

$L=K_p \cdot V$ (повітрообмін за кратність); $L=L_1 \cdot n$ (повітрообмін за обладнанням)

***Таблиця 25***

| Номер приміщення | Приміщення | Обєм приміщення Vм$^3$/год | Приплив | | Витяжка | | Примітка |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $K_p$, год$^{-1}$ | L, м$^3$/год | $K_p$, год$^{-1}$ | L, м$^3$/год | |
| 1 | Тамбур | 31,77 | – | – | – | – | |
| 2 | Кімната охорони | 33,12 | 2 | 70 | 2 | 70 | |
| 3 | Сходова клітка | 71,1 | – | – | – | – | |
| 4 | Коридор | 109,31 | – | 1125 | – | – | |
| 5 | Роздягальня | 113,45 | – | – | 1,5 | 170 | |
| 6 | Буфет | 22,82 | – | – | 5 | 115 | |
| 7 | Туалет | 79,47 | – | – | – | 800 | |
| 8 | Ванна-душова | 18,09 | – | – | – | 75 | |
| 9 | Туалет (для персоналу) | 6,93 | – | – | – | 100 | |
| 10 | Ігрова | 249,8 | – | 800 | – | 800 | |
| 11 | Спальня | 211,5 | 1,5 | 320 | 1,5 | 320 | |
| 12 | Тамбур | 7,56 | – | – | – | – | |
| 13 | Тамбур | 7,56 | – | – | – | – | |
| 14 | Тамбур | 7,56 | – | – | – | – | |
| 15 | Тамбур | 9,45 | – | – | – | – | |
| 16 | Коридор | 107,55 | – | 225 | – | – | |
| 17 | Завантажувальна | 49,41 | – | – | 1 | 50 | |
| 18 | Комора сухих продуктів | 30,87 | – | – | 0,5 | 20 | |
| 19 | Мийка кухонного посуду | 27,54 | 1 | 30 | 2 | 55 | |
| 20 | Кухня з роздавальною | 108,36 | – | – | 5 | 545 | |
| 21 | Заготівельний цех | 41,45 | 5 | 210 | 6 | 250 | |
| 22 | Комора овочів | 21,19 | – | – | 1 | 20 | |
| 23 | Коридор | 13,23 | – | 155 | – | – | |
| 24 | Прильмальня | 31,05 | 2 | 65 | 2 | 65 | |
| 25 | Приміщення для | 5,72 | – | – | 2 | 10 | |

Продовження таблиці 25

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | дезинфік. засобів | | | | | | |
| 26 | Палата ізолятора | 28,04 | 2 | 55 | 2 | 55 | |
| 27 | Санвузел | 17,73 | – | – | – | 150 | |
| 28 | Медкабінет та процедурна | 85,05 | 2 | 170 | 2 | 170 | |
| 29 | Фізіотерапевтичний кабінет | 39,02 | 2 | 80 | 2 | 80 | |
| 30 | Душова | 18 | – | – | – | 75 | |
| 31 | Тамбур | 3,69 | – | – | – | – | |
| 32 | Туалет | 4,77 | – | – | – | 150 | |
| 33 | Тамбур | 8,96 | – | – | – | – | |
| 34 | Кабінет завідуючої | 40,59 | 2 | 80 | 2 | 80 | |
| 35 | Комора чистої білизни | 26,91 | 1 | 25 | 1 | 25 | |
| 36 | Приміщення для вбиральн. інвентаря | 14,13 | 1 | 15 | 1 | 15 | |
| 37 | Кладова | 13,95 | – | – | 1 | 15 | |
| 38 | Хол | 61,61 | – | 720 | – | – | |
| 39 | Кімната завгоспа | 26,96 | 2 | 50 | 2 | 50 | |
| 40 | Тамбур | 4,95 | – | – | – | – | |
| 41 | Туалет | 6,98 | – | – | – | 150 | |
| 42 | Кімната персонала | 30,51 | 2 | 60 | 2 | 60 | |
| 43 | Універсальна зала для гімнастичних занять | 275,22 | – | 1415 | – | 1415 | |
| 44 | Коридор | 17,5 | – | 200 | – | – | |
| 45 | Методичний кабінет | 53,64 | 2 | 110 | 2 | 110 | |
| 46 | ІТП | 18,36 | – | – | 1,5 | 30 | |
| 47 | Приміщення для прання | 114,21 | 2 | 230 | 1 | 115 | |
| | | | | ∑ 6210 | | ∑ 6210 | |

Айродинамічний розрахунок для універсальної зали для гімнастичних занять і всіх остальних приміщень наведені в дод. Г

### *5.11 Витяжне обладнання для санвузлів*

Для витягу повітря з санвузлів обираємо 6 вентиляторів виробника VENTS типу ВКГС 2Е 190, з витратою повітря до 640 м$^3$/год.

ВКГ С 2Е 190 – це даховий відцентрований вентилятор з горизонтальним викиданням повітря. Корпус вентилятора виконаний з оцинкованої сталі. Пристрій складається з електродвигуна з зовнішнім ротором, який обладнаний робочим колесом з загнутими назад лопатками. КПД електродвигуна є досить високим і досягає 90%. Вентилятори встановлюються на даху, на рівну поверхню над вентиляційним каналом або шахтою. Для з'єднання вентилятора з круглими повітропроводами застосовуються: клапан ККВ, гнучка вставка ГВК та контрфланець ФКВ.

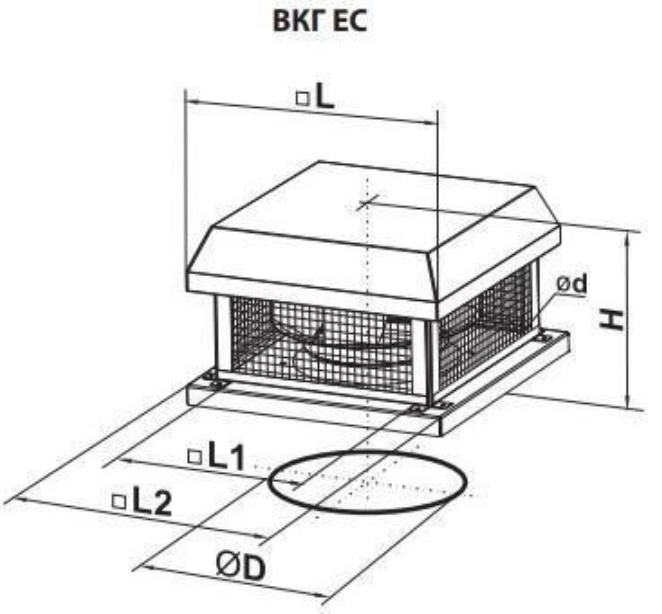



Рис. 5 Схематичне зображення дахового вентилятора ВКГ С 2Е 190

Габаритні розміри дахового вентилятора ВКГ С 2Е 190 наведені в таблиці 26

Габаритні розміри дахового вентилятора

***Таблиця 26***

| Тип | Розміри, мм | | | | | | Маса,кг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ØD | Ød | H | L | L1 | L2 | |
| ВКГ С 2Е 190 | 213 | 11 | 189 | 351 | 245 | 350 | 8 |

# РОЗДІЛ 6

*ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ МОНТАЖУ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ*

**Студент / Коршун Р.М. /**

**Консультант /Сенчук М.П./**

## 6.1 Технологія монтажу систем вентиляції

### 6.1.1 Підготовка до монтажу вентиляційних систем

Перед початком монтажу вентиляційних систем необхідно ознайомитися з робочою та монтажною документацією, а також перевірити готовність будівельного об'єкта до виконання монтажних робіт.

До початку монтажу повинні бути завершені такі будівельні роботи:

- зведення стін, перегородок та міжповерхових перекриттів;
- улаштування фундаментів і майданчиків під вентиляційне обладнання;
- будівництво вентиляційних камер;
- виконання гідроізоляції в місцях встановлення вентиляційного обладнання;
- монтаж опор для дахових вентиляторів;
- улаштування монтажних прорізів у стінах і перекриттях;
- підготовка закладних деталей для кріплення обладнання та повітропроводів;
- встановлення вікон і світлових ліхтарів;
- забезпечення робочих зон освітленням та електроживленням;
- очищення приміщень від будівельного сміття;
- нанесення відміток чистої підлоги на стіни та колони.

Готовність об'єкта до монтажу оформлюється відповідним актом приймання.

У підготовчий період виконують доставку інструменту, механізмів і матеріалів, перевіряють їх технічний стан та комплектність. Також організовують місця складування виробів, зварювальні пости та пункти підключення електроінструменту.

### 6.1.2 Вимоги до монтажу повітропроводів та вентиляційного обладнання

Монтаж повітропроводів виконують після завершення основних будівельних робіт. Встановлення вентиляційного обладнання та прокладання повітропроводів здійснюється паралельно.

Спосіб монтажу визначається залежно від розташування повітропроводів, їх просторового положення, особливостей будівлі та конструктивних умов об'єкта.

Перед початком робіт виконують розмітку трас, визначають місця встановлення кріплень, перевіряють наявність закладних деталей та організовують транспортування елементів до місця монтажу.

Окремі деталі об'єднують в укрупнені монтажні вузли, після чого виконують їх установлення відповідно до проектної документації.

Для з'єднання повітропроводів використовують такі способи:

- фланцеві з'єднання;
- рейкові з'єднання;
- зварні з'єднання;
- ніпельні та муфтові з'єднання.

Фланцеве з'єднання є найбільш поширеним і забезпечує надійну герметичність системи. Для ущільнення використовують спеціальні прокладки.

Рейкове з'єднання застосовується переважно для прямокутних повітропроводів і забезпечує додаткову жорсткість конструкції.

Ніпельні та муфтові з'єднання використовують для монтажу круглих повітропроводів. Для герметизації стиків застосовують алюмінієву або іншу герметичну стрічку.

Кріплення горизонтальних повітропроводів виконують із кроком до 4 м при діаметрі або стороні перерізу до 400 мм і до 3 м при більших розмірах. Вертикальні повітропроводи закріплюють до будівельних конструкцій через кожні 4 м.

Регулювальні пристрої (клапани, заслінки, дросель-клапани) встановлюють у доступних місцях для забезпечення можливості регулювання та обслуговування.

Монтаж вентиляційного обладнання здійснюється в такій послідовності:

- Перевірка комплектності поставки.
- Проведення перед монтажного огляду.
- Доставка обладнання до місця встановлення.
- Монтаж на фундамент, раму або кронштейни.
- Контроль правильності встановлення.
- Остаточне закріплення в проектному положенні.
- Пусконалагоджувальні роботи та перевірка працездатності.

Припливно-витяжні установки монтують на підлозі, стінах або спеціальних кронштейнах. Перед монтажем перевіряють комплектність та справність усіх вузлів і механізмів.

Радіальні вентилятори встановлюють на бетонних фундаментах із використанням анкерних болтів та ізолюючих прокладок. Осьові вентилятори можуть монтуватися на кронштейнах, у стінових прорізах або безпосередньо в повітропроводах.

Після завершення монтажу виконують підключення обладнання до електромережі та перевіряють його роботу під навантаженням

### 6.1.3 Монтажне креслення системи вентиляції

Монтажне креслення являє собою спрощене графічне зображення вентиляційної системи з усіма необхідними даними для виконання монтажних робіт.

Такі креслення розробляють на основі проектної документації та результатів натурних вимірювань. До їх складу входять монтажна схема та специфікація деталей і фасонних елементів.

На аксонометричних схемах відображають:

- розміри та діаметри повітропроводів;
- фасонні елементи;
- регулювальну арматуру;
- вентиляційне обладнання;
- висотні відмітки;

будівельні довжини окремих ділянок.
Комплектувальна відомість є документом, що містить інформацію про всі елементи вентиляційної системи, необхідні для її виготовлення та монтажу. У відомості зазначаються найменування деталей і фасонних елементів, їх геометричні характеристики (діаметр, довжина, товщина металу, площа поверхні), кількість тощо.

Комплектувальна відомість деталей та фасонних елементів вентиляційних систем ПВ наведена в Таблиці 6.1.

У проекті передбачено встановлення припливно-витяжної установки GreenSTR-5 та повітророзподільних пристроїв відповідно до прийнятої схеми вентиляції.

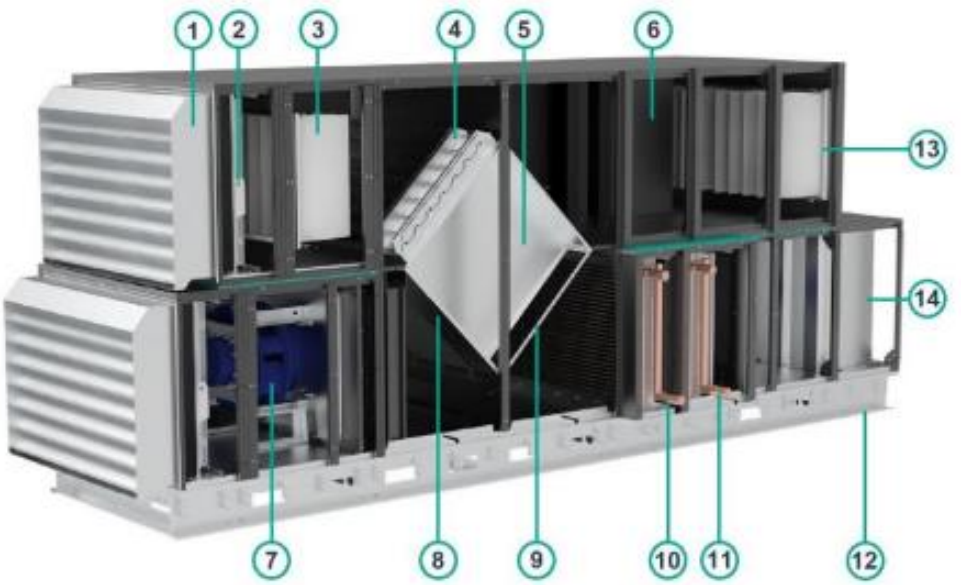



Рис. 6 Структурна схема припливно-витяжної установки GreenSTR-5 з пластинчатим теплообмінником

**Установка складається з таких елементів:**

1. Повітряний клапан;
2. Сервопривід повітряного клапана;
3. Кишеньковий фільтр (приток);
4. Повітряний клапан рекуператора;
5. Пластинчастий теплообмінник(рекуператор);
6. Секція шумопоглинача;
7. Робоче колесо ЕС- вентилятора;
8. Заглушка байпасу;
9. Рама бай пасу;
10. Теплообмінник;
11. Теплообмінник;
12. Опорна рама установки;
13. Кишеньковий фільтр (витяжний канал);
14. Шумопоглинач.

## 6.2 Відомісь по витяжній (Регульованій решітці Вентс МВ 250/150 ВРс) з патрубком 150 мм

**Опис:**

Регульована вентиляційна решітка Вентс МВ 250/150 ВРс з патрубком 150 мм використовується для установки на поверхню повітровода. Розмір лицьової частини 250х250 мм. Решітка складається з двох частин: лицьова частина легко знімається для чищення, монтажна частина кріпиться чотирма шурупами до поверхні монтажу. Регулювання робиться за допомогою шнурків або штока з боку лицьової частини.

Застосовується у вентиляційних системах для декорування виходу вентиляційної системи. Обладнана фланцем для повітропроводу Ø 150 мм.

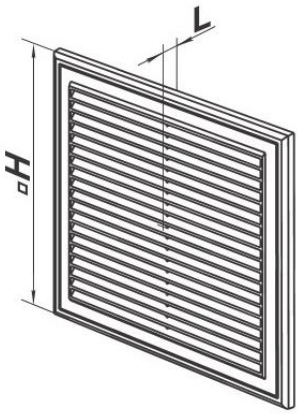
**Застосування:**

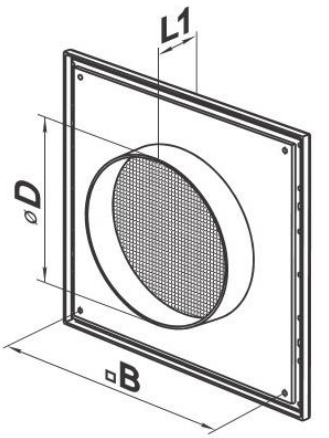
- Декоративне оформлення вентиляційних виходів систем витяжної вентиляції
- Настінний зовнішній монтаж

**Конструкція:**

- Регулятор витрати повітря
- Патрубок для повітропроводу 150 мм
- Сітка від комах
- Виготовлена з пластику білого кольору
- Кріплення здійснюється за допомогою чотирьох шурупів
- Складається з двох частин: основа монтується до площини стіни, лицьова панель кріпиться на неї.

