

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

**Факультет інженерних систем і екології
Кафедра теплогазопостачання і вентиляції**

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

**ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

на тему:

**Опалення, вентиляція і кондиціонування житлового
будинку з прибудованим розважальним комплексом в
м. Луцьк.**

Щербина Дмитро Едуардович

Київ 2024 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

**Факультет інженерних систем і екології
Кафедра теплогазопостачання і вентиляції**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ **Предун К.М.**

„___” _____ 2024 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

**ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

на тему:

**Опалення, вентиляція і кондиціонування житлового
будинку з прибудованим розважальним комплексом в
м. Луцьк.**

Виконав студент групи **ТВс-21**

Спеціальність: **будівництво та цивільна інженерія**

Спеціалізація: **теплогазопостачання і вентиляція**

Щербина Дмитро Едуардович

Керівник Любарець О.П.

доцент, канд.техн.наук

Ідентичність підтверджую

Київ 2024 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**

ОПП: **теплогазопостачання і вентиляція**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ **Предун К.М.**

»___» _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

**ДО ВИКОНАННЯ АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

_____ **Щербини Дмитра Едуардовича** _____

(прізвище, ім'я та по батькові студента)

1. Тема роботи **Опалення, вентиляція і кондиціонування житлового будинку з прибудованим розважальним комплексом в м. Луцьк** затверджена наказом ректора КНУБА №760 від « 10 » травня 2024р.

2. Керівник роботи: Любарець Олександр Петрович, канд.техн.наук, доцент (прізвище, ім'я та по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання студентом роботи до захисту « 24 » червня 2024р.

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Вступ.

Розділ 1. Характеристика об'єкту будівництва. Основні вимоги до інженерних систем.

Розділ 2. Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій.

Розділ 3. Розрахунок системи опалення.

Розділ 4. Розрахунок систем вентиляції та кондиціонування повітря.

Розділ 5. Спеціальна частина проекту. Сертифікат енергоефективності будинку.

Розділ 6. Організація та технологія монтажу інженерних систем.

Розділ 7. Охорона праці та навколишнього середовища.

Зміст

ВСТУП

Розділ 1. Характеристика об'єкту будівництва. Основні вимоги до інженерних систем.

- *Характеристика об'єкту будівництва.*
- *Вибір і обґрунтування параметрів мікроклімату у приміщеннях.*
- *Вибір і обґрунтування параметрів зовнішнього повітря.*
- *Основні вимоги до інженерних систем.*

Розділ 2. Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій.

- *з перевіркою теплостійкості;*
- *- визначенням показників теплозасвоєння;*
- *- оцінкою тепловологісного стану.*

Розділ 3. Розрахунок системи опалення.

- *Розрахунок тепловтрат і теплонадходжень в опалювальний період*
- *Визначення теплової потужності системи опалення*
- *Гідравлічний розрахунок трубопроводів.*
- *Тепловий розрахунок опалювальних приладів.*
- *Розрахунок і вибір обладнання ІТП, теплового лічильника тощо.*

Розділ 4. Розрахунок систем вентиляції та кондиціонування повітря.

- *Види шкідливостей, які надходять у приміщення. Розрахунок їх кількостей.*
- *Розрахунок обґрунтування у приміщеннях, у т.ч. і за допомогою I-d-діаграми. Складання повітряного балансу.*
- *Вибір і обґрунтування систем вентиляції/кондиціонування повітря.*
- *Аеродинамічний розрахунок повітропроводів/каналів тощо.*
- *Розрахунок і вибір повітророзподільників.*
- *Розрахунок і вибір обладнання систем вентиляції/кондиціонування повітря.*

Розділ 5. Спеціальна частина проекту. Сертифікат енергоефективності будинку.

Розділ 6. Організація та технологія монтажу інженерних систем.

Розділ 7. Охорона праці та навколишнього середовища.

Список літератури.

Вступ

Розважальний центр є сукупністю суміжних об'єктів сфери послуг та розваги. Для реалізації ідеї з об'єктами технічними та конструктивними відмінностями потрібно сучасні інженерні системи, серед яких окреме місце відводиться системі вентиляції та кондиціонування всієї будівлі.

Для вирішення такого роду завдання безліч розважальних центрів обладнані сучасними центральними системами кондиціонування повітря. Такі системи можуть пропускати до сотні тисяч куб.м повітря в годину. У той же час, продуктивність теплоти і холоду обчислюється в десятках і сотнях кіловат.

Головними перевагами такої системи виступає енергоефективність, низький рівень шуму, просте технічне обслуговування, довговічність, практичний монтаж.

Системи вентиляції для розважальних центрів зазвичай ділять на три види:

- системи призначені для залів ресторанів і кафе, торгових приміщень, кінотеатрів, дитячих розважальних зон;
- системи призначені для адміністративних приміщень, фойє, кухонь ресторанів і кафе, виставкових приміщень, зимових садів;
- системи призначені для виробничих приміщень ресторанів і атріумів.

Розділ 1. Характеристика об'єкту будівництва. Основні вимоги до інженерних систем.

Опалення та кондиціонування повітря в приміщенні боулінгу вимагає ретельного планування та врахування специфічних умов експлуатації. Ось ключові аспекти, які слід врахувати при проектуванні системи опалення та кондиціонування для боулінг-клубу[10,15]:

1. Тип системи опалення: Для великих приміщень, як боулінг-клуби, часто використовуються повітряні або водяні системи опалення [9,10].

- Радіаторне опалення: Традиційний метод, який використовує радіатори для розподілу теплоти [9,10].

- Повітряне опалення: Використовує газові або електричні повітрянагрівачі. Швидко нагріває приміщення, але може викликати відчуття протягів [9,10].

2. Потужність системи опалення повинна бути розрахована з урахуванням площі приміщення, кількості людей, що зазвичай перебувають у приміщенні, та теплових втрат через стіни, підлогу та стелю [120].

3. Енергоефективність: Використання енергоефективних котлів або теплових насосів може значно знизити витрати на опалення. Встановлення термостатів та систем автоматичного керування дозволяє оптимізувати споживання енергії.

4. Вентиляція: Забезпечення належного рівня вентиляції є критично важливим. Це допомагає підтримувати комфортний рівень вологості та запобігає накопиченню неприємних запахів [15].

5. Потужність систем кондиціонування повинна бути розрахована з урахуванням теплового навантаження, яке створюється великою кількістю відвідувачів, освітленням та обладнанням. Для боулінг-клубів часто використовують фанкойли або мультizonальні системи [15].

3. Розподіл повітря: Система повинна забезпечувати рівномірний розподіл охолодженого повітря по всьому приміщенню. Використання дифузорів та

решіток для подачі повітря може допомогти уникнути утворення "гарячих" або "холодних" зон [3,8,15].

4. В приміщеннях боулінгу, де може бути підвищена вологість через велику кількість людей, важливо забезпечити осушення повітря для комфорту відвідувачів, якщо це необхідно при розрахунках[3,8,15] .

Додаткові аспекти:

1. Акустика: Системи опалення та кондиціонування повинні працювати тихо, щоб не заважати гравцям. Вибір обладнання з низьким рівнем шуму є важливим аспектом [3,8].
2. Безпека: Системи повинні бути встановлені таким чином, щоб забезпечити безпеку відвідувачів, зокрема уникнення протягів та забезпечення правильної циркуляції повітря [3,8].
3. Обслуговування: Легкість обслуговування систем є ключовим фактором для забезпечення безперебійної роботи протягом тривалого часу [3,8].

Параметри зовнішнього і внутрішнього повітря

Таблиця 1.1.