Розміри: за таблицею 27




***Таблиці 27***

| H | B | L | L1 | D |
|---|---|---|---|---|
| 250 | 214 | 14 | 44 | 150 |

Площа живого перерізу **0,01 м²**

Рис. 7 витяжна решітка з фланцем

## Комплектувальна відомість на деталі, фасонні елементи

***Таблиці 28***

| № | Позначення | Найменування деталі | Розмір перетину, мм | | | Довжина, мм | Кількість | Центр. кут, гр. | Площа поверхні, м$^2$ | | Матеріал, товщина, мм | Примітка |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | круг | прямокут | | | | | один | заг | | |
| | | | D | a | b | | | | | | | |
| 1 |  | ПВ установка | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - | GreenSTR-5 |
| 2 |  | Зонт даховий | Ø280 | - | - | 230 | 1 | 90 | - | - | 1 | Ventservice |
| 3 |  | Регульована решітка з фланцем | Ø150 | 250 | 250 | 250 | 7 | 90 | 0,6250 | 4,3750 | 0,5 | Vents |
| 4 |  | Дросель-клапан | Ø150 | - | - | 190 | 7 | 90 | | | 0,5 | Ventservice |
| 5 |  | Відвід під 90° | Ø280р | - | - | 330 | 5 | 90 | | | 0,5 | Ventservice |
| 5.1 | | | Ø200р | - | - | 270 | 1 | | | | 0,5 | |
| 5.2 | | | Ø150р | - | - | 235 | 2 | | | | 0,5 | |
| 6 |  | Трійник під 90° | 280/150р | - | - | 450 | 1 | 90 | | | 0,5 | Ventservice |
| 6.1 | | | 250/150р | - | - | 450 | 2 | | | | 0,5 | |
| 6.2 | | | 200/150р | - | - | 450 | 2 | | | | 0,5 | |
| 6.3 | | | 150/150р | - | - | 450 | 1 | | | | 0,5 | |
| 7 |  | Перехід прямокутний центральний | 580x830-ø280 | - | - | 550 | 2 | 90 | | | 0,5 | Ventservice |
| 7.1 | | Перехід центральний | 280/250р | - | - | 300 | 1 | | | | 0,5 | |
| 7.2 | | | 250/200р | - | - | 300 | 1 | | | | 0,5 | |
| 7.3 | | | 200/150р | - | - | 300 | 1 | | | | 0,5 | |
| 8 |  | Повітровід спірально-навівн ий | Ø280 | - | - | 1500 | 10 | 90 | 1,32 | 13,2 | 0,5 | Ventservice |
| 8.1 | | | | - | - | 887 | 1 | | 0,78 | 0,78 | | |
| 8.2 | | | | - | - | 805 | 1 | | 0,71 | 0,71 | | |
| 8.3 | | | | - | - | 450 | 1 | | 0,39 | 0,39 | | |
| 8.4 | | | | - | - | 260 | 1 | | 0,23 | 0,23 | | |
| 8.5 | | | | - | - | 146 | 1 | | 0,13 | 0,13 | | |
| 8.6 | | | | - | - | 122 | 1 | | 0,11 | 0,11 | | |
| 9 | | | Ø250 | - | - | 415 | 1 | 90 | 0,32 | 0,32 | 0,5 | |
| 9.1 | | | | - | - | 860 | 1 | | 0,67 | 0,67 | | |
| 10 | | | Ø200 | - | - | 414 | 1 | 90 | 0,26 | 0,26 | 0,5 | |
| 10.1 | | | | - | - | 436 | 1 | | 0,27 | 0,27 | | |
| 10.2 | | | | - | - | 1185 | 1 | | 0,74 | 0,74 | | |
| 11 | | | Ø150 | - | - | 790 | 1 | 90 | 0,37 | 0,37 | 0,5 | |
| 11.1 | | | | - | - | 1035 | 2 | | 0,49 | 0,98 | | |
| 11.2 | | | | - | - | 470 | 1 | | 0,22 | 0,22 | | |

Продовження таблиці 28

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12 |  | Ніпель | Ø280 | - | - | 25 | 10 | 90 | | | 0,5 | Ventservice |
| 13 |  | Муфта | Ø250 | - | - | 25 | 1 | 90 | | | 0,5 | Ventservice |
| 13.1 | | | Ø200 | - | - | 25 | 1 | | | | 0,5 | |
| 13.2 | | | Ø150 | - | - | 25 | 1 | | | | 0,5 | |
| 14 | | Муфтове з'єднання | Ø280 | - | - | 25 | 12 | 90 | | | 0,5 | Ventservice |
| 14.1 | | | Ø250 | - | - | 25 | 4 | | | | 0,5 | |
| 14.2 | | | Ø200 | - | - | 25 | 6 | | | | 0,5 | |
| 14.3 | | | Ø150 | - | - | 25 | 19 | | | | 0,5 | |

Примітка:*- На монтажній схемі системи вентиляції ПВ1, всі відгалудження від головної магістралі мають Ø150.

Примітка:*- площа поверхні фасонних виробів береться за каталогом виробника.

Примітка:*-  ніпельне з'днання фасонних виробів (р) із повітроводом.

## 6.3 Організація монтажу систем вентиляції

### 6.3.1 Календарне планування монтажних робіт

Календарне планування є важливою складовою організації будівельно-монтажних робіт і полягає у розробленні та коригуванні графіка виконання робіт із урахуванням їх технологічної послідовності, взаємозв'язку та забезпечення необхідними матеріальними, технічними й трудовими ресурсами.

Календарний план визначає строки початку та завершення окремих видів робіт, їх тривалість, потребу в ресурсах і виконавцях. Його основною метою є забезпечення своєчасного та якісного виконання монтажних робіт із максимальним використанням наявних ресурсів.

**Календарний план складається з двох частин:**

- Розрахункової, яка містить:
- шифр робіт;
- найменування робіт;
- обсяг робіт;
- нормативну базу;
- норми часу на одиницю виміру;
- трудомісткість;
- кількість змін;
- склад виконавців;
- чисельність працівників у зміну;
- планову тривалість виконання робіт;
- відсоток виконання норм.

Графічної, яка представлена лінійним календарним графіком виконання робіт.

Під час розроблення календарного плану виконують такі етапи:

- Визначають перелік монтажних робіт та їх технологічну послідовність.
- Розраховують обсяги робіт відповідно до проєктної документації та чинних нормативів.
- Обирають способи виконання робіт і необхідні механізми.
- Визначають трудомісткість кожного виду робіт.
- Встановлюють кількість змін залежно від умов виконання робіт.
- Розраховують тривалість виконання окремих процесів.
- Формують склад монтажних бригад і ланок.
- Розробляють графічну частину календарного плану.

За необхідності виконують коригування графіка відповідно до загальних термінів будівництва.

### 6.3.2 Послідовний та потоковий методи організації монтажних робіт.

Під час виконання монтажу систем вентиляції можуть застосовуватися послідовний або потоковий методи організації робіт.

При послідовному методі кожен комплекс робіт виконується лише після завершення попереднього. Основною перевагою такого способу є рівномірне використання трудових та матеріально-технічних ресурсів. Недоліком є значна тривалість виконання всього комплексу робіт.

Більш ефективним є потоковий метод, який базується на безперервному та ритмічному виконанні будівельно-монтажних процесів. При цьому забезпечується рівномірне завантаження робочої сили, машин і механізмів, а також скорочуються строки будівництва.

**Організація потокового методу передбачає:**

- Поділ загального виробничого процесу на окремі складові операції.
- Закріплення за кожною операцією відповідних виконавців.
- Поділ фронту робіт на окремі захватки.
- Визначення тривалості виконання робіт на кожній захватці.
- Встановлення черговості переходу бригад між захватками.
- Забезпечення безперервного використання трудових і технічних ресурсів.

# РОЗДІЛ 7

# ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

**Студент** **/ Коршун Р.М. /**

**Консультант** **/ Клімова І.В. /**

# 7 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

## 7.1 Основні завдання охорони праці

Під час виконання будівельно-монтажних робіт одним із пріоритетних завдань є забезпечення безпечних умов праці та збереження здоров'я працівників. Організація робіт повинна виключати або максимально зменшувати вплив небезпечних і шкідливих виробничих факторів як на працівників, так і на населення, що перебуває поблизу будівельного майданчика.

Основною метою охорони праці є створення таких умов виробничого середовища, за яких забезпечується безпечне виконання робіт, попередження виробничого травматизму, професійних захворювань, пожеж, аварій та інших надзвичайних ситуацій.

До основних завдань охорони праці належать:

- забезпечення відповідності технологічних процесів вимогам безпеки праці;
- впровадження сучасних технічних рішень, спрямованих на зниження рівня виробничих ризиків;
- контроль за дотриманням нормативних вимог з охорони праці;
- організація безпечних робочих місць;
- забезпечення працівників засобами колективного та індивідуального захисту;
- проведення інструктажів і навчання персоналу безпечним методам виконання робіт;
- систематичний контроль стану виробничого середовища;
- розроблення заходів щодо підвищення рівня безпеки праці.

У процесі виконання монтажних робіт працівники можуть піддаватися впливу різних шкідливих та небезпечних виробничих факторів, які здатні негативно впливати на здоров'я людини та знижувати її працездатність. Для усунення або мінімізації їх впливу необхідно застосовувати комплекс організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних та профілактичних заходів.

Відповідно до вимог нормативних документів виробничі фактори поділяються на такі групи:

- фізичні – шум, вібрація, несприятливі параметри мікроклімату, недостатня освітленість, робота на висоті, рухомі механізми та обладнання;
- хімічні – пил, гази, пари та інші шкідливі речовини, що утворюються під час технологічних процесів;
- біологічні – мікроорганізми, бактерії, грибки та інші біологічні чинники;
- психофізіологічні – фізичні та нервово-емоційні навантаження, перевтома, монотонність праці та стресові фактори.

### 7.2 Небезпечні та шкідливі фактори, що діють на працівників під час виконання робіт

Під час виконання монтажу систем вентиляції та опалення працівники можуть зазнавати впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які здатні негативно впливати на стан здоров'я, працездатність та безпеку виконання робіт. Для зниження ризику травматизму та професійних захворювань необхідно передбачати комплекс організаційних, технічних і санітарно-гігієнічних заходів.

Аналіз небезпечних та шкідливих факторів наведений у таблиці 26.

***Таблиця 29***

| Небезпечні та шкідливі виробничі фактори | Джерела виникнення факторів (види робіт) | Кількісна оцінка (допустимий параметр, чинний норматив) | Нормативні документи |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Метрологічні умови виробничого середовища | Монтаж конструкцій, експлуатація систем | t= 20-22 °С<br>ϕ = 60-40%<br>V=0,2-0,4 м/с | ДСН 3.3.6.042-99 |
| Освітлення робочих зон | Монтаж санітарно-технічних конструкцій, опоряджувальні внутрішній та зовнішні роботи | 30 лк<br>30 лк<br>50 лк<br>30 лк | ДСТУ Б А.3.2-15:2011 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Виробничий шум | Роботи з будівельним інструментом, механізмами, експлуатація машин | < 80дБ А<br>< 80дБ А<br>< 80дБ А | ДСН 3.3.6-037-99<br>ДБН В.1.2 10: 2021 |
| Пожежна безпека | Захист від пожежі | II ступ. вогнестійк. категор. пож.безп В | ДБН В.1.1-7:2016<br>ДБН В.1.2-7:2021 |
| Шкідливі речовини | Зварювальні – ацителен;<br>Опоряджувальні - ацетон | ГДК 300 мг/м$^3$<br>ГДК 300 мг/м$^3$ | Наказ МОЗ України №1596 від 14.07.2020 |
| Ураження електричним струмом | Електромонтажні,<br>Зварювальні, Освітлення<br>Машини і механізми | 220 В<br>380 В<br>220 В<br>220 В, 380 В | ДСТУ Б В.2.5-82:2016<br>ДБН А.3.2-2-2009 |
| Падіння з висоти людини | Монтажні роботи А) зовнішні<br>Б) внутрішні | Н = 37,7 м<br>Н = 37,7 м<br>Н = 4,4 м | НПАОП 0.00-1.80-18 |
| Падіння конструкцій і матеріалів з висоти | Монтажні, Покрівельні, Опоряджувальні<br>А) зовнішні<br>Б) внутрішні | Н = 37,7 м<br>Н = 37,7 м<br>Н = 37,7 м<br>Н = 4,4 м | НПАОП 0.00-1.80-18 |

### 7.2.1 Захист від шкідливих речовин у повітрі робочої зони

При виконанні монтажних і зварювальних робіт у повітря робочої зони можуть надходити шкідливі гази, аерозолі та продукти згоряння металів. Найбільшу небезпеку становлять оксиди азоту, оксид вуглецю та інші речовини, що утворюються під час електрозварювання.

Для забезпечення безпечних умов праці необхідно використовувати місцеву та загальнообмінну вентиляцію, забезпечувати достатній повітрообмін у приміщеннях, а також застосовувати засоби індивідуального захисту органів дихання. Концентрація шкідливих речовин у повітрі не повинна перевищувати встановлених гранично допустимих значень.

### 7.2.2 Захист від виробничого шуму

Під час роботи будівельних машин, електроінструменту, вентиляційного обладнання та насосних агрегатів виникає шум, який при тривалому впливі може спричиняти втому, зниження концентрації уваги та погіршення слуху.

Для зменшення шумового навантаження доцільно застосовувати обладнання з низьким рівнем шуму, використовувати віброізоляційні опори та еластичні вставки, встановлювати шумоглушники на вентиляційних мережах, а також передбачати звукоізоляцію технічних приміщень.

У випадках, коли рівень шуму перевищує допустимі норми, працівники повинні використовувати індивідуальні засоби захисту слуху — навушники або проти шумні вкладиші.

Для проєктованої системи передбачено:

- встановлення шумоглушників на припливних та витяжних повітропроводах;
- використання гнучких вставок між вентиляторами та повітропроводами;
- застосування насосів з еластичним приєднанням трубопроводів;
- улаштування звукоізоляційного шару в приміщеннях венткамер;
- дотримання нормативних швидкостей руху повітря та теплоносія.

### 7.2.3 Вимоги до освітлення робочих місць

Якісне освітлення є важливою умовою безпечного виконання монтажних робіт. Недостатня освітленість робочих місць призводить до швидкої втоми працівників, збільшення кількості помилок та підвищення ризику травматизму.

Під час виконання монтажних робіт необхідно забезпечувати рівномірний розподіл світлового потоку та нормативні значення освітленості. За відсутності або недостатності природного освітлення застосовується штучне освітлення.

Для робочих зон, де здійснюється монтаж інженерних систем, освітленість повинна бути не меншою за 30 лк. Освітлювальні прилади необхідно розташовувати таким чином, щоб уникати засліплення працівників та утворення різких тіней.

### 7.2.4 Захист від атмосферної електрики

Блискавка становить потенційну небезпеку для будівель, інженерних мереж та обладнання. Для захисту споруди від прямих ударів блискавки передбачається система блискавко захисту відповідно до вимог чинних нормативних документів.

Будівля обладнується блискавко приймачами, струмовідводами та заземлювальним пристроєм, які забезпечують відведення струму блискавки в землю без пошкодження конструкцій будівлі та інженерних систем.

Для об'єкта приймається система блискавко захисту із забезпеченням високого рівня надійності та безпеки експлуатації.

### 7.2.5 Заходи пожежної безпеки

Одним із найбільш небезпечних факторів під час виконання монтажних робіт є ризик виникнення пожежі. Причинами загоряння можуть бути несправність електрообладнання, коротке замикання, порушення правил проведення зварювальних робіт або недотримання вимог пожежної безпеки персоналом.

Для запобігання пожежам необхідно:

- використовувати сертифіковане електрообладнання;
- здійснювати захист електромереж від перевантажень та коротких замикань;
- контролювати справність заземлення електроустановок;
- забезпечувати наявність первинних засобів пожежогасіння;
- проводити інструктажі з пожежної безпеки.

У проєкті передбачено встановлення вогнезатримувальних клапанів у місцях проходження повітропроводів через протипожежні перешкоди, а також систему протидимного захисту будівлі.

У разі виникнення пожежі системи загальнообмінної вентиляції автоматично вимикаються, а системи димовидалення та підпору повітря переходять у робочий режим для забезпечення безпечної евакуації людей.

До виконання робіт допускаються лише працівники, які пройшли відповідний інструктаж та навчання з питань пожежної безпеки.

### 7.2.6 Забезпечення нормативних параметрів мікроклімату

Параметри мікроклімату виробничого середовища істотно впливають на самопочуття та працездатність працівників. Під час виконання монтажних робіт необхідно підтримувати комфортні умови перебування людей у робочій зоні.

У холодний період року приміщення повинні забезпечуватися тимчасовим опаленням, а відкриті прорізи необхідно захищати від проникнення холодного повітря. Для працівників передбачається забезпечення теплим спецодягом, взуттям та іншими засобами захисту від несприятливих погодних умов.

При виконанні робіт на відкритому повітрі необхідно враховувати швидкість вітру та температуру зовнішнього повітря. У разі погіршення погодних умов роботи повинні бути тимчасово припинені.

Для нормалізації мікроклімату всередині приміщень необхідно забезпечувати достатній повітрообмін шляхом природного або механічного провітрювання, а також контролювати температуру, вологість і швидкість руху повітря відповідно до чинних санітарних норм.

# РОЗДІЛ 8

# ОПАЛЕННЯ ПІДЗЕМНОГО ПАРКІНГУ АВТОМОБІЛІВ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ

**Студент / Коршун Р.М. /**

**Консультант /Моквітіна А.С./**

### 8.1. Характеристика об'єкта

На основі вихідних даних до курсового проекту з дисципліни ”Опалення” у напівпідвалі житлової будівлі, яку використовують для паркування автомобілів, слід запроектувати систему опалення. У торці будівлі необхідно передбачити автоматично підйомні ворота, розміром 3х2 м та під’їзд до них.

Висота гаражу $h_{г.п.}$ = 4,4 м

***Таблиця 30***

| Глибина напівпідвалу відносно рівня землі (розмір 1-ї зони) і $h_п$, м | Установлювана потужність електродвигуна механічних воріт Ny , Вт | Кількість автомобілів, шт | Товщина утеплювача підземної частини δ, м | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Зовн. стіни | Підлоги |
| 2,2 | 300 | 52 | 0,04 | 0,06 |

Для проектуємого будинку умови експлуатації будівельних конструкцій - А

### 8.2. Розрахункові параметри внутрішнього повітря

Використовуючи будівельні норми та правила, виписують значення розрахункових температур внутрішнього повітря для опалюваних приміщень, розташованих у напівпідвалі -

Ліфтовий хол: θлх = 10 °С;

сходової клітки: θск = 10 °С;

індивідуального теплового пункту: θітп = 16 °С;

гаража: θwz = 5 °С;

### 8.3 Теплотехнічний розрахунок зовнішніх та внутрішніх огороджень

Підбір конструкцій стін між напівпідвалом та сходовою кліткою і напівпідвалом та ІТП

$$R_{заг.} = \frac{(\theta_{wz} - \theta_{ext}^{5}) \cdot n}{h_{ext} \cdot \Delta\theta_{н}} = \frac{(5 - 18) \cdot 1}{8{,}7 \cdot 6} = 0{,}44 \text{ м}^2 \text{°С/Вт} \quad (8.1)$$

$$K = \frac{1}{R_{\text{заг.}}} = \frac{1}{0{,}44} = 2{,}27 \text{ Вт/м}^2 \text{ °C} \quad (8.2)$$

Нормативний опір зовн.стіни відповідно до ДБН…31

$$\text{R}_{\text{заг.}}^{\min} = 1{,}6 \text{ м}^2 \text{ °C/Вт}$$

Умова виконується.

Інші елементи конструкцій розраховуються аналогічно за розділом 3

**Результати теплотехнічного розрахунку зовнішніх та внутрішніх огороджень напівпідвалу (гаража)**

***Таблиця 31***

| Найменування огороджуючої конструкції | Опір теплопередачі, м²• °С/Вт | | Коефіцієнт теплопередачі k, Вт/(м²•°С) | Опис конструкцій | $\delta^{заг}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| | $R_{заг}^{н}$ | $R_{заг}$ | | | |
| Перекриття над підвалом | 4,00 | 4,05 | 0,247 | Дуб поперек волокон - δ = 0,014м λ= 0,23 Вт/м°С + Розчин цементно-піщаний δ = 0,075 м λ= 0,93 Вт/м°С + Мінеральні вати на основі базальтового волокна λ= 0,049 Вт/м°С - δ = 0,17 м + Залізобетон δ = 0,22 м λ= 2,04 Вт/м°С | 0,479 |
| Надземна частина зовн. стіни | 1,50 | 4,92 | 0,203 | Залізобетон 2500 кг/м3 λ=1,920 Вт/м°С - δ = 0,05 м + БЕТ-Н-400 λ= 0,110 Вт/м°С - δут = 0,42 м + КЕБ-КЕ1800 λ=0,800 Вт/м°С - δ = 0,12 м +Гідроізоляція+Утеплювач λ= 0,052 Вт/м°С - δ = 0,04м | 0,630 |
| Підземна частина зовн. стіни | - | 4,88 | 0,205 | Залізобетон 2500 кг/м3 λ=1,920 Вт/м°С - δ = 0,05 м + БЕТ-Н-400 λ= 0,110 Вт/м°С - δут = 0,42 м + КЕБ-КЕ1800 λ=0,800 Вт/м°С - δ = 0,12 м +Гідроізоляція+Утеплювач λ= 0,052 Вт/м°С - δ = 0,04м | 0,630 |
| Зовнішні ворота | 0,70 | 0,70 | 1,429 | Автоматично - підйомні ворота, розміром 3х2 м | - |
| Внутрішні двері | 0,22 | 0,22 | 4,545 | Двері деревяні одинарні | - |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Внутрішні стіни | - | 0,48 | 2,079 | ШТУКАТ-ВАП λ= 0,700 Вт/м°С - δ = 0.015 м +ЗАЛІЗБЕТОН λ= 1,920 Вт/м°С - δ = 0,4 м +ШТУКАТ-ВАП λ= 0,700 Вт/м°С - δ = 0.015 м | 0,330 |
| Підлога | - | 1,54 | 0,651 | Бетонна підготовка, λ= 1,86 Вт/м°С, δ = 0,08м + Гідроізоляція+Утеплювач λ= 0,048 Вт/м°С - δ = 0,06 м +Армована бетонна плита 2500 кг/м³ λ= 1,92 Вт/м°С - δ = 0,14м+Полімерне покриття | 0,280 |

### 8.4 Розрахунок теплової потужності системи опалення

Тепловтрати через огороджуючи конструкції гаража визначають підсумовуванням втрат теплоти окремими огородженнями за нормативом, або за методичними вказівками. При цьому додаткові тепловтрати $\beta$ через зовнішні ворота, котрі не обладнані повітряними або повітря-тепловими завісами.

### 8.5 Витрати теплоти на нагрівання автомобілів

Автомобілі завдовжки до 6 м включно та шириною до 2 м включно відносять до I категорії. Період обігрівання автомобілів I категорії, що заїжджають до гаража слід приймати 1 год. Кількість автомобілів, які заїжджають до гаража протягом години, слід приймати в даній роботі рівною всій кількості припаркованих автомобілів за завданням. Тоді, втрати теплоти ( з урахуванням теплонадходження від остигаючого двигуна) на нагрівання автомобілів розраховують за формулою:

$$Фавт = n \times q = 102960 \text{ Вт} \quad (8.3)$$

$q = 1980$ Вт/шт при $\theta ext = -18$ °С

де n – кількість припаркованих автомобілів, шт; q – осереднена витрата теплоти на нагрівання автомобіля в гаражі з температурою 5 °С.

## 8.6 Визначення теплонадходжень огороджуючих конструкцій

Гараж межує до приміщенн з відмітними розрахунковими температурами повітря – сходова клітка, ІТП та приміщення І-го поверху. Розрахунок тепловтрат здійснюють за нормативом. Результати розрахунків в дод Д.

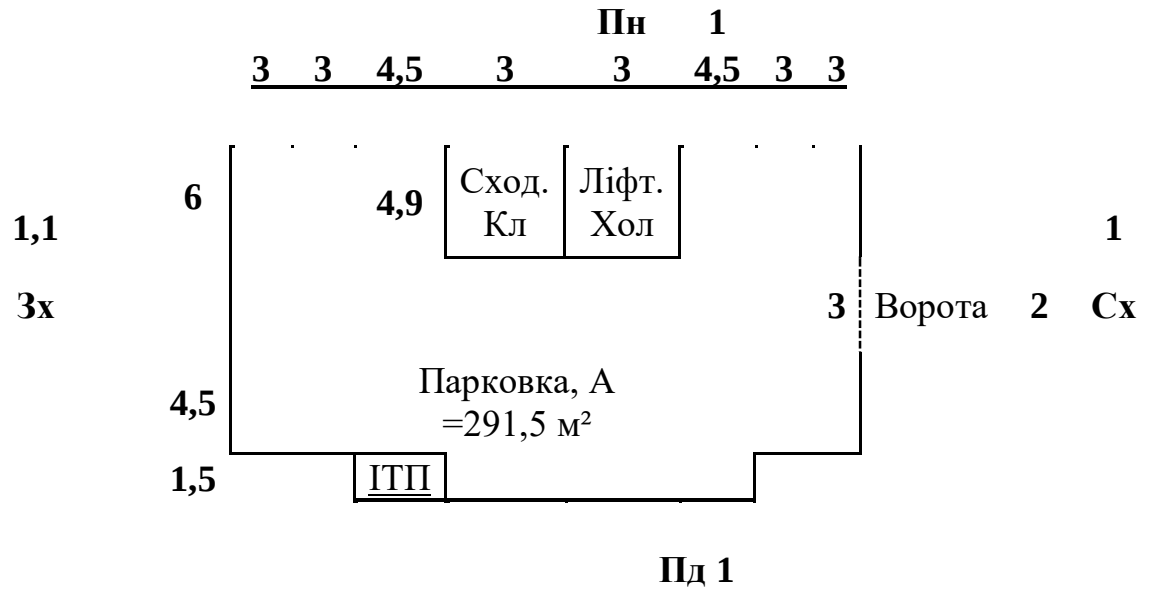



**Рис. 8 Блок схема підземного паркінгу**

## 8.7 Тепловиділення джерел штучного освітлення

Кількість теплоти, яка надходить в приміщення від джерел штучного освітлення, слід визначати за проектною потужністю освітлювачів. При цьому вважають, що вся енергія, котру витрачають на освітлення переходить у теплоту, нагріваючи приміщення.

Тепловиділення від джерел освітлення $Ф_{осв}$, Вт, розраховують за формулою:

$$Ф_{осв.} = E \cdot A \cdot q_{осв.} \cdot \gamma_{осв.} \qquad (8.4)$$

Де E – освітленість, приймають для приміщень зберігання автомобілів рівною 20 лк;

A – площа підлоги гаражу, 291,5 м$^2$;

$q_{осв}$ – питоме тепловиділення, для приміщень площею більше 200 м$^2$ – 0,074Вт/(м$^2$лк); $\gamma_{осв}$ – частка теплоти, що надходить в приміщення, приймаю 0,15.

$$Ф_{осв.} = 20 \cdot 291{,}5 \cdot 0{,}074 \cdot 0{,}15 = 64{,}71 \text{ Вт}$$

### 8.8 Теплонадходженння від електродвигунів

Теплонадходження від електродвигуна механічного підіймання воріт $Q_д$, Вт, визначають за формулою:

$$Ф_д = N_у \cdot k_п \cdot (1 - k_з \cdot \gamma) \quad (8.5)$$

де $N_у$ – установлювана (номінальна) потужність електродвигуна, 300 Вт;

$k_п$ — коефіцієнт попиту на електроенергію, приймають рівним 0,5;

$k_з$ – коефіцієнт завантаження електродвигуна, приймають рівним 0,5;

$\gamma$ – ККД електродвигуна, приймають рівним 0,75.

$$Ф_д = 300 \cdot 0{,}5 \cdot (1 - 0{,}5 \cdot 0{,}75) = 93{,}75 \text{ Вт}$$

### 8.9 Теплонадходження від людей

Теплонадходження від людини згідно [6] визначають за станом активності організму. Приймаючи швидкість руху людини в гаражі рівною 3 м/с, теплонадходження (метаболізм) від неї становить m = 2,4 мет. Теплонадходження від людей $Q_л$, Вт, знаходять за формулою:

$$Ф_л = 58 \cdot n \cdot m \cdot \eta \quad (8.6)$$

де 58 Вт = 1 мет – перевідний коефіцієнт;

n – кількість людей, приймають рівною кількості автомобілів у гаражі;

$\eta$ – коефіцієнт, що враховує період термін перебування людини в гаражі, приймають рівним 1/6 (відповідає 10 хв).

$$Ф_л = 58 \cdot 52 \cdot 2{,}4 \cdot 0{,}17 = 1230{,}5 \text{ Вт}$$

### 8.10 Теплонадходження від трубопроводів

Сумарні теплонадходження від трубопроводів, розташованих у гаражі складає:

Температура подавального теплопроводу = 150-70

Температура зворотнього теплопроводу = 60

Дані за таблицею 29

***Таблиця 32***

| Призначення трубопроводу | Тем-тура,С | Довжина, м | Діаметр, мм | Тепл. потік, Вт/м | Тепловидалення, Вт |
|---|---|---|---|---|---|
| Подавальний трубопровід | 150 | **3,5** | **100** | **29** | 101,5 |
| Зворотній трубопровід | 70 | **4,1** | **100** | **19** | 77,9 |
| Подавальний трубопровід | 70 | **7,1** | **70** | **28** | 198,8 |
| Зворотній трубопровід | 60 | **7,6** | **70** | **12** | 91,2 |
| Подавальний трубопровід | 70 | **5,7** | **50** | **15** | 85,5 |
| Зворотній трубопровід | 60 | **6,2** | **50** | **18** | 111,6 |
| Подавальний трубопровід | 70 | **4,8** | **50** | **15** | 72 |
| Зворотній трубопровід | 60 | **5,4** | **50** | **18** | 97,2 |

Сумарні теплонадходження: Фтр = 835,7 Вт

### 8.11 Тепловий баланс гаража

Визначення теплової потужності системи опалення гаража здійснюють на основі розрахунку його теплового балансу. Згідно з яким в приміщеннях для зберігання автомобілів необхідно передбачати повітряне опалення, суміщене з вентиляцією. У неробочий час в цих приміщеннях для додержання позитивних температур необхідно передбачати чергове опалення.

Для визначення теплової потужності чергової системи опалення гаража складаю рівняння теплового балансу за тепловтратами та теплонадходженнями через огороджуючі конструкції гаража.

Для визначення теплової потужності системи періодичної дії складаю рівняння теплового балансу на основі усіх тепловтрат та теплопритоків, окрім урахованих для чергової системи опалення. Перерахунок потужності чергової системи опалення не здійснюють, так як тепловий режим гаража протягом доби приймають постійним.

Тепловтрати гаражу при стаціонарних умовах:

$$\Phi_{\text{втр}}^{\text{ст}} = \Phi_{\text{огк.}} - \Phi_{\text{осв.}} - \Phi_{\text{ітп}} - \Phi_{\text{д}} - \Phi_{\text{ст}} - \Phi_{\text{ск}} - \Phi_{\text{тр}} = 8368 \text{ Вт} \quad (8.6)$$

Тепловтрати гаражу при нестаціонарних умовах:

$$\Phi_{\text{втр}}^{\text{нест}} = \Phi_{\text{огк.}} - \Phi_{\text{авт.}} - \Phi_{\text{осв.}} - \Phi_{\text{ітп}} - \Phi_{\text{д}} - \Phi_{\text{ст}} - \Phi_{\text{ск}} - \Phi_{\text{л}} - \Phi_{\text{тр}} = 110010 \text{ Вт} \quad (8.7)$$

Теплову потужність додаткової системи опалення визначаємо за формулою:

$$\Phi_{\text{д.со.}} = \Phi_{\text{втр}}^{\text{нест}} - \Phi_{\text{втр}}^{\text{ст}} = 101650 \text{ Вт} \quad (8.8)$$

### 8.12 Розрахунок нагрівальної секції ЕКСО ПД

За розрахунками стаціонарних $\Phi_{\text{втр}}$ ст. Вт , нестаціонарних $\Phi_{\text{втр}}$ нест, Вт та теплової потужністі додаткової СО $\Phi_{\text{дсо}}$, Вт тепловтрат гаража проектуємо відповідно чергову та додаткову системи опалення. Чергове опалення проектуємо електричною кабельною системою опалення прямої дії (ЕКСО ПД); додаткове опалення – місцевою повітряною системою опалення.

Визначаємо приведені опори теплопередачі прошарків підлоги $R_{si}$ , котрі знаходяться відповідно між нагрівальним кабелем і повітрям опалюваного ними приміщення, та $R_{se}$ між нагрівальним кабелем і середовищем, що знаходиться зовні опалюваного приміщення (з грунтом). Для цього приймають конструкцію підлоги згідно рис. 2.

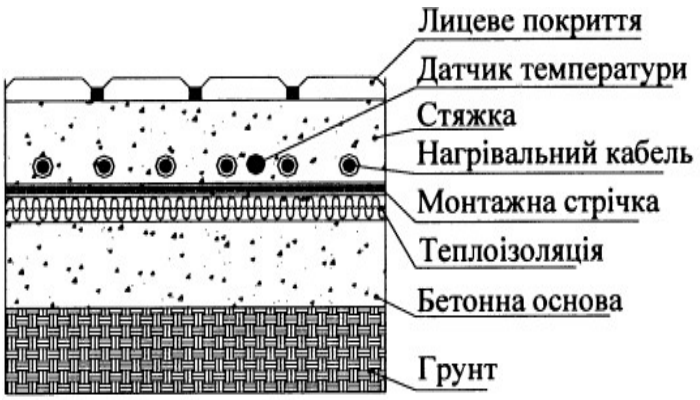



Рис. 9 Конструкція бетонної підлоги

Загальний опір теплопередачі прошарків підлоги $R_{si}$, розташованих над нагрівальним кабелем, є сумою складових опорів Розраховуємо опір теплопередачі підлоги над нагрівальним кабелем.

$$R_{si} = \frac{1}{h} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} = 0{,}187 \text{ м}^2 \text{ °C/Вт} \qquad (8.9)$$

Розраховуємо опір теплопередачі під нагрівальним кабелем для кожної зони. Для цього від опору теплопередачі відповідної зони підлоги віднімають Rsi:

Визначаємо приведений опір теплопередачі підлоги під нагрівальним кабелем:

$$R_{se} = R_{п} - R_{si} = 1{,}54 - 0{,}187 = 1{,}35 \text{ м}^2 \text{ °C/Вт} \qquad (8.10)$$

Розраховуємо необхідну теплову потужність нагрівальної секції:

$$\Phi_{ht}^{reg} = \Phi_{ст} \cdot \left(\frac{R_{si} + R_{se}}{R_{se}}\right) \qquad (8.11)$$

Потрібна теплова потужність:

$$\Phi_{ht}^{reg} = 8368 \cdot \left(\frac{0{,}187 + 1{,}35}{1{,}35}\right) = 9525 \text{ Вт}$$

Розрахункову електричну потужність нагрівальної секції визначаємо за формулою:

$$P_{e\,ht}^{reg} = k_z \cdot \Phi_{ht}^{reg} \left(\frac{U_n}{U}\right) \qquad (8.12)$$

де $k_z = 1{,}2$ – коефіцієнт запасу, на невідповідність фактичних втрат теплоти в приміщенні порівняно з розрахунковими;

Un та U – відповідно номінальна питома напруга нагрівальної секції і робоча напруга електричної мережі відповідно, В. Un = 230В та U = 220В.