Параметри зовнішнього повітря [1]

| Період року | Місто | Температура t, °C | Ентальпія I, кДж/кг | Вологовміст d, г/кг | Відн. вол. φ, % |
|-------------|-------|-------------------|---------------------|---------------------|-----------------|
| ТІР | Луцьк | 27 | 69 | 11,2 | 60 |
| ХІР | Луцьк | -22 | -21 | 0,5 | 86 |

**Таблиця додаткових тепловтрат β_v через зовнішні огороження
за напрямками та повторюваністю вітру в м. Луцьк [1]**

| | Пн | ПнС | С | ПдС | Пд | ПдЗ | З | ПнЗ |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Повторюваність вітру, % | 14,9 | 11,1 | 11,0 | 10,1 | 11,7 | 13,7 | 17,6 | 9,9 |
| Швидкість вітру V, м/с | 5,0 | 5,0 | 4,9 | 5,0 | 5,1 | 4,9 | 5,0 | 5,6 |
| Коефіцієнт β_v | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,10 | 0,00 |

Примітка: Таблиця5 складена на підставі ДСТУ -Н Б В.1.1-27:2010 "Будівельна кліматологія"

Коефіцієнт β_v

| | П<15% | П≥15% |
|----------|-----------------|--------------|
| V<5м/с | 0,00 | 0,05 |
| V≥5,0м/с | 0,00 | 0,10 |

Таблиця визначення додаткових тепловтрат $\Sigma\beta$ через огороження.

| | Пн | ПнС | С | ПдС | Пд | ПдЗ | З | ПнЗ |
|----------------|-----------|------------|----------|------------|-----------|------------|----------|------------|
| 1 поверх | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,30 | 0,20 |
| 2 поверх | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,30 | 0,20 |
| 3 поверх | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,25 | 0,15 |
| 4 поверх | 0,10 | 0,00 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,20 | 0,10 |
| Типовий поверх | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,10 | 0,00 |

Коефіцієнт β_n

| β_n розрахун- кове | 10≤N≤15 | N≥16 |
|--|----------------|-------------|
| 0,20 | 0,10 | 0,20 |
| 0,20 | 0,10 | 0,20 |
| 0,15 | 0,05 | 0,15 |
| 0,1 | 0 | 0,10 |
| 0 | 0 | 0 |

Примітка: Таблиця складена на підставі "Пособие по проектированию систем водяного отопления к СНиП 2.04.05-91. – К: КиевЗНИИЭП, 1996."

Параметри внутрішнього повітря розважального центру

Таблиця 1.2.

Параметри внутрішнього повітря [2,3]

| Зона будівлі | Період року | Температура $t, ^\circ\text{C}$ | Відносна вологість $\phi, \%$ | Мінімальні швидкості $v, \text{м/с}$ | Максимальні швидкості $v_{\text{max}}, \text{м/с}$ |
|--------------|-------------|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|--|
| ФК | ХПР | 23 | 30 | 0,2 | 0,24 |
| КХ | ХПР | 20 | 30 | 0,22 | 0,27 |
| Боулінг | ХПР | 25 | 30 | 0,23 | 0,26 |
| ФК | ТПР | 20 | 60 | 0,25 | 0,3 |
| КХ | ТПР | 21 | 60 | 0,2 | 0,24 |
| Боулінг | ТПР | 23 | 60 | 0,28 | 0,33 |

4.

1. ВИХІДНІ ДАНІ

Проектується житловий будинок у місті

Луцьк

Кількість поверхів - **16**

Висота вікон, $h_v = 1,5$ м

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

53

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

Висота приміщень (від підлоги до стелі), $h_{пр} = 3,0$ м

Конструкція зовнішніх стін:

- кладка із шлакобетонних блоків (за технологією "НЕВЕЛ")

Конструкція панелей горищного перекриття та перекриття над підвалом:

- суцільний залізобетон з утеплювачем із мінераловатних плит

Конструкція покрівлі горища - з рулонних матеріалів

Джерело теплопостачання - ППЕЦ

Орієнтація зовнішньої стіни сходової клітки за сторонами світу:

ПнЗ

Розрахунковий перепад температур у тепловій мережі $T_z - t_o =$

150 - 70 °C

Розрахунковий перепад тисків на ввіді теплової мережі в будинок:

$$\Delta P_{ув} = 100 \text{ кПа}$$

Розрахунковий перепад температур води в системі опалення:

$$t_z - t_o = 90 - 70 \text{ °C}$$

Опалювальні прилади:

- сталеві панельні радіатори VONOV'A (Vogel & Noot)

Розташування опалювальних приладів:

- вільно у стіні

Регулююча арматура на підводках до опалювальних приладів:

- терморегулятори фірми "Herz"

Підлога - лінолеум

- піркінг на 12 автомобілів з розрахунковою температурою

Підвал:

+5° C без світлових прорізів у зовнішніх стінах

Згідно з дод.1 [1] кліматологічні дані для холодного періоду року становлять:










| Місто | Середня температура за рік $t_{зовн.р}, \text{°C}$ | Зона вологості | Температура найхолоднішої доби $t_{зовн.1}, \text{°C}$ | Температура найхолоднішої п'ятиденки $t_{зовн.5}, \text{°C}$ | Опалювальний сезон | | Кількість градусо-днів $S_{o.c}, \text{гр.-днів}$ | Кліматична зона |
|-------|--|----------------|--|--|--|-----------------------------------|---|-----------------|
| | | | | | Середня температура $t_{o.c}, \text{°C}$ | Тривалість $Z_{o.c}, \text{днів}$ | | |
| Луцьк | 7,5 | Ж | -24 | -22 | 0,3 | 180 | 3546 | I |

Розділ 2. Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій.

Житлова будівля [12]

| Символ | d | Описание материала | l | ρ | c _p | R | R _{cor} | d | m | Z | Z _{cor} |
|--|---|--|----------|-------------------|----------------|----------------------|----------------------|------------|-------|-----------------------|-----------------------|
| | м | | Вт/(м·К) | кг/м ³ | кДж/(кг·К) | м ² ·К/Вт | м ² ·К/Вт | г/(м·ч·Па) | | м ² ч·Па/г | м ² ч·Па/г |
| П.П | Пол в подвале 343,0 см | | | | | | | | | | |
| Вид ограждения: Пол в подвале, Влажностные условия: Нормальный | | | | | | | | | | | |
| Стена, примыкающая к полу: ЗС1 | | | | | | | | | | | |
| Разница высоты пола и грунтовой воды Z _{gw} : 0,61 м | | | | | | | | | | | |
| Высота заглубления стены, примыкающей к полу: Z _г : 0,030 м | | | | | | | | | | | |
| Р-ЦЕМПІЩ | 0,0300 | Розчин цементно-піщаний. Густина 1800 кг | 0,760 | 1800 | 0,840 | 0,039 | 0,039 | 90,00 | 8 | 333,3 | 333,3 |
| БІТУМ | 0,1000 | | 0,174 | 1100 | 1,400 | 0,575 | 0,575 | 0,05 | 15000 | 2083333 | 2083333 |
| БЕТОН-1900 | 0,3000 | | 1,000 | 1900 | 0,840 | 0,300 | 0,300 | 75,00 | 10 | 4000,0 | 4000,0 |
| Равноценное сопротивление грунта вместе с сопротивлениями теплопередаче R _g , [м ² ·К/Вт]: | | | | | | | | | | | 1,743 |
| Сумма сопротивл. теплооб. и термич. сопротивл. - сопротивл. теплоперед. R, [м ² ·К/Вт]: | | | | | | | | | | | 2,311 |
| Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м ² ·К)]: | | | | | | | | | | | 0,433 |
| П.П | Отдача тепла от перекрытия вниз 48,5 см | | | | | | | | | | |
| Вид ограждения: Отдача тепла от перекрытия вниз, Влажностные условия: Нормальный | | | | | | | | | | | |
| ЛІНОЛЕУМ | 0,0150 | | 0,170 | 1180 | 1,400 | 0,088 | 0,088 | 7,50 | 96 | 2000,0 | 2000,0 |
| Р-ЦЕМПІЩ | 0,0500 | Розчин цементно-піщаний. Густина 1800 кг | 0,760 | 1800 | 0,840 | 0,066 | 0,066 | 90,00 | 8 | 555,6 | 555,6 |
| ПІНОП FS20 | 0,1600 | | 0,036 | 20 | 1,460 | 4,444 | 4,444 | 12,00 | 60 | 13333 | 13333 |
| ЗАЛІЗОБЕТОН | 0,2200 | | 1,700 | 2500 | 0,840 | 0,129 | 0,129 | 30,00 | 24 | 7333,3 | 7333,3 |
| ШТУКАТ-ЦЕМ-Б | 0,0300 | | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,037 | 0,037 | 45,00 | 16 | 666,7 | 666,7 |
| Сопротивление теплопередаче внутри R _i , [м ² ·К/Вт]: | | | | | | | | | | | 0,170 |
| Сопротивление теплопередаче внутри R _i , [м ² ·К/Вт]: | | | | | | | | | | | 0,170 |
| Сумма сопротивл. теплооб. и термич. сопротивл. - сопротивл. теплоперед. R, [м ² ·К/Вт]: | | | | | | | | | | | 5,104 |
| Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м ² ·К)]: | | | | | | | | | | | 0,196 |
| П.Б | Перекрытие наружное 30,0 см | | | | | | | | | | |
| Вид ограждения: Перекрытие наружное, Влажностные условия: Нормальный | | | | | | | | | | | |
| ЗАЛІЗОБЕТОН | 0,3000 | | 1,700 | 2500 | 0,840 | 0,176 | 0,176 | 30,00 | 24 | 10000 | 10000 |
| Сопротивление теплопередаче внутри R _i , [м ² ·К/Вт]: | | | | | | | | | | | 0,170 |
| Опір теплопередачі зовні R _e , [м ² ·К/Вт]: | | | | | | | | | | | 0,040 |
| Сумма сопротивл. теплооб. и термич. сопротивл. - сопротивл. теплоперед. R, [м ² ·К/Вт]: | | | | | | | | | | | 0,386 |
| Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м ² ·К)]: | | | | | | | | | | | 2,588 |
| П.Г. | Кровля | | | | | | | | | | |
| Вид ограждения: Кровля, Влажностные условия: Влажный | | | | | | | | | | | |
| ЗАЛІЗОБЕТОН | 0,2200 | | 1,800 | 2500 | 0,840 | 0,122 | 0,122 | 30,00 | 24 | 7333,3 | 7333,3 |