Потрібна електрична потужність нагрівальної секції:

$$P_{e\,ht}^{reg} = 1{,}2 \cdot 9525 \left(\frac{230}{220}\right) = 11950 \text{ Вт}$$

Питома електрична потужність на одиницю площі буде складати:

$$p = \frac{P_{e\,ht}^{reg}}{A_i} = \frac{11950}{291{,}5} = 40{,}1 \text{ Вт/м}^2 \qquad (8.13)$$

До установки приймаємо одножильний нагрівний кабель DSIG-20 - загальною довжиною не менше lk = 663,9 м.

Стандартні бухти по 192 м, використовуємо 4 шт. із загальною встановленою потужністю 12338 Вт і керуєму від одного терморегулятора за допомогою електромагнітного пускового пристрою.

Див. таблиця 30 і рисунок 30

***Таблиця 33***

| ТЕХНІЧНІ ДАНІ DSIG-20 | |
|---|---|
| Тип кабелю: | одножильний з екраном |
| Напруга живлення: | ~ 230/400 В |
| Потужність питома: | 20 Вт/м при 230/400 В,<br>18 Вт/м при 220/380 В |
| Діаметр: | 5,5 мм |
| З'єднал. провід: | 2х2,5 м (1х1,5 мм$^2$+ екран) |
| Ізоляція: | «зшитий» поліетилен XLPE |
| Оболонка: | полівінілхлорид PVC |
| Макс. температура: | 65°C |

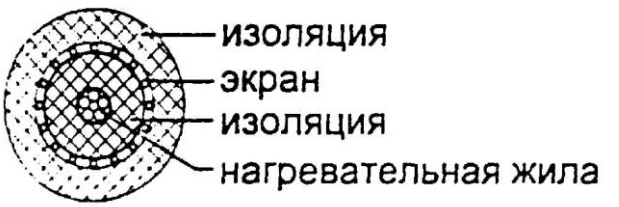



Рис. 10 Конструкція одножильного нагрівального кабеля

**8.13 Розраховуємо крок укладання нагрівального кабелю**

$$S_{ht} = \frac{100 \cdot A_i}{l_k} = \frac{100 \cdot 291,5}{663,9} = 43,9 \text{ см } > 25 \text{ см} \qquad (8.14)$$

Максимальний крок укладки кабелю Sht = 25 см

Визначаємо площу нагрівальної секції:

$$A_n^{reg} = \frac{S_{ht} \cdot l_k}{100} = \frac{43,9 \cdot 663,9}{100} = 166 \text{ м}^2 \qquad (8.15)$$

Підбираємо терморегулятори серії: devireg 120 з датчиком температури підлозі.

***Таблиця 34***

| Тип | Диапазон | Датчик | Система |
|---|---|---|---|
| devireg$^{TM}$ 120 | 5°C-35°C | Пола на проводе | Опалення, тепла підлога |

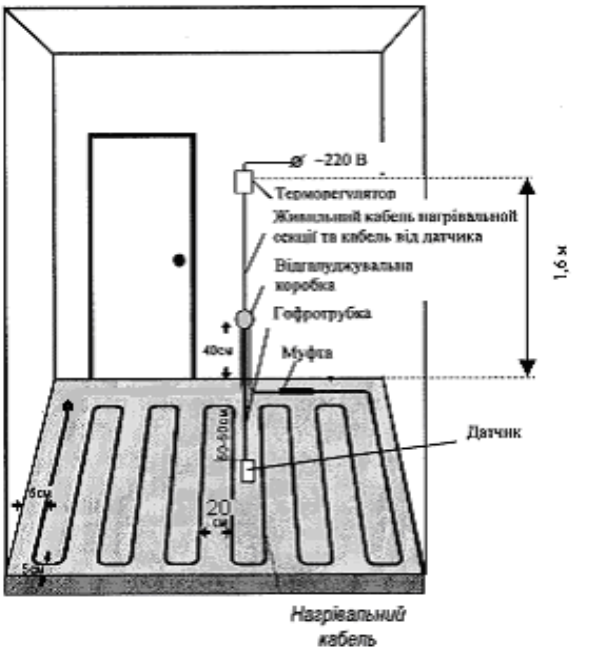



Рис. 11 Розташування елементів нагрівальної секції

## 8.14 Розрахунок інтенсивності теплового опромінення людей

Базується на визначенні коефіцієнта променевого теплообміну αл на поверхні огороджень приміщення за методикою, наведеною у довіднику.

$$\alpha_л = C_{пр} \cdot \beta \qquad (8.16)$$

де Спр – приведений коефіцієнт випромінювання внутрішніх поверхонь огороджень приміщення, для поверхонь з бетону або цегли, пофарбованих чи обклеєних шпалерами Спр ≈ 4,9 Вт/м2.К4;

β – температурний коефіцієнт, що визначається за формулою:

$$\beta = 0{,}81 + 0{,}005 \cdot (\theta_\beta + \theta_R) \qquad (8.17)$$

$\theta_\beta$ – температура внутрішньої поверхні підлоги (5+6,5=11,5 °С);

$\theta_R$ – осереднена температура внутрішніх поверхонь огороджень приміщення, яку називають радіаційною температурою приміщення. Вона є

нормованою, і не повинна бути вищою ніж на 3℃ від температури повітря у приміщенні, тобто 5+3=8 ℃.

$$\beta = 0{,}81 + 0{,}005 \cdot (11{,}5 + 8) = 0{,}91$$

$$\alpha_л = 4{,}9 \cdot 0{,}91 = 4{,}46 \text{ Вт/м}^2 \text{ ℃}$$

Інтенсивність теплового опромінення людей визначають за формулою:

$$q = \alpha_{\text{пр}} \cdot \left(\theta_R - \theta_\beta\right) = 4{,}5 \cdot (8 - 5) = 13{,}5 \text{ Вт/м}^2 \qquad (8.18)$$

Підсумок: так як розрахункова температура приміщення (5 °С), а середня темп. за опалювальний період біля нуля (1,3 °С), то розрахунок ведеться на пікові режими експлуатації нашого приміщення (паркінг), які можуть тривати взимку мінімум 5 днів. Тому для нашого регіону і міста Одеса теплонадходження від ІТП, ліфтового холу, сходових клітин будуть більшими в порівнянні з тепловтратами приміщення. Така система працюватиме не довго і буде експлуатуватися в разі потреби взимку, розводка кабелів захищенні від промерзання.

## Список використаної літератури


1. ДСТУ Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія». – Київ: Держспоживстандарт України, 2010. – 80 с.
2. ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель». – Київ: Мінрегіонбуд України, 2021. – 145 с.
3. ДСТУ Б В.2.6-190:2013 «Настанова з розрахункової оцінки показників теплостійкості та теплозасвоєння огороджувальних конструкцій». – Київ: Мінрегіонбуд України, 2013. – 40 с.
4. ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування». – Київ: Мінрегіонбуд України, 2013. – 145 с.
5. ДСТУ Б EN 12831:2008 «Системи опалення будівель. Метод визначення проектного теплового навантаження». – Київ: Держспоживстандарт України, 2008. – 60 с.
6. Проектування системи водяного опалення / О. П. Любарець, О. М. Зайцев, В. О. Любарець. – Відень-Київ-Сімферополь, 2010. – 201 с.
7. ДСТУ 8943:2019 «Труби сталеві електрозварні». – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. – 35 с.
8. ДСТУ 8936:2019 «Труби сталеві водогазопровідні. Технічні умови». – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2019. – 28 с.
9. Зінич П.Л. Вентиляція громадських будівель. Навчальний посібник.-К.: КНУБА, 2002. -256 с.
10. ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень». – Київ: Міністерство охорони здоров'я України, 1999. – 22 с.
11. Методичні вказівки до курсового, дипломного проектування «Розрахунок надходжень шкідливостей до приміщень житлових та громадських будівель» / уклад.: Москвітіна А.С., Шишина М.О. та Пефтєва І.О. – Київ: КНУБА, 2023. – 60 с.

12. Методичні вказівки до курсового та дипломного проектування «Розрахунок повітрообмінів» / уклад.: Мілейковський В.О., Вахула В.Р. – Київ: КНУБА, 2023 – 54 с.
13. ДСТУ Б А.3.2-15:2011 «Система стандартів безпеки праці. Норми освітлення будівельних майданчиків». – Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. – 12 с.
14. ДСН 3.3.6-037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку». – Київ: Міністерство охорони здоров'я України, 1999. – 20 с.
15. ДБН В.1.2-10:2021. Основні вимоги до будівель і споруд. Захист від шуму та вібрації. Київ: Міністерство розвитку громад та територій України, 2021.
16. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016.
17. ДБН В.1.2-7:2021. Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека. Київ: Міністерство розвитку громад та територій України, 2021.
18. Наказ МОЗ України №1596 від 14.07.2020. Київ: Міністерство охорони здоров'я України, 2020.
19. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016.
20. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12). Київ: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2009.
21. НПАОП 0.00-1.80-18. Правила охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями. Київ: Міністерство соціальної політики України, 2018.
22. ДБН В.2.5-24:2012 «Електрична кабельна система опалення» — Київ : Мінрегіон України, 2012.

# Результати розрахунку радіаторів

Додаток А

| № опал.приміщ. | Необхідна розрахункова теплова потужність | Витрата води у ОП | Температура води на вході у ОП | Перепад температури води в опал. приладі | Розрахункова температура приміщення | Температурний напір ОП | Тепловіддача відкрито прокладених труб | Розрахункова теплова потужн. опал. приладу | Поправ.коеф. на витрату води в ОП | Поправ.коеф. на температурний напір ОП | Потрібний тепловий потік опал. приладу | Довжина опал.приладу | Фактичний тепловий потік опал. приладу | Невязка | Тип радіатору |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| № прим. | $Q_1$, Вт | $G_{оп}$, кг/год | $t_{вх}$, °С | $\Delta t_{о.п}$, °С | $t_{вн}$, °С | $\Delta t_т$, °С | $Q_{тр}$, Вт | $Q_{оп}$, Вт | $\varphi_1$ | $\varphi_2$ | $Q^{потр}_{н}$, Вт | мм | $Q^{ф}_{н.}$, Вт | М, % | Н=500мм |
| 101 | 822 | 35 | 80 | 20 | 20 | 50 | 0 | 830 | 0,65 | 0,95 | 1310 | 1000 | 1432 | 9,34 | 22 |
| 102 | 751 | 32 | 80 | 20 | 22 | 48 | 0 | 758 | 0,61 | 0,95 | 1263 | 900 | 1289 | 2,05 | 22 |
| 103 | 730 | 31 | 80 | 20 | 22 | 48 | 0 | 737 | 0,61 | 0,95 | 1229 | 1200 | 1251 | 1,78 | 21 |
| 104 | 720 | 31 | 80 | 20 | 22 | 48 | 0 | 727 | 0,61 | 0,95 | 1213 | 900 | 1219 | 0,53 | 22 |
| 105 | 740 | 32 | 80 | 20 | 22 | 48 | 0 | 747 | 0,61 | 0,95 | 1246 | 1200 | 1251 | 0,43 | 21 |
| 106 | 1000 | 43 | 80 | 20 | 20 | 50 | 0 | 1010 | 0,65 | 0,96 | 1587 | 1100 | 1576 | -0,67 | 22 |
| 107 | 770 | 33 | 80 | 20 | 25 | 45 | 0 | 778 | 0,56 | 0,95 | 1408 | 1200 | 1487 | 5,58 | 22 |
| 108 | 680 | 29 | 80 | 20 | 20 | 50 | 0 | 687 | 0,65 | 0,95 | 1087 | 1400 | 1185 | 8,98 | 11 |
| 109 | 980 | 42 | 80 | 20 | 22 | 48 | 0 | 990 | 0,61 | 0,96 | 1640 | 1200 | 1625 | -0,94 | 22 |
| 110 | 710 | 31 | 80 | 20 | 22 | 48 | 0 | 717 | 0,61 | 0,95 | 1196 | 900 | 1219 | 1,91 | 22 |
| 111 | 680 | 29 | 80 | 20 | 22 | 48 | 0 | 687 | 0,61 | 0,95 | 1147 | 1100 | 1146 | -0,05 | 21 |
| 112 | 750 | 32 | 80 | 20 | 20 | 50 | 0 | 758 | 0,65 | 0,95 | 1197 | 900 | 1289 | 7,70 | 22 |
| 113 | 620 | 27 | 80 | 20 | 20 | 50 | 0 | 626 | 0,65 | 0,95 | 993 | 1200 | 1016 | 2,30 | 11 |
| 114 | 780 | 34 | 80 | 20 | 22 | 48 | 0 | 788 | 0,61 | 0,95 | 1312 | 1000 | 1354 | 3,23 | 22 |
| 115 | 710 | 31 | 80 | 20 | 22 | 48 | 0 | 717 | 0,61 | 0,95 | 1196 | 900 | 1219 | 1,91 | 22 |
| 116 | 950 | 41 | 80 | 20 | 22 | 48 | 0 | 960 | 0,61 | 0,96 | 1591 | 1200 | 1625 | 2,13 | 22 |
| 117 | 680 | 29 | 80 | 20 | 20 | 50 | 0 | 687 | 0,65 | 0,95 | 1087 | 1400 | 1185 | 8,98 | 11 |
| 118 | 770 | 33 | 80 | 20 | 25 | 45 | 0 | 778 | 0,56 | 0,95 | 1408 | 1200 | 1487 | 5,58 | 22 |
| | | | | | | | | | | | **23228** | | **23855** | **2,70** | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| 201/801 | 713 | 31 | 80 | 20 | 20 | 50 | 0 | 721 | 0,65 | 0,95 | 1140 | 1100 | 1212 | 6,36 | 21 |
| 202/802 | 537 | 23 | 80 | 20 | 22 | 48 | 0 | 543 | 0,61 | 0,95 | 910 | 900 | 938 | 3,03 | 21 |
| 203/803 | 516 | 22 | 80 | 20 | 22 | 48 | 0 | 521 | 0,61 | 0,95 | 875 | 1100 | 881 | 0,66 | 11 |
| 204/804 | 515 | 22 | 80 | 20 | 22 | 48 | 0 | 520 | 0,61 | 0,95 | 873 | 1100 | 881 | 0,92 | 11 |
| 205/805 | 527 | 23 | 80 | 20 | 22 | 48 | 0 | 532 | 0,61 | 0,95 | 892 | 900 | 938 | 5,12 | 21 |
| 206/806 | 712 | 31 | 80 | 20 | 20 | 50 | 0 | 719 | 0,65 | 0,95 | 1137 | 1100 | 1212 | 6,57 | 21 |
| 207/807 | 548 | 24 | 80 | 20 | 25 | 45 | 0 | 554 | 0,56 | 0,95 | 1010 | 1100 | 1049 | 3,91 | 21 |
| 208/808 | 482 | 21 | 80 | 20 | 20 | 50 | 0 | 487 | 0,65 | 0,94 | 776 | 900 | 762 | -1,86 | 11 |
| 209/809 | 698 | 30 | 80 | 20 | 22 | 48 | 0 | 705 | 0,61 | 0,95 | 1176 | 900 | 1219 | 3,64 | 22 |
| 210/810 | 506 | 22 | 80 | 20 | 22 | 48 | 0 | 511 | 0,61 | 0,95 | 858 | 1100 | 881 | 2,65 | 11 |
| 211/811 | 590 | 25 | 80 | 20 | 22 | 48 | 0 | 596 | 0,61 | 0,95 | 997 | 1200 | 961 | -3,64 | 11 |
| 212/812 | 535 | 23 | 80 | 20 | 20 | 50 | 0 | 540 | 0,65 | 0,95 | 859 | 1100 | 931 | 8,38 | 11 |
| 213/813 | 535 | 23 | 80 | 20 | 20 | 50 | 0 | 540 | 0,65 | 0,95 | 859 | 1100 | 931 | 8,38 | 11 |
| 214/814 | 552 | 24 | 80 | 20 | 22 | 48 | 0 | 557 | 0,61 | 0,95 | 934 | 900 | 938 | 0,43 | 21 |
| 215/815 | 506 | 22 | 80 | 20 | 22 | 48 | 0 | 511 | 0,61 | 0,95 | 858 | 1100 | 881 | 2,65 | 11 |
| 216/816 | 679 | 29 | 80 | 20 | 22 | 48 | 0 | 686 | 0,61 | 0,95 | 1146 | 1100 | 1146 | 0,04 | 21 |
| 217/817 | 484 | 21 | 80 | 20 | 20 | 50 | 0 | 488 | 0,65 | 0,94 | 779 | 900 | 762 | -2,12 | 11 |
| 218/818 | 550 | 24 | 80 | 20 | 25 | 45 | 0 | 555 | 0,56 | 0,95 | 1012 | 1100 | 1049 | 3,63 | 21 |
| | | | | | | | | | | | **17092** | | **17572** | **2,81** | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| 901 | 771 | 33 | 80 | 20 | 20 | 50 | 0 | 779 | 0,65 | 0,95 | 1230 | 1000 | 1212 | -1,50 | 21 |
| 902 | 554 | 24 | 80 | 20 | 22 | 48 | 0 | 559 | 0,61 | 0,95 | 937 | 900 | 938 | 0,06 | 21 |
| 903 | 540 | 23 | 80 | 20 | 22 | 48 | 0 | 545 | 0,61 | 0,95 | 915 | 900 | 938 | 2,55 | 21 |
| 904 | 540 | 23 | 80 | 20 | 22 | 48 | 0 | 545 | 0,61 | 0,95 | 915 | 900 | 938 | 2,55 | 21 |
| 905 | 550 | 24 | 80 | 20 | 22 | 48 | 0 | 556 | 0,61 | 0,95 | 931 | 900 | 938 | 0,72 | 21 |
| 906 | 740 | 32 | 80 | 20 | 20 | 50 | 0 | 747 | 0,65 | 0,95 | 1181 | 1100 | 1212 | 2,60 | 21 |
| 907 | 570 | 25 | 80 | 20 | 25 | 45 | 0 | 576 | 0,56 | 0,95 | 1049 | 1100 | 1049 | 0,01 | 21 |
| 908 | 500 | 22 | 80 | 20 | 20 | 50 | 0 | 505 | 0,65 | 0,95 | 804 | 1000 | 847 | 5,29 | 11 |
| 909 | 720 | 31 | 80 | 20 | 22 | 48 | 0 | 727 | 0,61 | 0,95 | 1213 | 900 | 1219 | 0,53 | 22 |
| 910 | 530 | 23 | 80 | 20 | 22 | 48 | 0 | 535 | 0,61 | 0,95 | 898 | 900 | 938 | 4,44 | 21 |
| 911 | 640 | 28 | 80 | 20 | 22 | 48 | 0 | 646 | 0,61 | 0,95 | 1080 | 1100 | 1146 | 6,07 | 21 |
| 912 | 560 | 24 | 80 | 20 | 20 | 50 | 0 | 566 | 0,65 | 0,95 | 899 | 800 | 882 | -1,88 | 21 |
| 913 | 580 | 25 | 80 | 20 | 20 | 50 | 0 | 586 | 0,65 | 0,95 | 930 | 900 | 992 | 6,62 | 21 |
| 914 | 570 | 25 | 80 | 20 | 22 | 48 | 0 | 576 | 0,61 | 0,95 | 964 | 1000 | 1046 | 8,45 | 21 |
| 915 | 530 | 23 | 80 | 20 | 22 | 48 | 0 | 535 | 0,61 | 0,95 | 898 | 900 | 938 | 4,44 | 21 |
| 916 | 700 | 30 | 80 | 20 | 22 | 48 | 0 | 707 | 0,61 | 0,95 | 1180 | 900 | 1219 | 3,34 | 22 |
| 917 | 500 | 22 | 80 | 20 | 20 | 50 | 0 | 505 | 0,65 | 0,95 | 804 | 1000 | 847 | 5,29 | 11 |
| 918 | 570 | 25 | 80 | 20 | 25 | 45 | 0 | 576 | 0,56 | 0,95 | 1049 | 1100 | 1049 | 0,01 | 21 |
| | | | | | | | | | | | **17973** | | **18348** | **2,09** | |

Тепловтрати через огороджувальні конструкції для гімназії

Додаток Б

| Приміщення | | | Огороджувальна конструкція | | | | | | Теплові мости | | | Поправочний коефіцієнт додаткових тепловтрат | Температурний коефіцієнт кореляції | Характеристика сонячної радіації | Тепловтрат через огороджувальні конструкції приміщення назовні, | Трансмісійні тепловтрати приміщення, $Ф_{T,i}$, Вт | Мінімальний санітарно-гігієнічний повітрообмін в приміщенні, $V_{min,i}$, | Характеристика інфільтраційних тепловтрат приміщення, $H_{V,i}$, Вт/°С | Вентиляційні тепловтрати приміщення (без механічної | Інші постійні (періодичні) тепловтрати (надходж.), $Ф_{Oi}$, Вт | Теплова потужність СО приміщення (без вентиляційних тепловтрат), $Ф_{hl,i}$, | Теплова потужність системи опалення приміщення, $Ф_{HL,i}$, Вт |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| № Приміщення/Найменування | Площа приміщення, $A_i$, м$^2$ | Температура, $Θ_{int,i}$, °С | Позначення | Орієнтація | Довжина, a, м | Ширина (висота), b(h), м | Площа, $A_к$, м$^2$ | Коефіцієнт теплопередачі, $U_к$, Вт/м$^2$*°С | Поправочний коефіцієнт додаткових тепловтрат, $e_к$ | Коефіцієнт теплопередачі теплового мосту, $ψ_l$, Вт/(м·°С) | Довжина теплового мосту, l, м | Поправочний коефіцієнт додаткових тепловтрат, $e_i$ | Температурний коефіцієнт кореляції (коеф. гра...) | враховує різницю температур в | Характеристика сонячної радіації | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| 2 | 7,36 | 20 | ЗС | Пн | 2,31 | 4,50 | 8,6 | 0,282 | 1,05 | | | | | | 2,55 | | 200 | 33 | 11,26 | 428 | -74 | 127 | 555 |
| Кімната охорони | | | В | Пн | 1,18 | 1,50 | 1,8 | 1,076 | 1,05 | | | | | | 2,00 | | | | | | | | |
| | | | ПЛ | - | - | - | 7,4 | 0,247 | 1,00 | | | | 0,39 | | | 0,72 | | | | | | | |
| 5 | 25,21 | 20 | ЗС | Зх | 3,22 | 4,50 | 11,0 | 0,282 | 1,00 | | | | | | 3,09 | | 355 | 71 | 24,14 | 917 | -252 | 103 | 1020 |
| Роздягальня | | | В | Зх | 2,35 | 1,50 | 3,5 | 1,076 | 1,00 | | | | | | 3,79 | | | | | | | | |
| | | | ПЛ | - | - | - | 25,2 | 0,247 | 1,00 | | | | 0,39 | | | 2,46 | | | | | | | |
| 10 | 55,51 | 20 | ЗС | Зх | 8,54 | 4,50 | 31,4 | 0,282 | 1,00 | | | | | | 8,84 | | 1703 | 84 | 28,56 | 1085 | -555 | 1148 | 2234 |
| Ігрова | | | ЗС | Пд | 5,09 | 4,50 | 19,4 | 0,282 | 1,00 | | | | | | 5,47 | | | | | | | | |
| | | | В | Зх | 1,18 | 1,50 | 3,5 | 1,076 | 1,00 | | | | | | 3,81 | | | | | | | | |
| | | | В | Зх | 2,35 | 1,50 | 3,5 | 1,076 | 1,00 | | | | | | 3,79 | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | В | Пд | 2,35 | 1,50 | 3,5 | 1,076 | 1,00 | | | | | | 3,79 | | | | | | | |
| | | | ПЛ | - | - | - | 55,5 | 0,247 | 1,00 | | | | 0,39 | | 13,71 | 5,41 | | | | | | |
| 11 | 47,00 | 20 | ЗС | Сх | 8,54 | 4,50 | 31,4 | 0,282 | 1,05 | | | | | | 9,29 | | | | | | | |
| Спальня | | | ЗС | Пд | 5,09 | 4,50 | 19,4 | 0,282 | 1,00 | | | | | | 5,47 | | | | | | | |
| | | | В | Сх | 1,18 | 1,50 | 3,5 | 1,076 | 1,05 | | | | | | 4,00 | | | | | | | |
| | | | В | Сх | 2,35 | 1,50 | 3,5 | 1,076 | 1,05 | | | | | | 3,98 | | | | | | | |
| | | | В | Пд | 2,35 | 1,50 | 3,5 | 1,076 | 1,00 | | | | | | 3,79 | | | | | | | |
| | | | ПЛ | - | - | - | 47,0 | 0,247 | 1,00 | | | | 0,39 | | | 4,58 | 1182 | 102 | 34,68 | 1318 | -470 | 712 | 2030 |
| 17 | 10,96 | 20 | ЗС | Сх | 3,15 | 4,50 | 14,2 | 0,282 | 1,05 | | | | | | 4,20 | | | | | | | |
| Завантажувальна | | | ЗС | Пд | 3,12 | 4,50 | 10,5 | 0,282 | 1,00 | | | | | | 2,97 | | | | | | | |
| | | | В | Пд | 2,35 | 1,50 | 3,5 | 1,076 | 1,00 | | | | | | 3,79 | | | | | | | |
| | | | ПЛ | - | - | - | 11,0 | 0,247 | 1,00 | | | | 0,39 | | | 1,07 | 457 | 23 | 7,82 | 297 | -110 | 347 | 644 |
| 19 | 6,12 | 20 | ЗС | Пн | 3,22 | 4,50 | 12,7 | 0,282 | 1,05 | | | | | | 3,77 | | | | | | | |
| Мийка кухонного посуду | | | В | Пн | 1,18 | 1,50 | 1,8 | 1,076 | 1,05 | | | | | | 2,00 | | | | | | | |
| | | | ПЛ | - | - | - | 6,1 | 0,247 | 1,00 | | | | 0,39 | | | 0,60 | 242 | 34 | 11,56 | 439 | -61 | 181 | 620 |
| 20 | 24,08 | 20 | ЗС | Пн | 5,42 | 4,50 | 20,9 | 0,282 | 1,05 | | | | | | 6,17 | | | | | | | |
| Кухня з столовою | | | ЗС | Зх | 0,42 | 4,50 | 1,9 | 0,282 | 1,00 | | | | | | 0,53 | | | | | | | |
| | | | ЗС | Сх | 0,42 | 4,50 | 1,9 | 0,282 | 1,05 | | | | | | 0,56 | | | | | | | |
| | | | В | Пн | 1,18 | 1,50 | 3,5 | 1,076 | 1,05 | | | | | | 4,00 | | | | | | | |
| | | | ПЛ | - | - | - | 24,1 | 0,247 | 1,00 | | | | 0,39 | | | 2,35 | 517 | 81 | 27,54 | 1047 | -241 | 277 | 1323 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 21 | 9,21 | 20 | ЗС | Пн | 3,12 | 4,50 | 10,5 | 0,282 | 1,05 | | | | | | 3,11 | | 443 | 42 | 14,28 | 543 | -92 | 350 | 893 |
| Заготівельний цех | | | ЗС | Сх | 2,74 | 4,50 | 12,3 | 0,282 | 1,05 | | | | | | 3,65 | | | | | | | | |
| | | | В | Пн | 2,35 | 1,50 | 3,5 | 1,076 | 1,05 | | | | | | 3,98 | | | | | | | | |
| | | | ПЛ | - | - | - | 9,2 | 0,247 | 1,00 | | | | 0,39 | | | 0,90 | | | | | | | |
| 26 | 6,23 | 20 | ЗС | Пд | 1,90 | 4,50 | 6,8 | 0,282 | 1,00 | | | | | | 1,91 | | 168 | 33 | 11,22 | 426 | -62 | 106 | 532 |
| Палата ізолятора | | | В | Пд | 1,18 | 1,50 | 1,8 | 1,076 | 1,00 | | | | | | 1,90 | | | | | | | | |
| | | | ПЛ | - | - | - | 6,2 | 0,247 | 1,00 | | | | 0,39 | | | 0,61 | | | | | | | |
| 28 | 18,90 | 20 | ЗС | Пд | 3,16 | 4,50 | 12,5 | 0,282 | 1,00 | | | | | | 3,51 | | 276 | 33 | 11,22 | 426 | -189 | 87 | 513 |
| Медкабінета процедурна | | | В | Пд | 1,18 | 1,50 | 1,8 | 1,076 | 1,00 | | | | | | 1,90 | | | | | | | | |
| | | | ПЛ | - | - | - | 18,9 | 0,247 | 1,00 | | | | 0,39 | | | 1,84 | | | | | | | |
| 29 | 8,67 | 20 | ЗС | Пд | 2,14 | 4,50 | 7,9 | 0,282 | 1,00 | | | | | | 2,22 | | 189 | 36 | 12,24 | 465 | -87 | 102 | 567 |
| Фізіотерапевтичний кабінет | | | В | Пд | 1,18 | 1,50 | 1,8 | 1,076 | 1,00 | | | | | | 1,90 | | | | | | | | |
| | | | ПЛ | - | - | - | 8,7 | 0,247 | 1,00 | | | | 0,39 | | | 0,85 | | | | | | | |
| 34 | 9,02 | 20 | ЗС | Зх | 3,22 | 4,50 | 11,0 | 0,282 | 1,00 | | | | | | 3,09 | | 295 | 32 | 10,88 | 413 | -90 | 205 | 618 |
| Кабінет завідуючої | | | В | Зх | 2,35 | 1,50 | 3,5 | 1,076 | 1,00 | | | | | | 3,79 | | | | | | | | |
| | | | ПЛ | - | - | - | 9,0 | 0,247 | 1,00 | | | | 0,39 | | | 0,88 | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 43 | 61,16 | 20 | ЗС | Пн | 5,19 | 4,50 | 19,8 | 0,282 | 1,05 | | | | | | 5,87 | | 876 | 71 | 24,14 | 917 | -612 | 264 | 1181 |
| Універсальна зала для гімнастичних занять | | | ЗС | Сх | 3,22 | 4,50 | 11,0 | 0,282 | 1,05 | | | | | | 3,25 | | | | | | | | |
| | | | В | Пн | 2,35 | 1,50 | 3,5 | 1,076 | 1,05 | | | | | | 3,98 | | | | | | | | |
| | | | В | Сх | 2,35 | 1,50 | 3,5 | 1,076 | 1,05 | | | | | | 3,98 | | | | | | | | |
| | | | ПЛ | - | - | - | 61,2 | 0,247 | 1,00 | | | | 0,39 | | | 5,96 | | | | | | | |
| 47 | 25,38 | 20 | ЗС | Пн | 4,67 | 4,50 | 17,5 | 0,282 | 1,05 | | | | | | 5,18 | | 704 | 34 | 11,60 | 441 | -254 | 450 | 891 |
| Приміщення для прання | | | ЗС | Зх | 3,22 | 4,50 | 11,0 | 0,282 | 1,00 | | | | | | 3,09 | | | | | | | | |
| | | | В | Пн | 2,35 | 1,50 | 3,5 | 1,076 | 1,05 | | | | | | 3,98 | | | | | | | | |
| | | | В | Зх | 2,35 | 1,50 | 3,5 | 1,076 | 1,00 | | | | | | 3,79 | | | | | | | | |
| | | | ПЛ | - | - | - | 25,4 | 0,247 | 1,00 | | | | 0,39 | | | 2,47 | | | | | | | |

Розрахунки по системі вентиляції для гімназії

Додаток В

| Приміщення | | | Огородження | | | | | | | | | | Години |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| № п/п | Найме-нування та $t_{вн}$, °С | $A_п$, м$^2$ | Поз-наче-ння | Орієн-тація | Ширина горизонтальних і вертикальних будівельних сонцезахисних площин, м. | | Відстань, від сонцезахисних площин відповідно до вертикального або горизонтального краю світлового прорізу, м. | | Розміри, кількість **(a•b)n**, м | | | **A**, м$^2$ | Термічний опір R (м$^2$·°С)/Вт | |
| | | | | | $l_1$ | $l_2$ | r | s | H | B | n | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| **143** | Р. К.; θwh = 21 °С | | **В** | Пн | 0,15 | 0,15 | 0,05 | 0,05 | 1,5 | 2,35 | 1,0 | 3,525 | 0,790 | 8-9<br>9-10<br>10-11<br>11-12<br>12-13<br>13-14<br>14-15 |
| | | | **В** | Сх | 0,15 | 0,15 | 0,05 | 0,05 | 1,5 | 2,35 | 1,0 | 3,525 | 0,790 | 8-9<br>9-10<br>10-11<br>11-12<br>12-13<br>13-14<br>14-15 |