| Символ | d | Описание материала | l | г | с _p | R | R _{cor} | d | m | Z | Z _{cor} |
|--|--------|--|----------|-------------------|----------------|----------------------|----------------------|------------|-----|-----------------------|-----------------------|
| | м | | Вт/(м·К) | кг/м ³ | кДж/(кг·К) | м ² ·К/Вт | м ² ·К/Вт | г/(м·ч·Па) | | м ² ч·Па/г | м ² ч·Па/г |
| ■ МІНВ-В75 | 0,2400 | Вироби теплоізоляційні з мінеральної вати | 0,047 | 75 | 0,840 | 5,106 | 5,106 | 500,00 | 1 | 480,0 | 480,0 |
| ■ Р-ЦЕМПІЩ | 0,0500 | Розчин цементно-піщаний. Густина 1800 кг | 0,930 | 1800 | 0,840 | 0,054 | 0,054 | 90,00 | 8 | 555,6 | 555,6 |
| Спротивленіе теплопередаче внутрі R _i , [м ² ·К/Вт]: | | | | | | | | | | | 0,100 |
| Опір теплопередачі зовні R _e , [м ² ·К/Вт]: | | | | | | | | | | | 0,040 |
| Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м ² ·К/Вт]: | | | | | | | | | | | 5,422 |
| Коеффициент теплопередачи U, [Вт/(м ² ·К)]: | | | | | | | | | | | 0,184 |
| ■ МП Отдача тепла от перекрытия вверх | | | | | | | | | | | |
| Вид ограждения: Отдача тепла от перекрытия вверх, Влажностные условия: Нормальный | | | | | | | | | | | |
| ■ ЛІНОЛЕУМ | 0,0400 | | 0,170 | 1180 | 1,400 | 0,235 | 0,235 | 7,50 | 96 | 5333,3 | 5333,3 |
| ■ Р-ЦЕМПІЩ | 0,0300 | Розчин цементно-піщаний. Густина 1800 кг | 0,760 | 1800 | 0,840 | 0,039 | 0,039 | 90,00 | 8 | 333,3 | 333,3 |
| ■ РУБЕРОЙД | 0,0400 | Руберойд, густина 1000 кг/м ³ . | 0,170 | 1000 | 1,680 | 0,235 | 0,235 | 1,00 | 720 | 40000 | 40000 |
| ■ ЗАЛІЗОВЕТОН | 0,1900 | | 1,700 | 2500 | 0,840 | 0,112 | 0,112 | 30,00 | 24 | 6333,3 | 6333,3 |
| Спротивленіе теплопередаче внутрі R _i , [м ² ·К/Вт]: | | | | | | | | | | | 0,100 |
| Спротивленіе теплопередаче внутрі R _i , [м ² ·К/Вт]: | | | | | | | | | | | 0,100 |
| Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м ² ·К/Вт]: | | | | | | | | | | | 0,822 |
| Коеффициент теплопередачи U, [Вт/(м ² ·К)]: | | | | | | | | | | | 1,217 |
| ■ ЗС2 Стена наружная 55,0 см | | | | | | | | | | | |
| Вид ограждения: Стена наружная, Влажностные условия: Влажный | | | | | | | | | | | |
| ■ ШТУКАТ-ЦЕМ-В70 | 0,0200 | | 0,900 | 1850 | 0,840 | 0,022 | 0,022 | 45,00 | 16 | 444,4 | 444,4 |
| ■ АЭРОК | 0,3300 | Газобетон1 | 0,150 | 400 | 1,000 | 2,200 | 2,200 | 75,87 | 9 | 4349,5 | 4349,5 |
| ■ POL-ВТ-ZH | 0,1800 | Плити POLMIN ВТ-ZH із мінер. вати | 0,040 | 145 | 0,750 | 4,500 | 4,500 | 450,00 | 2 | 400,0 | 400,0 |
| ■ ШТУКАТ-ЦЕМ-В70 | 0,0200 | | 0,900 | 1850 | 0,840 | 0,022 | 0,022 | 45,00 | 16 | 444,4 | 444,4 |
| Спротивленіе теплопередаче внутрі R _i , [м ² ·К/Вт]: | | | | | | | | | | | 0,130 |
| Опір теплопередачі зовні R _e , [м ² ·К/Вт]: | | | | | | | | | | | 0,040 |
| Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м ² ·К/Вт]: | | | | | | | | | | | 6,914 |
| Коеффициент теплопередачи U, [Вт/(м ² ·К)]: | | | | | | | | | | | 0,145 |
| ■ ЗС1 Стена наружная | | | | | | | | | | | |
| Вид ограждения: Наружная стена, примыкающая к грунту, Влажностные условия: Влажный | | | | | | | | | | | |
| Пол, примыкающий к стене:: ПП | | | | | | | | | | | |
| Высота заглубления стены, примыкающей | | | | | | | | | | | |
| ■ ЗАЛІЗОВЕТОН | 0,6000 | | 1,800 | 2500 | 0,840 | 0,333 | 0,333 | 30,00 | 24 | 20000 | 20000 |
| Равноценное сопротивление грунта вместе с сопротивлениями теплопередаче R _g , [м ² ·К/Вт]: | | | | | | | | | | | 1,042 |

| Символ | d | Описание материала | l | г | с _p | R | R _{cor} | d | m | Z | Z _{cor} |
|--|--------|--|----------|-------------------|----------------|----------------------|----------------------|------------|----|-----------------------|-----------------------|
| | м | | Вт/(м·К) | кг/м ³ | кДж/(кг·К) | м ² ·К/Вт | м ² ·К/Вт | г/(м·ч·Па) | | м ² ч·Па/г | м ² ч·Па/г |
| Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м ² ·К/Вт]: | | | | | | | | | | | 1,376 |
| Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м ² ·К)]: | | | | | | | | | | | 0,727 |
|  ГП Перекрытие под неотаплив. чердаком Вид ограждения: Перекрытие под неотаплив. чердаком, Влажностные условия: Нормальный | | | | | | | | | | | |
|  Р-ЦЕМПИЩ | 0,0500 | Розчин цементно-піщаний. Густина 1800 кг | 0,760 | 1800 | 0,840 | 0,066 | 0,066 | 90,00 | 8 | 555,6 | 555,6 |
|  ПІНОП FS20 | 0,2200 | | 0,036 | 20 | 1,460 | 6,111 | 6,111 | 12,00 | 60 | 18333 | 18333 |
|  ЗАЛІЗОВЕТОН | 0,2000 | | 1,700 | 2500 | 0,840 | 0,118 | 0,118 | 30,00 | 24 | 6666,7 | 6666,7 |
|  ШТУКАТ-ЦЕМ-В | 0,0200 | | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,024 | 0,024 | 45,00 | 16 | 444,4 | 444,4 |
| Сопротивление теплопередаче внутри R _i , [м ² ·К/Вт]: | | | | | | | | | | | 0,100 |
| Опір теплопередачі зовні R _e , [м ² ·К/Вт]: | | | | | | | | | | | 0,100 |
| Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м ² ·К/Вт]: | | | | | | | | | | | 6,519 |
| Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м ² ·К)]: | | | | | | | | | | | 0,153 |
|  ВС3 Стена внутренняя Вид ограждения: Стена внутренняя, Влажностные условия: Нормальный | | | | | | | | | | | |
|  КЦКЗЦ-ЦШ17 | 0,1200 | Цегляна кладка з керамічної звичайної (п | 0,640 | 1700 | 0,880 | 0,188 | 0,188 | 120,00 | 6 | 1000,0 | 1000,0 |
| Сопротивление теплопередаче внутри R _i , [м ² ·К/Вт]: | | | | | | | | | | | 0,130 |
| Сопротивление теплопередаче внутри R _i , [м ² ·К/Вт]: | | | | | | | | | | | 0,130 |
| Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м ² ·К/Вт]: | | | | | | | | | | | 0,448 |
| Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м ² ·К)]: | | | | | | | | | | | 2,235 |
|  ВС2 Стена внутренняя Вид ограждения: Стена внутренняя, Влажностные условия: Нормальный | | | | | | | | | | | |
|  КЦКЗЦ-ЦШ17 | 0,2500 | Цегляна кладка з керамічної звичайної (п | 0,640 | 1700 | 0,880 | 0,391 | 0,391 | 120,00 | 6 | 2083,3 | 2083,3 |
| Сопротивление теплопередаче внутри R _i , [м ² ·К/Вт]: | | | | | | | | | | | 0,130 |
| Сопротивление теплопередаче внутри R _i , [м ² ·К/Вт]: | | | | | | | | | | | 0,130 |
| Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м ² ·К/Вт]: | | | | | | | | | | | 0,651 |
| Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м ² ·К)]: | | | | | | | | | | | 1,537 |