Продовження дод. В

| Коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огородження $\alpha_{зл}$ | Максемальне значення теплового потоку $J_{max}$ Вт/м$^2$ | | | Середньодобове значення теплового потоку $J_{сер}$ Вт/м$^2$ | Коефіцієнт поглинання сонячної радіації $\chi$ | Середня амплітуда добових коливань температури зовнішнього повітря в липні $A_{тз}$ °С | Розрахункова амплітуда коливань температури зовнішнього повітря, А $\theta_{з\,роз}$ °С | Середня температура в липні, $\theta_{з}$ °С, | Коефіцієнт, що виражає гармонійні коливання температур зовнішнього повітря $\theta_1$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | пряма | розсіяна | ∑ | | | | | | |
| 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| 103,8 | 0,0 | 94,0 | 94,0 | 73 | 0,7 | 8,0 | 8,14 | 21 | 0,985 |
| | 0,0 | 86,0 | 86,0 | | | | 8,09 | | 0,920 |
| | 0,0 | 81,0 | 81,0 | | | | 8,05 | | 0,790 |
| | 0,0 | 80,0 | 80,0 | | | | 8,04 | | 0,605 |
| | 80,0 | 0,0 | 80,0 | | | | 8,04 | | 0,380 |
| | 81,0 | 0,0 | 81,0 | | | | 8,05 | | 0,130 |
| | 86,0 | 0,0 | 86,0 | | | | 8,09 | | 0,130 |
| 58,0 | 0,0 | 94,0 | 94,0 | 73 | 0,7 | 8,0 | 8,25 | 21 | 0,985 |
| | 0,0 | 86,0 | 86,0 | | | | 8,16 | | 0,920 |
| | 0,0 | 81,0 | 81,0 | | | | 8,10 | | 0,790 |
| | 0,0 | 80,0 | 80,0 | | | | 8,08 | | 0,605 |
| | 80,0 | 0,0 | 80,0 | | | | 8,08 | | 0,380 |
| | 81,0 | 0,0 | 81,0 | | | | 8,10 | | 0,130 |
| | 86,0 | 0,0 | 86,0 | | | | 8,16 | | 0,130 |

Продовження дод. В

| Тепловий потік теплопередачою через світловий отвір $Q_{\Delta\theta}$ | Показник сумарного засвоєння теплоти огородженнями ∑Y Вт/°С | Показник інтенсивності конвективного теплообміну в приміщені Δ Вт/°С | ∑Y/Δ | Показник характеризує поглинання огородженнями та обладнанням приміщення теплового потоку прямої та розсіяної сонячної радіації, що передається повітрю конвективними потоками $a_n$ | β | γ | Кг | Кв | К2 | $A_s$ | $A_{oc}$ | As ос | hs | КпГ | КпВ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 |
| 18,60 | 2066,7 | 631,3 | 3,27 | 0,29 | 5,5 | 3,6 | 0,918 | 0,971 | 0,89 | 76 | 180 | 104 | 40 | 0,915 | 1,00 |
| 17,26 | | | | 0,24 | | | | | | 60 | | 120 | 49 | 1,42 | 0,98 |
| 15,15 | | | | 0,21 | | | | | | 40 | | 140 | 56 | 0,72 | 0,70 |
| 12,40 | | | | 0,20 | | | | | | 16 | | 164 | 61 | 0,568 | 0,97 |
| 9,12 | | | | 0,19 | | | | | | 16 | | 164 | 61 | 0,568 | 0,97 |
| 5,47 | | | | 0,18 | | | | | | 40 | | 140 | 56 | 0,72 | 0,70 |
| 5,50 | | | | 0,175 | | | | | | 60 | | 120 | 49 | 1,42 | 0,98 |
| 19,11 | 2066,7 | 631,3 | 3,27 | 0,29 | 5,5 | 3,6 | 0,918 | 0,971 | 0,89 | 76 | 90 | 14 | 40 | 1,85 | 0,56 |
| 16,97 | | | | 0,24 | | | | | | 60 | | 30 | 49 | 3,09 | 0,61 |
| 15,00 | | | | 0,21 | | | | | | 40 | | 50 | 56 | 1,09 | 1,00 |
| 12,30 | | | | 0,20 | | | | | | 16 | | 74 | 61 | 1,15 | 0,66 |
| 9,05 | | | | 0,19 | | | | | | 16 | | 74 | 61 | 1,15 | 0,66 |
| 5,45 | | | | 0,18 | | | | | | 40 | | 50 | 56 | 1,09 | 1,00 |
| 5,46 | | | | 0,175 | | | | | | 60 | | 30 | 49 | 3,09 | 0,61 |

Продовження дод. В

| К1 | К3 | К4 | Ав | Поверхнева щільність теплового потоку I Вт/м$^2$ | | Тепловий потік сонячної радіації через світловий отвір Q со Вт | Тепловий потік через засклений світловий отвір Q Вт |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | пряма | розсіяна | | |
| 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 |
| 0,915 | 0,4 | 0,50 | 2,82 | 0 | 70 | 28,1 | 26,03 |
| 1,39 | | | | 0 | 64 | 25,7 | 23,02 |
| 0,50 | | | | 0 | 60 | 24,1 | 20 |
| 0,55 | | | | 0 | 59 | 23,7 | 17 |
| 0,55 | | | | 59 | 0 | 14,6 | 11,78 |
| 0,50 | | | | 60 | 0 | 13,5 | 7,88 |
| 1,39 | | | | 64 | 0 | 40,1 | 12,48 |
| 1,04 | 0,4 | 0,50 | 2,82 | 497 | 121 | 281,8 | 99,8 |
| 1,88 | | | | 372 | 100 | 355,7 | 102,34≈105 |
| 1,09 | | | | 193 | 81 | 127 | 41,67 |
| 0,76 | | | | 37 | 72 | 41,6 | 20,62 |
| 0,76 | | | | 72 | 37 | 39,6 | 16,57 |
| 1,09 | | | | 81 | 193 | 117,3 | 26,57 |
| 1,88 | | | | 100 | 372 | 234,2 | 46,45 |

## *Аеродинамічний розрахунок повітропроводів припливної системи ПВ-2*

| Номер ділянки | Витрата повітря на ділянці $L_{дл}$, м³/год | Довжина ділянки $l_{дл}$, м | Розрахункова швидкість в перерізі $\upsilon_р$, м/с | Розрахункова площа поперечного перерізу повітропроводу $f_р$, м² | Розміри поперечного перерізу повітропроводу a x b (B x H) для прямокутного повітропроводу або d для круглого, мм | | | Еквівалентний діаметр $d_э$, мм | Дійсна площа поперечного перерізу повітропроводу $f_д$, м² | Дійсна швидкість в перерізі $\upsilon_д$, м/с | Коефіцієнт шорсткості $\beta_ш$ | Коефіцієнт $K_1$ | Швидкістний (динамічний) тиск на ділянці $P_д$ | Втрати тиску на тертя | | Сума коефіцієнтів місцевих опорів на ділянці $\Sigma\xi_{дил}$ | Коефіцієнт $K_2$ | Втрати тиску на подолання місцевих опорів $\Delta P_2 = \Sigma\xi_{дил} \cdot P_д \cdot K_2$ | Загальні втрати тиску на ділянці, $\Delta P_{дл} = R_{тер} + P_2$, Па | Сумарні втрати тиску на ділянці від початку мережі, Па | Невʼязка | Необхідний коефіцієнт місцевого опору дросель-клапана $\xi_{дк}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | h | | b | | | | | | | Питоми на 1 п.м R, Па/м | На всій ділянці $P_{дил} = R/\beta_ш \cdot K_1$ | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
| **Приплив (магістраль)** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 - 2 | 225 | 3,65 | 4,00 | 0,016 | - | x | - | 150 | 0,018 | 3,54 | 1 | 1 | 7,54 | 2,061 | 7,52 | 1,00 | 1 | 7,54 | 15,06 | 15,06 | - | - |
| 2 - 3 | 305 | 1,58 | 4,14 | 0,02 | - | x | - | 160 | 0,020 | 4,21 | 1 | 1 | 10,70 | 2,583 | 4,08 | 1,00 | 1 | 10,70 | 14,78 | 29,84 | - | - |
| 3 - 4 | 515 | 3,35 | 4,28 | 0,033 | - | x | - | 224 | 0,039 | 3,63 | 1 | 1 | 7,94 | 1,307 | 4,38 | 1,00 | 1 | 7,94 | 12,32 | 42,15 | - | - |
| 4 - 5 | 685 | 1,65 | 4,42 | 0,043 | - | x | - | 250 | 0,049 | 3,88 | 1 | 1 | 9,05 | 1,278 | 2,11 | 1,00 | 1 | 9,05 | 11,16 | 53,31 | - | - |
| 5 - 6 | 715 | 0,75 | 4,56 | 0,044 | - | x | - | 250 | 0,049 | 4,05 | 1 | 1 | 9,86 | 1,377 | 1,03 | 1,00 | 1 | 9,86 | 10,89 | 64,21 | - | - |
| 6 - 7 | 835 | 1,55 | 4,70 | 0,049 | - | x | - | 250 | 0,049 | 4,73 | 1 | 1 | 13,45 | 1,807 | 2,80 | 1,00 | 1 | 13,45 | 16,25 | 69,56 | - | - |
| 6 - 7 | 990 | 1,55 | 4,84 | 0,057 | - | x | - | 280 | 0,062 | 4,47 | 1 | 1 | 12,02 | 1,421 | 2,20 | 1,00 | 1 | 12,02 | 14,22 | 83,78 | - | - |
| 7 - 8 | 1115 | 1,85 | 4,98 | 0,062 | - | x | - | 315 | 0,078 | 3,97 | 1 | 1 | 9,51 | 1,000 | 1,85 | 1,00 | 1 | 9,51 | 11,36 | 95,14 | - | - |
| 8 - 9 | 1240 | 2,03 | 5,12 | 0,067 | - | x | - | 315 | 0,078 | 4,42 | 1 | 1 | 11,77 | 1,204 | 2,44 | 1,00 | 1 | 11,77 | 14,21 | 109,36 | - | - |
| 9 - 10 | 1365 | 1,71 | 5,26 | 0,072 | - | x | - | 315 | 0,078 | 4,87 | 1 | 1 | 14,26 | 1,425 | 2,44 | 1,00 | 1 | 14,26 | 16,70 | 126,05 | - | - |
| 10 - 11 | 1545 | 0,97 | 5,40 | 0,079 | - | x | - | 355 | 0,099 | 4,34 | 1 | 1 | 11,32 | 1,003 | 0,97 | 1,00 | 1 | 11,32 | 12,30 | 138,35 | - | - |
| 11 - 12 | 1670 | 1,18 | 5,54 | 0,084 | - | x | - | 355 | 0,099 | 4,69 | 1 | 1 | 13,23 | 1,149 | 1,36 | 1,00 | 1 | 13,23 | 14,59 | 152,94 | - | - |
| 12 - 13 | 1795 | 1,17 | 5,68 | 0,088 | - | x | - | 355 | 0,099 | 5,04 | 1 | 1 | 15,29 | 1,304 | 1,53 | 1,00 | 1 | 15,29 | 16,81 | 169,75 | - | - |
| 13 - 14 | 1810 | 0,97 | 5,82 | 0,086 | - | x | - | 355 | 0,099 | 5,08 | 1 | 1 | 15,54 | 1,323 | 1,28 | 1,00 | 1 | 15,54 | 16,83 | 186,58 | - | - |
| 14 - 15 | 1935 | 0,78 | 5,96 | 0,09 | - | x | - | 355 | 0,099 | 5,43 | 1 | 1 | 17,76 | 1,487 | 1,16 | 1,00 | 1 | 17,76 | 18,92 | 205,50 | - | - |
| 15 - 16 | 2060 | 1,04 | 6,10 | 0,094 | - | x | - | 355 | 0,099 | 5,78 | 1 | 1 | 20,13 | 1,659 | 1,73 | 1,00 | 1 | 20,13 | 21,86 | 227,36 | - | - |
| 16 - 17 | 2185 | 0,63 | 6,24 | 0,097 | - | x | - | 355 | 0,099 | 6,13 | 1 | 1 | 22,65 | 1,839 | 1,16 | 1,00 | 1 | 22,65 | 23,81 | 251,17 | - | - |
| 17 - 18 | 3305 | 0,52 | 6,38 | 0,144 | - | x | - | 450 | 0,159 | 5,77 | 1 | 1 | 20,07 | 1,230 | 0,64 | 1,00 | 1 | 20,07 | 20,71 | 271,88 | - | - |
| 18 - 19 | 3430 | 2,55 | 6,52 | 0,146 | - | x | - | 450 | 0,159 | 5,99 | 1 | 1 | 21,62 | 1,313 | 3,35 | 1,00 | 1 | 21,62 | 24,97 | 296,85 | - | - |
| 19 - 20 | 3455 | 0,86 | 6,66 | 0,144 | - | x | - | 450 | 0,159 | 6,03 | 1 | 1 | 21,94 | 1,330 | 1,14 | 1,00 | 1 | 21,94 | 23,08 | 319,92 | - | - |
| 20 - 21 | 3635 | 1,08 | 6,80 | 0,148 | - | x | - | 450 | 0,159 | 6,35 | 1 | 1 | 24,28 | 1,453 | 1,57 | 1,00 | 1 | 24,28 | 25,85 | 345,77 | - | - |
| 21 - 22 | 3815 | 1,62 | 6,94 | 0,153 | - | x | - | 450 | 0,159 | 6,66 | 1 | 1 | 26,74 | 1,581 | 2,56 | 1,00 | 1 | 26,74 | 29,31 | 375,08 | - | - |
| 22 - 23 | 3995 | 0,96 | 7,08 | 0,157 | - | x | - | 450 | 0,159 | 6,98 | 1 | 1 | 29,33 | 1,714 | 1,65 | 1,00 | 1 | 29,33 | 30,97 | 406,05 | - | - |
| 23 - 24 | 4175 | 0,62 | 7,22 | 0,161 | - | x | - | 500 | 0,196 | 5,91 | 1 | 1 | 21,01 | 1,123 | 0,70 | 1,00 | 1 | 21,01 | 21,71 | 427,76 | - | - |
| 24 - 25 | 4255 | 0,96 | 7,36 | 0,161 | - | x | - | 500 | 0,196 | 6,02 | 1 | 1 | 21,83 | 1,161 | 1,11 | 1,00 | 1 | 21,83 | 22,94 | 450,71 | - | - |
| 25 - 26 | 4485 | 0,85 | 7,50 | 0,166 | - | x | - | 500 | 0,196 | 6,34 | 1 | 1 | 24,25 | 1,273 | 1,08 | 1,00 | 1 | 24,25 | 25,33 | 476,04 | - | - |
| 26 - 27 | 4585 | 1,17 | 7,64 | 0,167 | - | x | - | 500 | 0,196 | 6,49 | 1 | 1 | 25,34 | 1,323 | 1,55 | 1,00 | 1 | 25,34 | 26,89 | 502,93 | - | - |
| 27 - 28 | 4685 | 1,32 | 7,78 | 0,167 | - | x | - | 500 | 0,196 | 6,63 | 1 | 1 | 26,46 | 1,374 | 1,81 | 1,00 | 1 | 26,46 | 28,28 | 531,21 | - | - |
| 28 - 29 | 4795 | 2,65 | 7,92 | 0,168 | - | x | - | 500 | 0,196 | 6,78 | 1 | 1 | 27,72 | 1,430 | 3,79 | 1,00 | 1 | 27,72 | 31,51 | 562,72 | - | - |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | **Сумарні втрати тиску вмережі:** | **562,72** | **Па** | |
| **Приплив (відгалуження)** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 - 2 | 105 | 0,91 | 4,00 | 0,007 | - | x | - | 100 | 0,008 | 3,71 | 1 | 1 | 8,31 | 3,726 | 3,39 | 1,00 | 1 | 8,31 | 11,70 | 11,70 | - | - |
| 2 - 3 | 210 | 6,82 | 4,15 | 0,014 | - | x | - | 140 | 0,015 | 3,79 | 1 | 1 | 8,65 | 2,535 | 17,29 | 1,00 | 1 | 8,65 | 25,94 | 37,64 | - | - |
| 3 - 4 | 80 | 1,75 | 4,00 | 0,006 | - | x | - | 100 | 0,008 | 2,83 | 1 | 1 | 4,82 | 2,315 | 4,05 | 1,00 | 1 | 4,82 | 8,87 | 8,87 | - | - |
| 4 - 5 | 170 | 2,45 | 4,00 | 0,012 | - | x | - | 125 | 0,012 | 3,85 | 1 | 1 | 8,92 | 3,000 | 7,35 | 1,00 | 1 | 8,92 | 16,27 | 16,27 | - | - |
| 5 - 6 | 30 | 6,45 | 4,00 | 0,002 | - | x | - | 100 | 0,008 | 1,06 | 1 | 1 | 0,68 | 0,416 | 2,68 | 1,00 | 1 | 0,68 | 3,36 | 3,36 | - | - |
| 6 - 7 | 55 | 2,85 | 4,00 | 0,004 | - | x | - | 100 | 0,008 | 1,95 | 1 | 1 | 2,28 | 1,202 | 3,43 | 1,00 | 1 | 2,28 | 5,70 | 5,70 | - | - |
| 7 - 8 | 130 | 6,25 | 4,00 | 0,009 | - | x | - | 110 | 0,010 | 3,80 | 1 | 1 | 8,70 | 3,443 | 21,52 | 1,00 | 1 | 8,70 | 30,22 | 30,22 | - | - |
| 8 - 9 | 180 | 3,85 | 4,15 | 0,012 | - | x | - | 125 | 0,012 | 4,07 | 1 | 1 | 10,00 | 3,316 | 12,77 | 1,00 | 1 | 10,00 | 22,77 | 52,99 | - | - |
| 9 - 10 | 15 | 1,73 | 4,00 | 0,001 | - | x | - | 100 | 0,008 | 0,53 | 1 | 1 | 0,17 | 0,124 | 0,21 | 1,00 | 1 | 0,17 | 0,38 | 0,38 | - | - |
| 10 - 11 | 214 | 4,70 | 4,00 | 0,015 | - | x | - | 140 | 0,015 | 3,86 | 1 | 1 | 8,98 | 2,620 | 12,31 | 1,00 | 1 | 8,98 | 21,30 | 21,30 | - | - |
| 11 - 12 | 320 | 7,83 | 4,15 | 0,021 | - | x | - | 180 | 0,025 | 3,49 | 1 | 1 | 7,35 | 1,606 | 12,57 | 1,00 | 1 | 7,35 | 19,92 | 41,22 | - | - |
| 12 - 13 | 268 | 3,14 | 4,00 | 0,019 | - | x | - | 160 | 0,020 | 3,70 | 1 | 1 | 8,26 | 2,060 | 6,47 | 1,00 | 1 | 8,26 | 14,73 | 14,73 | - | - |
| 13 - 14 | 401 | 0,96 | 4,15 | 0,027 | - | x | - | 200 | 0,031 | 3,55 | 1 | 1 | 7,57 | 1,445 | 1,39 | 1,00 | 1 | 7,57 | 8,96 | 23,69 | - | - |
| 14 - 15 | 534 | 1,22 | 4,30 | 0,034 | - | x | - | 224 | 0,039 | 3,76 | 1 | 1 | 8,53 | 1,392 | 1,70 | 1,00 | 1 | 8,53 | 10,23 | 33,92 | - | - |
| 15 - 16 | 667 | 1,13 | 4,45 | 0,042 | - | x | - | 250 | 0,049 | 3,77 | 1 | 1 | 8,58 | 1,220 | 1,38 | 1,00 | 1 | 8,58 | 9,96 | 43,88 | - | - |
| 16 - 17 | 800 | 1,09 | 4,60 | 0,048 | - | x | - | 250 | 0,049 | 4,53 | 1 | 1 | 12,35 | 1,676 | 1,83 | 1,00 | 1 | 12,35 | 14,17 | 58,05 | - | - |
| 17 - 18 | 1120 | 5,22 | 4,75 | 0,065 | - | x | - | 315 | 0,078 | 3,99 | 1 | 1 | 9,60 | 1,008 | 5,26 | 1,00 | 1 | 9,60 | 14,86 | 72,91 | - | - |
| 18 - 19 | 25 | 1,30 | 4,00 | 0,002 | - | x | - | 100 | 0,008 | 0,88 | 1 | 1 | 0,47 | 0,302 | 0,39 | 1,00 | 1 | 0,47 | 0,86 | 0,86 | - | - |
| 19 - 20 | 80 | 3,50 | 4,00 | 0,006 | - | x | - | 100 | 0,008 | 2,83 | 1 | 1 | 4,82 | 2,315 | 8,10 | 1,00 | 1 | 4,82 | 12,93 | 12,93 | - | - |
| 20 - 21 | 115 | 3,34 | 4,00 | 0,008 | - | x | - | 110 | 0,010 | 3,36 | 1 | 1 | 6,81 | 2,779 | 9,28 | 1,00 | 1 | 6,81 | 16,09 | 16,09 | - | - |
| 21 - 22 | 230 | 5,11 | 4,15 | 0,015 | - | x | - | 140 | 0,015 | 4,15 | 1 | 1 | 10,38 | 2,973 | 15,19 | 1,00 | 1 | 10,38 | 25,57 | 41,65 | - | - |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | **Сумарні втрати тиску на відгалуженнях:** | **548,36** | **Па** | |

## *Аеродинамічний розрахунок повітропроводів витяжної системи ПВ- 2*

| Номер ділянки | Витрата повітря на ділянці $l_{діл}$, м³/ год | Довжина ділянки $l_{діл}$, м | Розрахункова швидкість в перерізі $v_p$, м/с | Розрахункова площа поперечного перерізу повітропроводу $f_p$, м² | Розміри поперечного перерізу повітропроводу a x b (B x H) для прямокутного повітропроводу або d для круглого, мм: h | b | Еквівалентний діаметр $d_е$, мм | Дійсна площа поперечного перерізу повітропроводу $f_д$, м² | Дійсна швидкість в перерізі $v_д$, м/с | Коефіцієнт шорсткості $\beta_ш$ | Коефіцієнт $K_1$ | Швидкістний (динамічний) тиск на ділянці $P_д$ | Втрати тиску на тертя: Питомі на 1 п.м R, Па/ м | Втрати тиску на тертя: На всій ділянці $P_{діл} = R \cdot l / \beta_ш \cdot K_1$ | Сума коефіцієнтів місцевих опорів на ділянці $\Sigma\xi_{діл}$ | Коефіцієнт $K_2$ | Втрати тиску на подолання місцевих опорів $\Delta P_2 = \Sigma\xi_{діл} \cdot P_д \cdot K_2$ | Загальні втрати тиску на ділянці, $\Delta P_{діл} = P_{тер} + P_2$, Па | Сумарні втрати тиску на ділянці від початку мережі, Па | Невʼязка | Необхідний коефіцієнт місцевого опору дросельклапана $\xi_{дк}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
| **Видалення (магістраль)** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 - 2 | 145 | 4,72 | 4,00 | 0,01 | - x - | | 125 | 0,012 | 3,28 | 1 | 1 | 6,49 | 2,271 | 10,72 | 1,00 | 1 | 6,49 | 17,21 | 17,21 | - | - |
| 2 - 3 | 270 | 3,12 | 4,26 | 0,018 | - x - | | 150 | 0,018 | 4,24 | 1 | 1 | 10,85 | 2,836 | 8,85 | 1,00 | 1 | 10,85 | 19,70 | 36,91 | - | - |
| 3 - 4 | 406 | 2,06 | 4,52 | 0,025 | - x - | | 180 | 0,025 | 4,43 | 1 | 1 | 11,83 | 2,435 | 5,02 | 1,00 | 1 | 11,83 | 16,85 | 53,76 | - | - |
| 4 - 5 | 542 | 1,63 | 4,78 | 0,031 | - x - | | 224 | 0,039 | 3,82 | 1 | 1 | 8,79 | 1,429 | 2,33 | 1,00 | 1 | 8,79 | 11,12 | 64,88 | - | - |
| 5 - 6 | 815 | 1,92 | 5,04 | 0,045 | - x - | | 250 | 0,049 | 4,61 | 1 | 1 | 12,81 | 1,732 | 3,33 | 1,00 | 1 | 12,81 | 16,14 | 81,02 | - | - |
| 6 - 7 | 870 | 2,71 | 5,30 | 0,046 | - x - | | 250 | 0,049 | 4,92 | 1 | 1 | 14,60 | 1,942 | 5,26 | 1,00 | 1 | 14,60 | 19,86 | 100,88 | - | - |
| 7 - 8 | 890 | 3,36 | 5,56 | 0,044 | - x - | | 250 | 0,049 | 5,04 | 1 | 1 | 15,28 | 2,020 | 6,79 | 1,00 | 1 | 15,28 | 22,07 | 122,95 | - | - |
| 8 - 9 | 955 | 1,18 | 5,82 | 0,046 | - x - | | 250 | 0,049 | 5,40 | 1 | 1 | 17,59 | 2,286 | 2,70 | 1,00 | 1 | 17,59 | 20,29 | 143,24 | - | - |
| 9 - 10 | 1320 | 13,81 | 6,08 | 0,06 | - x - | | 280 | 0,062 | 5,95 | 1 | 1 | 21,36 | 2,351 | 32,46 | 1,00 | 1 | 21,36 | 53,82 | 197,06 | - | - |
| 10 - 11 | 2610 | 1,48 | 6,34 | 0,114 | - x - | | 400 | 0,126 | 5,77 | 1 | 1 | 20,05 | 1,424 | 2,11 | 1,00 | 1 | 20,05 | 22,16 | 219,22 | - | - |
| 11 - 12 | 2660 | 4,84 | 6,60 | 0,112 | - x - | | 400 | 0,126 | 5,88 | 1 | 1 | 20,83 | 1,472 | 7,13 | 1,00 | 1 | 20,83 | 27,95 | 247,17 | - | - |
| 12 - 13 | 2740 | 1,61 | 6,86 | 0,111 | - x - | | 400 | 0,126 | 6,06 | 1 | 1 | 22,10 | 1,551 | 2,50 | 1,00 | 1 | 22,10 | 24,59 | 271,77 | - | - |
| 13 - 14 | 2975 | 1,26 | 7,12 | 0,116 | - x - | | 400 | 0,126 | 6,58 | 1 | 1 | 26,05 | 1,791 | 2,26 | 1,00 | 1 | 26,05 | 28,31 | 300,07 | - | - |
| 14 - 15 | 3120 | 4,94 | 7,38 | 0,117 | - x - | | 400 | 0,126 | 6,90 | 1 | 1 | 28,65 | 1,946 | 9,61 | 1,00 | 1 | 28,65 | 38,27 | 338,34 | - | - |
| 15 - 16 | 3230 | 0,65 | 7,64 | 0,117 | - x - | | 400 | 0,126 | 7,14 | 1 | 1 | 30,71 | 2,068 | 1,34 | 1,00 | 1 | 30,71 | 32,05 | 370,39 | - | - |
| | | | | | | | | | | | | | | **Сумарні втрати тиску вмережі:** | | | | | **370,39** | **Па** | |
| **Видалення** (відгалуження) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 - 2 | 137 | 4,77 | 4,00 | 0,01 | - x - | | 125 | 0,012 | 3,10 | 1 | 1 | 5,79 | 2,057 | 9,81 | 1,00 | 1 | 5,79 | 15,60 | 15,60 | - | - |
| 2 - 3 | 273 | 1,77 | 4,15 | 0,018 | - x - | | 160 | 0,020 | 3,77 | 1 | 1 | 8,57 | 2,128 | 3,77 | 1,00 | 1 | 8,57 | 12,34 | 27,94 | - | - |
| 3 - 4 | 50 | 3,60 | 4,00 | 0,003 | - x - | | 100 | 0,008 | 1,77 | 1 | 1 | 1,88 | 1,017 | 3,66 | 1,00 | 1 | 1,88 | 5,55 | 5,55 | - | - |
| 4 - 5 | 130 | 2,35 | 4,15 | 0,009 | - x - | | 110 | 0,010 | 3,80 | 1 | 1 | 8,70 | 3,443 | 8,09 | 1,00 | 1 | 8,70 | 16,79 | 22,34 | - | - |
| 5 - 6 | 215 | 1,09 | 4,30 | 0,014 | - x - | | 140 | 0,015 | 3,88 | 1 | 1 | 9,07 | 2,642 | 2,88 | 1,00 | 1 | 9,07 | 11,95 | 34,28 | - | - |
| 6 - 7 | 300 | 2,04 | 4,45 | 0,019 | - x - | | 160 | 0,020 | 4,14 | 1 | 1 | 10,35 | 2,510 | 5,12 | 1,00 | 1 | 10,35 | 15,47 | 49,75 | - | - |
| 7 - 8 | 355 | 4,27 | 4,60 | 0,021 | - x - | | 180 | 0,025 | 3,88 | 1 | 1 | 9,05 | 1,926 | 8,22 | 1,00 | 1 | 9,05 | 17,27 | 67,02 | - | - |
| 8 - 9 | 365 | 0,96 | 4,75 | 0,021 | - x - | | 180 | 0,025 | 3,98 | 1 | 1 | 9,56 | 2,022 | 1,94 | 1,00 | 1 | 9,56 | 11,50 | 78,52 | - | - |
| 9 - 10 | 106 | 4,61 | 4,00 | 0,007 | - x - | | 100 | 0,008 | 3,75 | 1 | 1 | 8,47 | 3,789 | 17,47 | 1,00 | 1 | 8,47 | 25,93 | 25,93 | - | - |
| 10 - 11 | 213 | 3,80 | 4,15 | 0,014 | - x - | | 140 | 0,015 | 3,84 | 1 | 1 | 8,90 | 2,599 | 9,88 | 1,00 | 1 | 8,90 | 18,77 | 44,71 | - | - |
| 11 - 12 | 320 | 4,03 | 4,30 | 0,021 | - x - | | 180 | 0,025 | 3,49 | 1 | 1 | 7,35 | 1,606 | 6,47 | 1,00 | 1 | 7,35 | 13,82 | 58,53 | - | - |
| 12 - 13 | 453 | 1,84 | 4,45 | 0,028 | - x - | | 200 | 0,031 | 4,01 | 1 | 1 | 9,66 | 1,788 | 3,29 | 1,00 | 1 | 9,66 | 12,96 | 71,48 | - | - |
| 13 - 14 | 586 | 1,34 | 4,60 | 0,035 | - x - | | 224 | 0,039 | 4,13 | 1 | 1 | 10,28 | 1,638 | 2,20 | 1,00 | 1 | 10,28 | 12,47 | 83,96 | - | - |
| 14 - 15 | 135 | 2,04 | 4,00 | 0,009 | - x - | | 110 | 0,010 | 3,95 | 1 | 1 | 9,38 | 3,679 | 7,50 | 1,00 | 1 | 9,38 | 16,88 | 16,88 | - | - |
| 15 - 16 | 268 | 2,20 | 4,15 | 0,018 | - x - | | 160 | 0,020 | 3,70 | 1 | 1 | 8,26 | 2,060 | 4,53 | 1,00 | 1 | 8,26 | 12,79 | 29,67 | - | - |
| 16 - 17 | 401 | 1,67 | 4,30 | 0,026 | - x - | | 200 | 0,031 | 3,55 | 1 | 1 | 7,57 | 1,445 | 2,41 | 1,00 | 1 | 7,57 | 9,99 | 39,66 | - | - |
| 17 - 18 | 534 | 1,25 | 4,45 | 0,033 | - x - | | 224 | 0,039 | 3,76 | 1 | 1 | 8,53 | 1,392 | 1,74 | 1,00 | 1 | 8,53 | 10,27 | 49,93 | - | - |
| 18 - 19 | 1120 | 4,11 | 4,60 | 0,068 | - x - | | 315 | 0,078 | 3,99 | 1 | 1 | 9,60 | 1,008 | 4,14 | 1,00 | 1 | 9,60 | 13,74 | 97,70 | - | - |
| 19 - 20 | 1205 | 1,22 | 4,75 | 0,07 | - x - | | 315 | 0,078 | 4,30 | 1 | 1 | 11,11 | 1,145 | 1,40 | 1,00 | 1 | 11,11 | 12,51 | 110,21 | - | - |
| 20 - 21 | 1290 | 1,83 | 4,90 | 0,073 | - x - | | 315 | 0,078 | 4,60 | 1 | 1 | 12,74 | 1,291 | 2,36 | 1,00 | 1 | 12,74 | 15,10 | 125,31 | - | - |
| 21 - 22 | 50 | 1,08 | 4,00 | 0,003 | - x - | | 100 | 0,008 | 1,77 | 1 | 1 | 1,88 | 1,017 | 1,10 | 1,00 | 1 | 1,88 | 2,98 | 2,98 | - | - |
| 22 - 23 | 80 | 2,89 | 4,00 | 0,006 | - x - | | 100 | 0,008 | 2,83 | 1 | 1 | 4,82 | 2,315 | 6,69 | 1,00 | 1 | 4,82 | 11,51 | 11,51 | - | - |
| 23 - 24 | 70 | 3,40 | 4,00 | 0,005 | - x - | | 100 | 0,008 | 2,48 | 1 | 1 | 3,69 | 1,833 | 6,23 | 1,00 | 1 | 3,69 | 9,92 | 9,92 | - | - |
| 24 - 25 | 130 | 4,19 | 4,15 | 0,009 | - x - | | 110 | 0,010 | 3,80 | 1 | 1 | 8,70 | 3,443 | 14,43 | 1,00 | 1 | 8,70 | 23,13 | 33,05 | - | - |
| 25 - 26 | 180 | 2,10 | 4,30 | 0,012 | - x - | | 125 | 0,012 | 4,07 | 1 | 1 | 10,00 | 3,316 | 6,96 | 1,00 | 1 | 10,00 | 16,96 | 50,01 | - | - |
| 26 - 27 | 15 | 1,03 | 4,00 | 0,001 | - x - | | 100 | 0,008 | 0,53 | 1 | 1 | 0,17 | 0,124 | 0,13 | 1,00 | 1 | 0,17 | 0,30 | 0,30 | - | - |
| 27 - 28 | 30 | 0,32 | 4,15 | 0,002 | - x - | | 100 | 0,008 | 1,06 | 1 | 1 | 0,68 | 0,416 | 0,13 | 1,00 | 1 | 0,68 | 0,81 | 1,11 | - | - |
| 28 - 29 | 210 | 2,10 | 4,45 | 0,013 | - x - | | 140 | 0,015 | 3,79 | 1 | 1 | 8,65 | 2,535 | 5,32 | 1,00 | 1 | 8,65 | 13,97 | 65,10 | - | - |
| 29 - 30 | 235 | 4,61 | 4,60 | 0,014 | - x - | | 140 | 0,015 | 4,24 | 1 | 1 | 10,83 | 3,087 | 14,23 | 1,00 | 1 | 10,83 | 25,06 | 90,16 | - | - |
| 30 - 31 | 115 | 2,84 | 4,00 | 0,008 | - x - | | 110 | 0,010 | 3,36 | 1 | 1 | 6,81 | 2,779 | 7,89 | 1,00 | 1 | 6,81 | 14,70 | 14,70 | - | - |
| 31 - 32 | 30 | 1,36 | 4,00 | 0,002 | - x - | | 100 | 0,008 | 1,06 | 1 | 1 | 0,68 | 0,416 | 0,57 | 1,00 | 1 | 0,68 | 1,24 | 1,24 | - | - |
| 32 - 33 | 145 | 2,90 | 4,15 | 0,01 | - x - | | 125 | 0,012 | 3,28 | 1 | 1 | 6,49 | 2,271 | 6,59 | 1,00 | 1 | 6,49 | 13,08 | 29,02 | - | - |
| **Видалення В1** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 - 2 | 400 | 1,9 | 3,00 | 0,037 | - x - | | 224 | 0,0394 | 2,82 | 1 | 1 | 4,79 | 0,840 | 1,60 | 1,45 | 1 | 6,94 | 8,55 | 8,55 | - | - |
| 2 - 3 | 600 | 0,9 | 3,75 | 0,044 | - x - | | 250 | 0,0491 | 3,40 | 1 | 1 | 6,94 | 1,013 | 0,88 | 0,94 | 1 | 6,53 | 7,41 | 15,96 | - | - |
| 3 - 4 | 800 | 0,5 | 4,50 | 0,049 | - x - | | 280 | 0,0616 | 3,61 | 1 | 1 | 7,85 | 0,979 | 0,45 | 0,94 | 1 | 7,38 | 7,83 | 23,78 | - | - |
| 4 - 5 | 1125 | 1,8 | 5,25 | 0,06 | - x - | | 280 | 0,0616 | 5,08 | 1 | 1 | 15,52 | 1,777 | 3,20 | 0,94 | 1 | 14,58 | 17,78 | 41,57 | - | - |
| 6 - 7 | 250 | 1,7 | 6,00 | 0,012 | - x - | | 125 | 0,0123 | 5,66 | 1 | 1 | 19,29 | 5,892 | 10,25 | 2,39 | 1 | 46,10 | 56,36 | 72,31 | - | - |
| 7 - 8 | 325 | 3,4 | 6,75 | 0,013 | - x - | | 140 | 0,0154 | 5,86 | 1 | 1 | 20,72 | 5,444 | 18,67 | 1,45 | 1 | 30,04 | 48,71 | 121,03 | - | - |
| **Видалення В2** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 - 2 | 115 | 1,3 | 4,00 | 0,008 | - x - | | 110 | 0,0095 | 3,36 | 1 | 1 | 6,81 | 2,779 | 3,67 | 0,94 | 1 | 6,40 | 10,07 | 10,07 | - | - |
| **Видалення В3** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 - 2 | 175 | 3,3 | 4,00 | 0,012 | - x - | | 125 | 0,0123 | 3,96 | 1 | 1 | 9,45 | 3,156 | 10,48 | 2,39 | 1 | 22,59 | 33,07 | 33,07 | - | - |
| **Видалення В4** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 - 2 | 150 | 1,3 | 4,00 | 0,01 | - x - | | 125 | 0,0123 | 3,40 | 1 | 1 | 6,94 | 2,410 | 3,13 | 0,94 | 1 | 6,53 | 9,66 | 9,66 | - | - |