Итоги - Ведомость ограждений

| Описание | d | R _i | R _e | R | U | F _T | F _{Tu} | G _{l_s} | g _G | A | A _{G1} | Q _T | Q _{Tu} |
|---|------------------|--------------------|--------------------|-------|----------------------|----------------|-----------------|----------------------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| | м м ² | К/Втм ² | К/Втм ² | К/Вт | Вт/м ² ·К | Вт | Вт | % | (TR) | м ² | м ² | GJ/rok | GJ/rok |
| Стена наружная | 0,600 | 1,042 | | 1,376 | 0,727 | -2149 | | | | 295,96 | | | |
| Перекрытие наружное 30,0 см | 0,300 | 0,170 | 0,040 | 0,386 | 2,588 | | | | | | | | |
| Стена наружная 55,0 см | 0,550 | 0,130 | 0,040 | 6,914 | 0,145 | 31791 | | | | 5444,49 | | 299,58 | |
| Пол в подвале 343,0 см | 0,430 | 1,743 | | 2,311 | 0,433 | | | | | | | | |
| Стена внутренняя | 0,250 | 0,130 | 0,130 | 0,651 | 1,537 | | | | | | | | |
| Кровля | 0,510 | 0,100 | 0,040 | 5,422 | 0,184 | 4901 | | | | 675,11 | | 46,61 | |
| Стена внутренняя | 0,120 | 0,130 | 0,130 | 0,448 | 2,235 | 0 | | | | 9709,76 | | -0,00 | |
| Отдача тепла от перекрытия вверх | 0,300 | 0,100 | 0,100 | 0,822 | 1,217 | | | | | | | | |
| Перекрытие под неотаплив. чердаком | 0,490 | 0,100 | 0,100 | 6,519 | 0,153 | | | | | | | | |
| Отдача тепла от перекрытия вниз 48,5 см | 0,475 | 0,170 | 0,170 | 5,104 | 0,196 | 0 | 2669 | | | 1289,52 | | 28,05 | 28,05 |
| Дверь наружная | 0,058 | | | | 0,783 | 8426 | | 60,0 | 0,75 | 265,50 | 159,30 | 78,92 | |
| Дверь внутренняя | 0,052 | | | | 0,783 | 0 | | | | 441,00 | | 0,00 | |
| Окно наружное | 0,420 | | | | 1,076 | 32398 | | 60,0 | 0,75 | 732,42 | 439,45 | 309,24 | |

Итоги - Ограждения

Розважальный центр

| Символ | d | Описание материала | λ | ρ | ср | R | R _{cor} | δ | μ | Z | Z _{cor} | Замечания |
|--|-----------------------|-----------------------------------|-----------|-------------------|------------|----------------------|----------------------|-------------|-------|----------------------|----------------------|-----------|
| | м | | Вт/(м·К) | кг/м ³ | кДж/(кг·К) | м ² ·К/Вт | м ² ·К/Вт | мг/(м·ч·Па) | | м ² ·Па/г | м ² ·Па/г | |
| КРОВЛЯ | Кровля 57,2 см | | | | | | | | | | | |
| Вид ограждения: Кровля, Влажностные условия: Нормальный | | | | | | | | | | | | |
| БЕТОН-1900 | 0,0700 | | 1,000 | 1900 | 0,840 | 0,070 | 0,070 | 75,00 | 10 | 933,3 | 933,3 | |
| РОЛ-ВТ-ЗН | 0,2700 | Плиты РОЛMIN ВТ-ЗН из минер. ваты | 0,040 | 145 | 0,750 | 6,750 | 6,750 | 450,00 | 2 | 600,0 | 600,0 | |
| ЖЕЛЕЗБЕТОН | 0,2200 | | 1,700 | 2500 | 0,840 | 0,129 | 0,129 | 30,00 | 24 | 7333,3 | 7333,3 | |
| ГИПС-КАРТ | 0,0120 | | 0,230 | 1000 | 1,000 | 0,052 | 0,052 | 75,00 | 10 | 160,0 | 160,0 | |
| Сопrotивление теплопередаче внутри Ri, [м ² ·К/Вт]: | | | | | | | | | | | 0,100 | |
| Сопrotивление теплопередаче снаружи Re, [м ² ·К/Вт]: | | | | | | | | | | | 0,040 | |
| Сумма сопrotив. теплооб. и термич. сопrotив. - сопrotивл. теплоперед. R, [м ² ·К/Вт]: | | | | | | | | | | | 7,142 | |
| Кoeffициент теплопередачи U, [Вт/(м ² ·К)]: | | | | | | | | | | | 0,140 | |
| ПОЛ | Пол по грунту 56,5 см | | | | | | | | | | | |
| Вид ограждения: Пол по грунту, Влажностные условия: Нормальный | | | | | | | | | | | | |
| Стена, примыкающая к полу: СН-50-РВ | | | | | | | | | | | | |
| Разница высоты пола и грунтовой воды Z _{gw} : 3,00 м | | | | | | | | | | | | |
| Горизонтальная теплоизоляция.: БЕТОН-1900 толщиной d _{nh} = 0,02 м и длиной D _h = 1,00 м | | | | | | | | | | | | |
| Вертикальная теплоизоляция.: БЕТОН-1900 толщиной d _{nv} = 0,02 м и длиной D _v = 1,00 м | | | | | | | | | | | | |
| ТЕРРАКОТА | 0,0150 | | 1,050 | 2000 | 0,840 | 0,014 | 0,014 | 250,00 | 3 | 60,0 | 60,0 | |
| БЕТОН-1900 | 0,0500 | | 1,000 | 1900 | 0,840 | 0,050 | 0,050 | 75,00 | 10 | 666,7 | 666,7 | |
| ПЕНОПОЛИСТ | 0,1000 | | 0,036 | 20 | 1,460 | 2,778 | 2,778 | 12,00 | 60 | 8333,3 | 8333,3 | |
| ЖЕЛЕЗБЕТОН | 0,2000 | | 1,700 | 2500 | 0,840 | 0,118 | 0,118 | 30,00 | 24 | 6666,7 | 6666,7 | |
| ГРАВИЙ | 0,1000 | | 0,900 | 1800 | 0,840 | 0,111 | 0,111 | 35,00 | 21 | 2857,1 | 2857,1 | |
| ГРУНТ-ЗДАН | 0,1000 | | 1,740 | 1800 | 0,840 | 0,057 | 0,057 | 300,00 | 2 | 333,3 | 333,3 | |
| Равноценное сопrotивление грунта вместе с сопrotивлениями теплопередаче R _g , [м ² ·К/Вт]: | | | | | | | | | | | 0,977 | |
| Сумма сопrotив. теплооб. и термич. сопrotив. - сопrotивл. теплоперед. R, [м ² ·К/Вт]: | | | | | | | | | | | 4,106 | |
| Кoeffициент теплопередачи U, [Вт/(м ² ·К)]: | | | | | | | | | | | 0,244 | |

Итоги - Ограждения

| Символ | d | Описание материала | λ | ρ | c_p | R | R _{cor} | δ | μ | Z | Z _{cor} | Замечания |
|---|--------------------------|------------------------------------|-----------|-------------------|------------|----------------------|----------------------|-------------|-------|-----------------------|--|-----------|
| | м | | Вт/(м·К) | кг/м ³ | кДж/(кг·К) | м ² ·К/Вт | м ² ·К/Вт | мг/(м·ч·Па) | | м ² ч·Па/г | м ² ч·Па/г | |
| СВ-15 | Стена внутренняя 15,0 см | | | | | | | | | | | |
| Вид ограждения: Стена внутренняя, Влажностные условия: Нормальный | | | | | | | | | | | | |
| ШТУКАТ-ЦИ | 0,0150 | | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,018 | 0,018 | 45,00 | 16 | 333,3 | 333,3 | |
| КИРП-ДЫРЧ | 0,1200 | | 0,620 | 1400 | 0,880 | 0,194 | 0,194 | 135,00 | 5 | 888,9 | 888,9 | |
| ШТУКАТ-ЦИ | 0,0150 | | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,018 | 0,018 | 45,00 | 16 | 333,3 | 333,3 | |
| | | | | | | | | | | | Сопровствление теплопередаче внутри R _i , [м ² ·К/Вт]: | 0,130 |
| | | | | | | | | | | | Сопровствление теплопередаче внутри R _i , [м ² ·К/Вт]: | 0,130 |
| | | | | | | | | | | | Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м ² ·К/Вт]: | 0,490 |
| | | | | | | | | | | | Кoeffициент теплопередачи U, [Вт/(м ² ·К)]: | 2,040 |
| СН-50-РВ | Стена наружная 61,0 см | | | | | | | | | | | |
| Вид ограждения: Стена наружная, Влажностные условия: Нормальный | | | | | | | | | | | | |
| ШТУКАТ-ЦИ | 0,0150 | | 0,820 | 1850 | 0,840 | 0,018 | 0,018 | 45,00 | 16 | 333,3 | 333,3 | |
| КИРП-ДЫРЧ | 0,3800 | | 0,620 | 1400 | 0,880 | 0,613 | 0,613 | 135,00 | 5 | 2814,8 | 2814,8 | |
| РОЛ-ВТ-ЗН | 0,1500 | Плиты POLMIN ВТ-ЗН из минер. ваты | 0,040 | 145 | 0,750 | 3,750 | 3,750 | 450,00 | 2 | 333,3 | 333,3 | |
| СЛ.ВОЗД.ХВ | 0,0500 | Прослойка воздуха хорошо вентилиру | | | | 0,000 | 0,000 | 10000,00 | 0 | 0,0 | 0,0 | |
| АЛЮМИНИЙ | 0,0150 | | 200,000 | 2700 | 0,870 | 0,000 | 0,000 | 0,01 | 72000 | 1500000,0 | 0,0 | |
| | | | | | | | | | | | Сопровствление теплопередаче внутри R _i , [м ² ·К/Вт]: | 0,130 |
| | | | | | | | | | | | Сопровствление теплопередаче снаружи R _e , [м ² ·К/Вт]: | 0,130 |
| | | | | | | | | | | | Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м ² ·К/Вт]: | 4,641 |
| | | | | | | | | | | | Кoeffициент теплопередачи U, [Вт/(м ² ·К)]: | 0,215 |

Итоги - Ведомость ограждений

Розважальный центр

| Символ | Описание | d | Ri | Re | R | U | ФТ |
|----------|--------------------------|-------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------|
| | | м | м ² ·К/Вт | м ² ·К/Вт | м ² ·К/Вт | Вт/м ² ·К | Вт |
| ДВ | Дверь наружная | | | | | 1,200 | 297 |
| ДВ2 | Дверь наружная | | | | | 1,000 | 173 |
| КРОВЛЯ | Кровля 57,2 см | 0,572 | 0,100 | 0,040 | 7,142 | 0,140 | 1441 |
| ОК | Окно наружное (фонарь) | | | | | 1,100 | 1671 |
| ПОЛ | Пол по грунту 56,5 см | 0,565 | 0,977 | | 4,106 | 0,244 | 809 |
| СВ-15 | Стена внутренняя 15,0 см | 0,150 | 0,130 | 0,130 | 0,490 | 2,040 | |
| СН-50-РВ | Стена наружная 61,0 см | 0,610 | 0,130 | 0,130 | 4,641 | 0,215 | 2124 |