| Номер ділянки | | | Витрата повітря на ділянці $L_{діл}$, м³/год | Довжина ділянки $l_{діл}$, м | Розрахункова швидкість в перерізі $υ_р$, м/с | Розрахункова площа поперечного перерізу повітропроводу $f_р$, м² | Розміри поперечного перерізу повітропроводу a x b (B x H) для прямокутного повітропроводу або d для круглого, мм | | | Еквівалентний діаметр $d_э$, мм | Дійсна площа поперечного перерізу повітропроводу $f_д$ м² | Дійсна швидкість в перерізі $υ_д$, м/с | Коефіцієнт шорсткості $β_ш$ | Коефіцієнт $K_1$ | Швидкістний (динамічний) тиск на ділянці $P_д$ | Втрати тиску на тертя | | Сума коефіцієнтів місцевих опорів на ділянці $ΣΣ_{діл}$ | Коефіцієнт $K_2$ | Втрати тиску на подолання місцевих опорів $ΔP_z = ΣΣ_{діл}·P_д·K_2$ | Загальні втрати тиску на ділянці , $ΔP_{діл} = R_{тер} + P_z$, Па | Сумарні втрати тиску на ділянці від початку мережі, Па | Нев'язка | Необхідний коефіцієнт місцевого опору дроселькласпана $ξ_{дк}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | h | | b | | | | | | | На 1 п.м R, Па/м | На всій ділянці $P_{діл} = R·l·β_ш·K_1$ | | | | | | | |
| 1 | | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
| **Приплив** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | - | 2 | 203 | 1,75 | 4,00 | 0,014 | - | x | - | 140 | 0,015 | 3,66 | 1 | 1 | 8,08 | 2,389 | 4,18 | 1,00 | 1 | 8,08 | 58,08 | 58,08 | - | - |
| 2 | - | 3 | 405 | 2,60 | 5,00 | 0,023 | - | x | - | 180 | 0,025 | 4,42 | 1 | 1 | 11,77 | 2,425 | 6,30 | 1,00 | 1 | 11,77 | 18,08 | 76,16 | - | - |
| 3 | - | 4 | 607 | 2,30 | 6,00 | 0,028 | - | x | - | 200 | 0,031 | 5,37 | 1 | 1 | 17,35 | 2,985 | 6,86 | 1,00 | 1 | 17,35 | 24,22 | 100,38 | - | - |
| 4 | - | 5 | 809 | 1,82 | 7,00 | 0,032 | - | x | - | 224 | 0,039 | 5,70 | 1 | 1 | 19,59 | 2,880 | 5,24 | 1,00 | 1 | 19,59 | 24,83 | 125,21 | - | - |
| 5 | - | 6 | 1415 | 6,90 | 8,00 | 0,049 | - | x | - | 280 | 0,062 | 6,38 | 1 | 1 | 24,55 | 2,655 | 18,32 | 1,00 | 1 | 24,55 | 42,86 | 168,07 | - | - |
| 1 | - | 2 | 202 | 1,45 | 4,00 | 0,014 | - | x | - | 140 | 0,015 | 3,65 | 1 | 1 | 8,00 | 2,368 | 3,43 | 1,00 | 1 | 8,00 | 11,44 | 11,44 | - | - |
| 2 | - | 3 | 404 | 3,07 | 5,50 | 0,02 | - | x | - | 180 | 0,025 | 4,41 | 1 | 1 | 11,72 | 2,415 | 7,41 | 1,00 | 1 | 11,72 | 19,13 | 30,57 | - | - |
| 3 | - | 4 | 606 | 1,58 | 7,00 | 0,024 | - | x | - | 180 | 0,025 | 6,62 | 1 | 1 | 26,36 | 4,909 | 7,76 | 1,00 | 1 | 26,36 | 34,12 | 64,68 | - | - |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | **Сумарні втрати тиску вмережі:** | | | | | **168,07** | **Па** | |
| **Видалення** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | - | 2 | 203 | 1,76 | 4,00 | 0,014 | - | x | - | 140 | 0,0154 | 3,66 | 1 | 1 | 8,08 | 2,389 | 4,20 | 1,00 | 1 | 8,08 | 12,29 | 12,29 | - | - |
| 2 | - | 3 | 405 | 3,55 | 4,65 | 0,024 | - | x | - | 180 | 0,0254 | 4,42 | 1 | 1 | 11,77 | 2,425 | 8,61 | 1,00 | 1 | 11,77 | 20,38 | 32,67 | - | - |
| 3 | - | 4 | 607 | 3,05 | 5,30 | 0,032 | - | x | - | 224 | 0,0394 | 4,28 | 1 | 1 | 11,03 | 1,742 | 5,31 | 1,00 | 1 | 11,03 | 16,34 | 49,01 | - | - |
| 4 | - | 5 | 809 | 1,95 | 5,95 | 0,038 | - | x | - | 224 | 0,0394 | 5,70 | 1 | 1 | 19,59 | 2,880 | 5,62 | 1,00 | 1 | 19,59 | 25,20 | 74,22 | - | - |
| 5 | - | 6 | 1011 | 1,60 | 6,60 | 0,043 | - | x | - | 250 | 0,0491 | 5,72 | 1 | 1 | 19,72 | 2,525 | 4,04 | 1,00 | 1 | 19,72 | 23,76 | 97,97 | - | - |
| 6 | - | 7 | 1213 | 1,50 | 7,25 | 0,046 | - | x | - | 250 | 0,0491 | 6,86 | 1 | 1 | 28,38 | 3,473 | 5,21 | 1,00 | 1 | 28,38 | 33,59 | 131,57 | - | - |
| 7 | - | 8 | 1415 | 15,27 | 7,90 | 0,05 | - | x | - | 280 | 0,0616 | 6,38 | 1 | 1 | 24,55 | 2,655 | 40,54 | 1,00 | 1 | 24,55 | 65,08 | 196,65 | - | - |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | **Сумарні втрати тиску вмережі:** | | | | | **196,65** | **Па** | |

# Теплонадходження від огороджувальних конструкцій та вентиляції для напіпідземного паркингу

Додаток Д

| Приміщення | | | Огороджувальна конструкція | | | | | | Теплові мости | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| № зони | Площа приміщення, $A_i$, м$^2$ | $t_{вн}$, °С, $\Theta_{int,i}$, °С | Позначення | Орієнтація | Розміри | | Площа, $A_к$, м$^2$ | Коефіцієнт теплопередачі, $U_k$, Вт/м$^2$*°С | Поправочний коефіцієнт додаткових тепловтрат, $e_к$ | Коефіцієнт теплопередачі теплового мосту, $\psi_i$, Вт/(м·°С) | Довжина теплового мосту, l, м | Поправочний коефіцієнт додаткових тепловтрат, $e_i$ | Температурний коефіцієнт кореляції (неопал.пр.), $b_u$ | Характеристика трансмісійних тепловтрат через огороджувальні конструкції приміщення назовні, $H_{ik}$, Вт/°С | Трансмісійні тепловтрати приміщення через огороджувальні конструкції, що [illegible], $H_{ik}$, Вт/°С | Трансмісійні тепловтрати приміщення, $Ф_{T,i}$, Вт | Поправочний коефіцієнт, що враховує різницю температур в сусідніх [illegible] | Характеристика трансмісійних теплонадходжень до опал. прим. через ОК із суміжного опалювального приміщення із іншою розрахунковою температурою, $H_{ij}$, | Мінімальний санітарно-гігієнічний повітрообмін в приміщенні, Vmin,i, м3/год | Характеристика інфільтраційних тепловтрат приміщення, $H_{V,i}$, Вт/°С | *Вентиляційні/Трансмісійні* тепловтрати приміщення (без механічної вентиляції), $Ф_{V,i}$, Вт | Теплова потужність системи опалення приміщення, $Ф_{НІ,i}$, Вт |
| | | | | | Довжина, a, м | Ширина (висота), b(h), м | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | | 19 | 20 | 21 | 24 |
| **ТЕПЛОВТРАТИ ЧЕРЕЗ ЗОВНІШНІ СТІНИ** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Надземна частина зовнішньої стіни | 291,5 | 5 | ЗС | Пн | 27,00 | 2,2 | 59,40 | 0,20 | 1,0 | 0 | 0 | 1,0 | 0,33125 | 12,1 | 125 | 5153 | | | - | - | 313,783 | 9268,57 |
| | | | ЗС | Сх | 12,00 | 2,2 | 26,40 | 0,20 | 1,0 | 0,23 | 0,977 | 1,0 | 0,33125 | 5,6 | | | | | | | 145,302 | |
| | | | ЗС | Пд | 27,00 | 2,2 | 59,40 | 0,20 | 1,0 | 0 | 0 | 1,0 | 0,33125 | 12,1 | | | | | | | 313,783 | |
| | | | ЗС | Зх | 12,00 | 2,2 | 26,40 | 0,20 | 1,1 | 0,23 | 0,977 | 1,1 | 0,33125 | 6,1 | | | | | | | 159,832 | |
| | | | Зв | Сх | 2,00 | 3 | 6,00 | 0,20 | 1,0 | 0 | 0 | 1,0 | 0,33125 | 1,2 | | | | | | | 31,6952 | |
| Підземна частина зовнішньої стіни | 291,5 | 5 | ЗС | Пн | 27,00 | 2,2 | 59,40 | 0,20 | 1,0 | 0 | 0 | 1,0 | 0,33125 | 12,2 | | | | | | | 316,579 | |
| | | | ЗС | Сх | 12,00 | 2,2 | 26,40 | 0,20 | 1,0 | 0 | 0 | 1,0 | 0,33125 | 5,4 | | | | | | | 140,702 | |
| | | | ЗС | Пд | 27,00 | 2,2 | 59,40 | 0,20 | 1,0 | 0 | 0 | 1,0 | 0,33125 | 12,2 | | | | | | | 316,579 | |
| | | | ЗС | Зх | 12,00 | 2,2 | 26,40 | 0,20 | 1,1 | 0 | 0 | 1,1 | 0,33125 | 6,0 | | | | | | | 154,772 | |
| Підлога | 291,5 | 5 | Пд | - | - | - | 291,50 | 0,65 | 1,0 | 0 | 0 | - | 0,8 | 189,9 | | | - | - | - | - | 4366,56 | |
| Вентиляційні | 291,5 | 5 | - | - | - | - | 291,50 | - | - | 0 | 0 | - | - | - | - | - | - | - | 384,78 | 130,8252 | 3008,98 | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Стеля | 291,50 | 20 | Ст | - | - | - | 291,50 | 0,25 | 1,0 | 0 | 0 | 1,0 | - | 71,9 | | | -0,58 | -41,47 | - | - | 2731,75 | 11891,77 |
| ІТП | 6,75 | 16 | ВС | - | 5,1 | 4,4 | 22,44 | 2,079 | 1,0 | 0 | 0 | 1,0 | - | 46,7 | | | -2,20 | -102,64 | - | - | 1586,19 | |
| | | | Дв | - | 0,9 | 2,1 | 1,89 | 4,545 | 1,0 | 0 | 0 | 1,0 | - | 8,6 | | | -2,20 | -18,90 | - | - | 292,091 | |
| Сх. Кліт | 14,7 | 10 | ВС | - | 11,9 | 4,4 | 52,36 | 2,079 | 1,0 | 0 | 0 | 1,0 | - | 108,9 | | | -1,00 | -108,86 | - | - | 3047,98 | |
| | | | Дв | - | 0,9 | 2,1 | 1,89 | 4,545 | 1,0 | 0 | 0 | 1,0 | - | 8,6 | | | -1,00 | -8,59 | - | - | 240,545 | |
| Ліфт. Хол | 14,7 | 16 | ВС | - | 11,9 | 4,4 | 52,36 | 2,079 | 1,0 | 0 | 0 | 1,0 | - | 108,9 | | | -2,20 | -239,48 | - | - | 3701,12 | |
| | | | Дв | - | 0,9 | 2,1 | 1,89 | 4,545 | 1,0 | 0 | 0 | 1,0 | - | 8,6 | | | -2,20 | -18,90 | - | - | 292,091 | |
| **РАЗОМ тепловтрати, ФТ,і Вт** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 21160,34 |

| ТРАНСМІСІЙНІ ТЕПЛОНАДХОДЖЕННЯ | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *№ Приміщення/Найменування* | *Площа приміщення, $A_i$, $м^2$* | *Температура, $\Theta_{int,i}$, $^oC$* | *Позначення* | *Орієнтація* | *Довжина, a, м* | *Ширина (висота), b(h),* | *Площа, $A_к$, $м^2$* | *Коефіцієнт теплопередачі, $U_к$, $Вт/м^{2*o}C$* | *коефіцієнт додаткових* | ($t_p$ - $t_{ext}$)*n, $^oC$ | $Q_{ог}$, Вт |
| Стеля | - | 20 | Ст | - | - | - | 291,50 | 0,25 | 1,0 | 38 | 2731,75 |
| ІТП | 6,75 | 16 | ВС | - | 5,1 | 4,4 | 22,44 | 2,079 | 1,0 | 34 | 1586,19 |
| | | | Дв | - | 0,9 | 2,1 | 1,89 | 4,545 | 1,0 | 34 | 292,09 |
| Ліфт. Хол | 14,7 | 16 | ВС | - | 11,9 | 4,4 | 52,36 | 2,079 | 1,0 | 34 | 3701,12 |
| | | | Дв | - | 0,9 | 2,1 | 1,89 | 4,545 | 1,0 | 34 | 292,091 |
| Сх. Кліт | 14,7 | 10 | ВС | - | 11,9 | 4,4 | 52,36 | 2,079 | 1,0 | 28 | 3047,98 |
| | | | Дв | - | 0,9 | 2,1 | 1,89 | 4,545 | 1,0 | 28 | 240,545 |
| **РАЗОМ теплонадходження, ФQ,i** | | | | | | | | | | | **11891,77** |
| **Тепловий баланс, Q** | | | | | | | | | | | **9268,57** |