Рис.2.1. Розподіл температур в зовнішній стіні житлового будинку

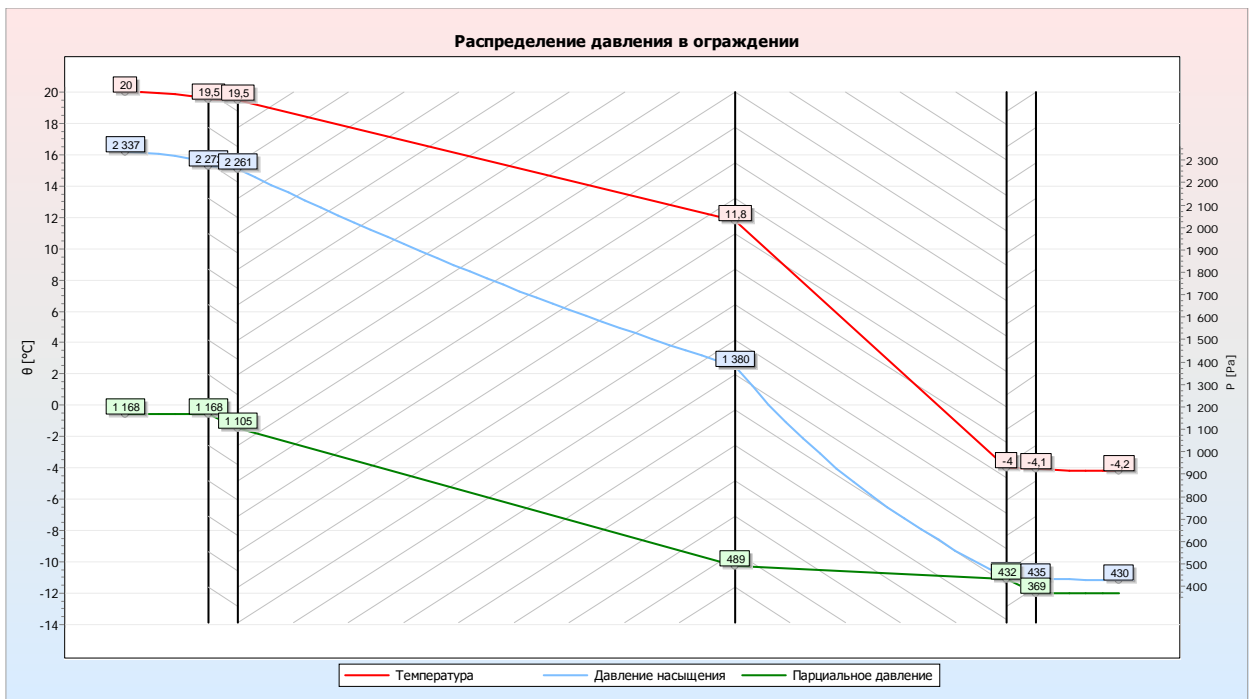


Рис.2.2. Розподіл тисків в зовнішній стіні житлового будинку

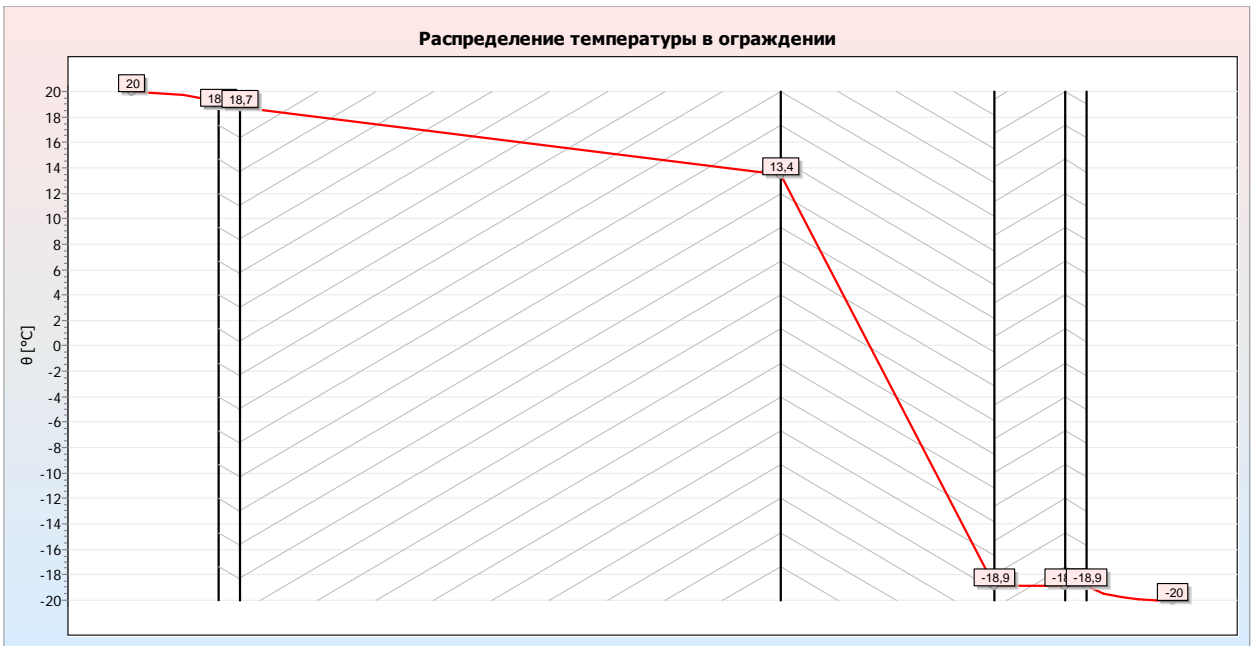


Рис.2.3. Розподіл температур в зовнішній стіні розважального центру

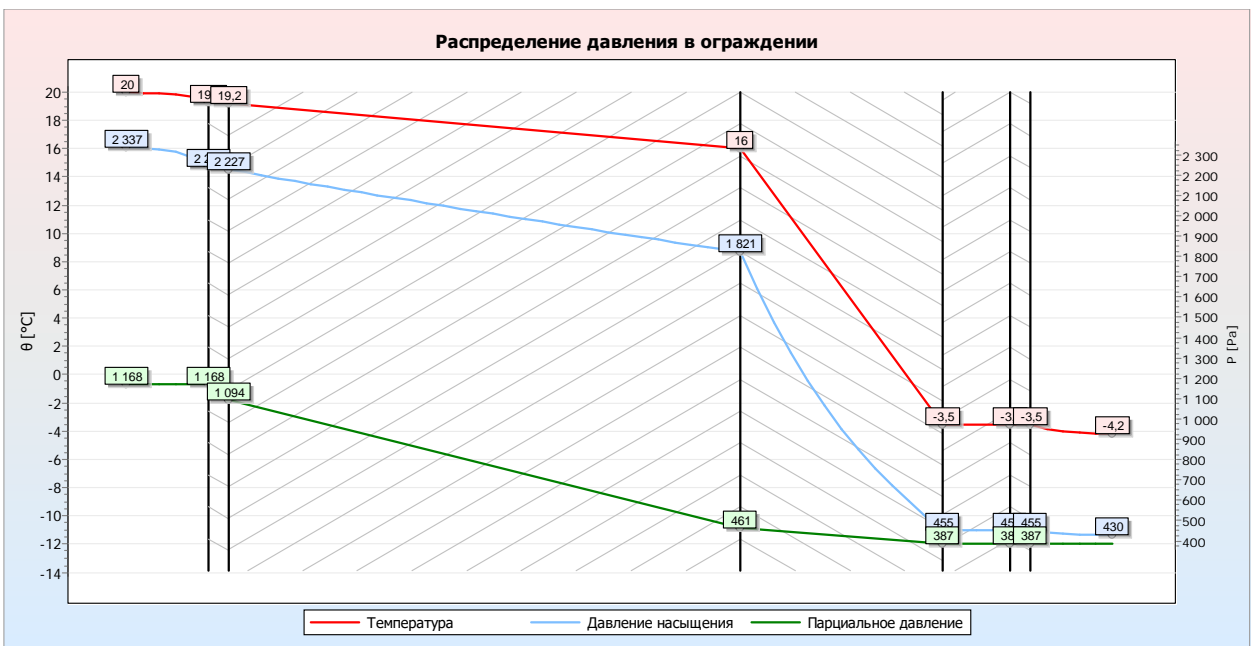


Рис.2.4. Розподіл тисків в зовнішній стіні розважального центру



Рис.2.5. Розподіл температур в суміщеному покритті розважального центру



Рис.2.6. Розподіл тисків в суміщеному покритті розважального центру

Розділ 3. Розрахунок системи опалення.

3.1. • Розрахунок тепловтрат і теплонадходжень в опалювальний період [12]

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

0

Аз.п.=

45591 м²

Коефіцієнт інфільтраційного повтрообміну n_{50} , 1/год

4

Ефективність рекуператора припливно-вит.вентиляції, д.од.

0 (0,6...0,7)

Розрахункова температура зовнішнього повітря θ_e , °С

-22

Середньорічна температура зовнішнього повітря θ_{me} , °С

0,3

Розрахункова температура підвалу, горища та сход.клітки θ_u , °С

5 16

Висота приміщень, м

3

| Приміщення | | | Огороджувальна конструкція | | | | | Теплові мости | | | | | Поправочний коефіцієнт додаткових тепловтрат, e_t | Температурний коефіцієнт кореляції (неопал.пр.), b_u | Поправочний коефіцієнт, що враховує різницю температур в сусідніх опалювальних приміщеннях, f_j | Характеристика трансмісійних тепловтрат через огорожувальні конструкції приміщення назовні, $H_{tr}, \text{Вт}/\text{°C}$ | Характеристика трансмісійних тепловтрат опал. прим. через ОК до суміжного опалювального приміщення із іншою розрахунковою температурою, $H_{ij}, \text{Вт}/\text{°C}$ | Трансмісійні тепловтрати приміщення, $Q_{T,i}, \text{Вт}$ | Мінімальний санітарно-гігієнічний повітрообмін в приміщенні, $V_{min,i}, \text{м}^3/\text{год}$ | Характеристика інфільтраційних тепловтрат приміщення, $H_{v,i}, \text{Вт}/\text{°C}$ | Вентиляційні тепловтрати приміщення (без механічної вентиляції), $Q_{v,i}, \text{Вт}$ | Інші постійні (періодичні) тепловтрати (надходж.), $Q_{p,i}, \text{Вт}$ | Теплова потужність СО приміщення (без вентиляційних) | Теплова потужність системи опалення приміщення, $Q_{PL,i}, \text{Вт}$ |
|---------------------------|-------------------------------------|--|----------------------------|------------|------------------------|-----------------------------------|--------------------------|--|---|--|--|----|---|--|---|---|---|---|---|--|---|---|--|---|
| № Приміщення/Найменування | Площа приміщення, $A_i, \text{м}^2$ | Температура, $\theta_{int,i}, \text{°C}$ | Позначення | Орієнтація | Довжина, $a, \text{м}$ | Ширина (висота), $b(h), \text{м}$ | Площа, $A_o, \text{м}^2$ | Коефіцієнт теплопередачі, $U_o, \text{Вт}/\text{м}^2\text{°C}$ | Поправочний коефіцієнт додаткових тепловтрат, e_k | Коефіцієнт теплопередачі теплового мосту, $\psi, \text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{°C})$ | Довжина теплового мосту, $l, \text{м}$ | | | | | | | | | | | | | |
| 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 | 38,6 | 22 | ЗС | Пн | 2,30 | 3,83 | 8,8 | 0,223 | 1,20 | | | | | | 2,35 | | 1091,4 | 61,67 | 20,97 | 923 | -386 | 705 | 1630 | |
| ЖК | | | ЗС | ПнЗ | 8,40 | 3,83 | 27,6 | 0,223 | 1,20 | | | | | | 7,40 | | | | | | | | | |
| | | | В | ПнЗ | 3,00 | 1,50 | 4,5 | 1,076 | 1,20 | | | | | | 5,81 | | | | | | | | | |
| | | | ЗС | З | 3,60 | 3,83 | 11,7 | 0,223 | 1,30 | | | | | | 3,38 | | | | | | | | | |
| | | | БД | З | 1,00 | 2,10 | 2,1 | 1,076 | 1,30 | 0,44 | 3,05 | | | | 2,94 | | | | | | | | | |
| | | | ПЛ | - | | | 38,6 | 0,196 | | | | | 0,39 | | 2,92 | | | | | | | | | |
| 201 | 38,6 | 22 | ЗС | Пн | 2,30 | 3,30 | 7,6 | 0,223 | 1,20 | | | | | | 2,03 | | 896,6 | 61,67 | 20,97 | 923 | -386 | 511 | 1440 | |
| ЖК | | | ЗС | ПнЗ | 8,40 | 3,30 | 23,2 | 0,223 | 1,20 | | | | | | 6,21 | | | | | | | | | |
| | | | В | ПнЗ | 3,00 | 1,50 | 4,5 | 1,076 | 1,20 | | | | | | 5,81 | | | | | | | | | |
| | | | ЗС | З | 3,60 | 3,83 | 11,7 | 0,223 | 1,30 | | | | | | 3,38 | | | | | | | | | |
| | | | БД | З | 1,00 | 2,10 | 2,1 | 1,076 | 1,30 | 0,44 | 3,05 | | | | 2,94 | | | | | | | | | |
| 301 | 38,6 | 22 | ЗС | Пн | 2,30 | 3,30 | 7,6 | 0,223 | 1,15 | | | | | | 1,95 | | 870,8 | 61,67 | 20,97 | 923 | -386 | 485 | 1410 | |
| ЖК | | | ЗС | ПнЗ | 8,40 | 3,30 | 23,2 | 0,223 | 1,15 | | | | | | 5,95 | | | | | | | | | |
| | | | В | ПнЗ | 3,00 | 1,50 | 4,5 | 1,076 | 1,15 | | | | | | 5,57 | | | | | | | | | |
| | | | ЗС | З | 3,60 | 3,83 | 11,7 | 0,223 | 1,30 | | | | | | 3,38 | | | | | | | | | |
| | | | БД | З | 1,00 | 2,10 | 2,1 | 1,076 | 1,30 | 0,44 | 3,05 | | | | 2,94 | | | | | | | | | |
| 401 | 38,6 | 22 | ЗС | Пн | 2,30 | 3,30 | 7,6 | 0,223 | 1,10 | | | | | | 1,86 | | 729,1 | 61,67 | 20,97 | 923 | -386 | 343 | 1270 | |
| ЖК | | | ЗС | ПнЗ | 8,40 | 3,30 | 23,2 | 0,223 | 1,10 | | | | | | 5,70 | | | | | | | | | |
| | | | В | ПнЗ | 3,00 | 1,50 | 4,5 | 1,076 | 1,10 | | | | | | 5,33 | | | | | | | | | |
| | | | ЗС | З | 3,60 | 3,83 | 11,7 | 0,223 | 1,20 | | | | | | 3,12 | | | | | | | | | |
| | | | БД | З | 1,00 | 2,10 | 2,1 | 0,223 | 1,20 | 0,44 | 3,05 | | | | 0,56 | | | | | | | | | |
| 901 | 38,6 | 22 | ЗС | Пн | 2,30 | 3,30 | 7,6 | 0,223 | 1,0 | | | | | | 1,69 | | 750,7 | 61,67 | 20,97 | 923 | -386 | 365 | 1290 | |
| ЖК | | | ЗС | ПнЗ | 8,40 | 3,30 | 23,2 | 0,223 | 1,0 | | | | | | 5,18 | | | | | | | | | |
| | | | В | ПнЗ | 3,00 | 1,50 | 4,5 | 1,076 | 1,0 | | | | | | 4,84 | | | | | | | | | |
| | | | ЗС | З | 3,60 | 3,83 | 11,7 | 0,223 | 1,1 | | | | | | 2,86 | | | | | | | | | |
| | | | БД | З | 2,10 | 1,00 | 2,1 | 1,076 | 1,1 | 0,44 | 3,05 | | | | 2,49 | | | | | | | | | |
| 1601 | 38,6 | 22 | ЗС | Пн | 2,30 | 3,30 | 7,6 | 0,223 | 1,0 | | | | | | 1,69 | | 801,3 | 61,67 | 20,97 | 923 | -386 | 415 | 1340 | |
| ЖК | | | ЗС | ПнЗ | 8,40 | 3,30 | 23,2 | 0,223 | 1,0 | | | | | | 5,18 | | | | | | | | | |
| | | | В | ПнЗ | 3,00 | 1,50 | 4,5 | 1,076 | 1,0 | | | | | | 4,84 | | | | | | | | | |
| | | | ЗС | З | 3,60 | 3,83 | 11,7 | 0,223 | 1,1 | | | | | | 2,86 | | | | | | | | | |
| | | | БД | З | 2,10 | 1,00 | 2,1 | 1,076 | 1,1 | 0,44 | 3,05 | | | | 2,49 | | | | | | | | | |

3.2 РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВОЇ ПОТУЖНОСТІ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

Для системи водяного опалення будинку необхідно визначити [9-14]:

- розрахунок теплової потужності
- 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 [9-14].

$$\begin{aligned} k_1 = Q_{101}/Q_{901} = 1,26 & \quad k_2 = Q_{201}/Q_{901} = 1,12 & \quad k_3 = Q_{301}/Q_{901} = 1,093 & \quad k_{16} = Q_{1601}/Q_{901} = 1,04 & \quad k_{10} = Q_{401}/Q_{901} = 1,0 \\ \text{тоді } Q_{10i} = k_1 Q_{90i} & \quad Q_{20i} = k_2 Q_{90i} & \quad Q_{30i} = k_3 Q_{90i} & \quad Q_{160i} = k_{16} Q_{90i} & \quad Q_{40i} = k_4 Q_{90i} \end{aligned}$$

| № поверху | Номер приміщення | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------------------|--------------|--------------|-----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------|---------------|--|
| | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | A2 | | A1 | |
| 1 | 1630 | 1620 | 1330 | 1240 | 1150 | 1470 | 1280 | 1750 | 1810 | 1280 | 1470 | 1150 | 1260 | 1360 | 1940 | | 21740 | |
| 2 | 1440 | 1430 | 1180 | 1100 | 1020 | 1300 | 1130 | 1550 | 1600 | 1130 | 1300 | 1020 | 1110 | 1200 | 1710 | | 19220 | |
| 3 | 1410 | 1400 | 1150 | 1080 | 1000 | 1270 | 1110 | 1510 | 1570 | 1110 | 1270 | 1000 | 1090 | 1170 | 1680 | | 18820 | |
| 4 | 1270 | 1270 | 1040 | 970 | 900 | 1150 | 1000 | 1360 | 1410 | 1000 | 1150 | 900 | 980 | 1060 | 1510 | 14520 | 16970 | |
| 5-15 | 1290 | 1280 | 1050 | 980 | 910 | 1160 | 1010 | 1380 | 1430 | 1010 | 1160 | 910 | 990 | 1070 | 1530 | | 17160 | |
| 16 | 1340 | 1330 | 1100 | 1020 | 950 | 1210 | 1050 | 1440 | 1490 | 1050 | 1210 | 950 | 1030 | 1120 | 1590 | | 17880 | |
| Всього | 21080 | 21030 | 17250 | 16090 | 14930 | 19060 | 16580 | 22590 | 23410 | 16580 | 19060 | 14930 | 16260 | 17580 | 25060 | | 281490 | |
| | 3490 | | 3450 | Головне циркуляційне кільце | | | | 3210 | 2930 | | 3210 | | | | | | | |

Розрахункові тепловтрати будинку без сходового та ліфтового холів - $Q_I = 281490$ Вт

Розрахункові тепловтрати будинку із сходовим та ліфтовим холами - $Q_{IA} = 321070$ Вт

Розрахункове річне споживання системою опалення [12]

Величину розрахункового річного теплоспоживання системою опалення будинку W, ГДж/рік розраховується за формулою [12]:

$$W = \frac{3,6 * Q_{c.o.} * 24 * Z_{o.c.} * (t_{вн} - t_{o.c.}) * 10^{-6} * a * b * c}{t_{вн} - t_{зовн5}} = \frac{3,6 * Q_{c.o.} * 24 * S_{j.c.} * 10^{-6} * a * b * c}{t_{вн} - t_{зовн5}}$$

де $Q_{c.o.}$ -розрахункова теплова потужність; $S_{j.c.}$ - кількість градусо - діб опалювального сезону; $t_{вн}$ - розрахункова температура внутрішнього приміщення; $t_{зовн5}$ - середня температура зовнішнього повітря найхолоднішої п'ятиденки; $b=0,9$ коефіцієнт, який враховується коли більше 75% опалювальних приладів обладнані автоматичними регуляторами [12].

$$W = 409865,1 \text{ кВт.год/рік};$$

Питоме річне теплоспоживання системою опалення

Величину питомого річного теплоспоживання системою опалення будинку w, ГДж/рік·м² розраховується за формулою [12]:

$$w = W / A_{з.п.} = 8,99 \text{ кВт.год/рік} \cdot \text{м}^2$$

$$w_{max} = 55,0 \text{ кВт.год/м}^2 \text{ за рік}$$

Висновок: знайдена величина питомого річного теплоспоживання системою опалення w не перевищує нормативного контрольного значення w_k , а значить умова виконується [14].

Витрата води в системі опалення

Витрату води в системі опалення визначають за формулою:

$$G_{c.o.} = \frac{0,86 \cdot Q_{c.o.}}{t_2 - t_o} = 13806 \text{ кг/год}$$

3.3.. ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

Кількість поверхів - $n = 16$ поверхів $t_c = 90$ °C
 Висота поверху (з перекриттям) - $h_{пов} = 3,30$ м $t_o = 70$ °C

Розрахунок природного тиску у циркуляційних кільцях, що проходять через горизонтальні приладові вітки на 1 поверсі будинку, за формулою [13]:

$$\Delta P_{np_i} = g \cdot h_i \cdot (\rho_o - \rho_r) \quad (9.1)$$

де, $g = 9,81$ м/с² прискорення вільного падіння; h_i - вертикальна відстань між центром нагрівання води і центром охолодження води в опалювальних приладах горизонтальної приладової вітки і-поверху, м [13];

ρ_o, ρ_r - відповідно густина охолодженої і гарячої води в системі опалення [13], кг/м³.

Аналогічно обчислюємо розрахункові природний і циркуляційні тиски для інших циркуляційних кілець, що проходять через горизонтальні приладові вітки решти поверхів будинку [13].

Розрахункові гравітаційні тиски в циркуляційних кільцях

Коефіцієнт врахування максимально природного тиску слід приймати **0,7**

| Параметр | Поверх | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|--------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| Висота $h_{i,м}$ | 3,00 | 6,30 | 9,60 | 12,90 | 16,20 | 19,50 | 22,80 | 26,10 | 29,40 | 32,70 | 36,00 | 39,30 | 42,60 | 45,90 | 49,20 | 52,50 |
| Тиск $\Delta P_{ni,Па}$ | 371 | 780 | 1189 | 1597 | 2006 | 2415 | 2823 | 3232 | 3640 | 4049 | 4458 | 4866 | 5275 | 5683 | 6092 | 6501 |
| Тиск з урахуванням коеф., Па | 260 | 546 | 832 | 1118 | 1404 | 1690 | 1976 | 2262 | 2548 | 2834 | 3120 | 3406 | 3692 | 3978 | 4264 | 4550 |

286

Гідравлічний розрахунок магістральних трубопроводів двоштрубної поквартирної системи опалення

| № діл. | $Q_{діл}, Вт$ | φ | $G, кг/год$ | $l, м$ | $d, мм$ | $\lambda/d, м^{-1}$ | $G/v, (кг/год)/(м/с)$ | $A \cdot 10^{-4}, Па/(кг/год)^2$ | $V, м/с$ | $\Sigma \zeta$ | ζ_{np} | $S, Па/(кг/год)^2$ | $\Delta P_{діл}, Па$ | $\Sigma \Delta P, Па$ | Перелік місцевих опорів |
|---------|---------------|-----------|-------------|--------|---------|---------------------|-----------------------|----------------------------------|----------|----------------|--------------|--------------------|----------------------|-----------------------|---|
| ІТП-1 | 281490 | 1,0000 | 12104 | 7,5 | 100 | 0,24 | 28040 | 0,00000062 | 0,432 | 1,2 | 3 | 0,000002 | 272 | 272 | вівід відступний 90° -0,3*4шт=1,2 |
| ІТП"-1" | 281490 | 1,0000 | 12104 | 8,7 | 100 | 0,24 | 28040 | 0,00000062 | 0,432 | 1,2 | 3,288 | 0,000002 | 298 | 570 | вівід відступний 90° -0,3*4шт=1,2 |
| 1-2 | 259750 | 0,9228 | 11169 | 3,30 | 100 | 0,24 | 28040 | 0,00000062 | 0,398 | 1 | 1,792 | 0,000001 | 138 | 708 | трішки на прохід-1 |
| 1"-2" | 259750 | 0,9228 | 11169 | 3,30 | 100 | 0,24 | 28040 | 0,00000062 | 0,398 | 1 | 1,792 | 0,000001 | 138 | 846 | трішки на прохід-1 |
| 2-3 | 240530 | 0,8545 | 10343 | 3,30 | 100 | 0,24 | 28040 | 0,00000062 | 0,369 | 1 | 1,792 | 0,000001 | 119 | 965 | трішки на прохід-1 |
| 2"-3" | 240530 | 0,8545 | 10343 | 3,30 | 100 | 0,24 | 28040 | 0,00000062 | 0,369 | 1 | 1,792 | 0,000001 | 119 | 1084 | трішки на прохід-1 |
| 3-4 | 221710 | 0,7876 | 9534 | 3,30 | 100 | 0,24 | 28040 | 0,00000062 | 0,340 | 1 | 1,792 | 0,000001 | 101 | 1184 | трішки на прохід-1 |
| 3"-4" | 221710 | 0,7876 | 9534 | 3,30 | 100 | 0,24 | 28040 | 0,00000062 | 0,340 | 1 | 1,792 | 0,000001 | 101 | 1285 | трішки на прохід-1 |
| 4-5 | 204740 | 0,7273 | 8804 | 4,30 | 100 | 0,24 | 28040 | 0,00000062 | 0,314 | 3 | 4,032 | 0,000002 | 193 | 1478 | трішки на прохід-1 П-подібний конденсатор-2 |
| 4"-5" | 204740 | 0,7273 | 8804 | 4,30 | 100 | 0,24 | 28040 | 0,00000062 | 0,314 | 3,5 | 4,532 | 0,000003 | 217 | 1696 | трішки на прохід-1+ ралтве зуження=0,5-1,5 П-подібний конденсатор-2 |
| 5-6 | 187580 | 0,6664 | 8066 | 3,30 | 70 | 0,38 | 13600 | 0,0000027 | 0,593 | 3 | 4,254 | 0,000011 | 747 | 2443 | трішки на прохід-1+ ралтве розширення-1-2 |
| 5"-6" | 187580 | 0,6664 | 8066 | 3,30 | 70 | 0,38 | 13600 | 0,0000027 | 0,593 | 1 | 2,254 | 0,000006 | 396 | 2839 | трішки на прохід-1 |
| 6-7 | 170420 | 0,6054 | 7328 | 3,30 | 70 | 0,38 | 13600 | 0,0000027 | 0,539 | 1 | 2,254 | 0,000006 | 327 | 3166 | трішки на прохід-1 |
| 6"-7" | 170420 | 0,6054 | 7328 | 3,30 | 70 | 0,38 | 13600 | 0,0000027 | 0,539 | 1 | 2,254 | 0,000006 | 327 | 3492 | трішки на прохід-1 |
| 7-8 | 153260 | 0,5445 | 6590 | 3,30 | 70 | 0,38 | 13600 | 0,0000027 | 0,485 | 1 | 2,254 | 0,000006 | 264 | 3757 | трішки на прохід-1 |
| 7"-8" | 153260 | 0,5445 | 6590 | 3,30 | 70 | 0,38 | 13600 | 0,0000027 | 0,485 | 1 | 2,254 | 0,000006 | 264 | 4021 | трішки на прохід-1 |
| 8-9 | 136100 | 0,4835 | 5852 | 3,30 | 70 | 0,38 | 13600 | 0,0000027 | 0,430 | 1 | 2,254 | 0,000006 | 208 | 4229 | трішки на прохід-1 |
| 8"-9" | 136100 | 0,4835 | 5852 | 3,30 | 70 | 0,38 | 13600 | 0,0000027 | 0,430 | 1 | 2,254 | 0,000006 | 208 | 4438 | трішки на прохід-1 |
| 9-10 | 118940 | 0,4225 | 5114 | 3,30 | 70 | 0,38 | 13600 | 0,0000027 | 0,376 | 1 | 2,254 | 0,000006 | 159 | 4597 | трішки на прохід-1 |
| 9"-10" | 118940 | 0,4225 | 5114 | 3,30 | 70 | 0,38 | 13600 | 0,0000027 | 0,376 | 1 | 2,254 | 0,000006 | 159 | 4756 | трішки на прохід-1 |
| 10-11 | 101780 | 0,3616 | 4377 | 3,30 | 70 | 0,38 | 13600 | 0,0000027 | 0,322 | 1 | 2,254 | 0,000006 | 117 | 4873 | трішки на прохід-1 |

трішки на прохід-1+ ралтве зуження=0,5-1
 трішки на прохід-1+ ралтве розширення-1-2

Примітка

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|--------|--------|------|------|----|------|-------|-----------|-------|-----|-------|----------|-----|------|---|
| 10"-11" | 101780 | 0,3616 | 4377 | 3,30 | 70 | 0,38 | 13600 | 0,000027 | 0,322 | 1,5 | 2,754 | 0,000007 | 142 | 5015 | трійник на прохід-1 + радіове звуження-0,5 = 1,5 |
| 11-12 | 84620 | 0,3006 | 3639 | 3,30 | 50 | 0,54 | 7810 | 0,000081 | 0,466 | 3 | 4,782 | 0,000039 | 513 | 5528 | трійник на прохід-1 + радіове розширення-1 = 2 |
| 11"-12" | 84620 | 0,3006 | 3639 | 3,30 | 50 | 0,54 | 7810 | 0,000081 | 0,466 | 1 | 2,782 | 0,000023 | 298 | 5826 | трійник на прохід-1 |
| 12-13 | 67460 | 0,2397 | 2901 | 4,30 | 50 | 0,54 | 7810 | 0,000081 | 0,371 | 3 | 5,322 | 0,000043 | 363 | 6189 | трійник на прохід-1 + П-подібний конденсатор-2 |
| 12"-13" | 67460 | 0,2397 | 2901 | 4,30 | 50 | 0,54 | 7810 | 0,000081 | 0,371 | 3,5 | 5,822 | 0,000047 | 397 | 6586 | трійник на прохід-1 + радіове звуження-0,5 = 1,5 П-подібний конденсатор-2 |
| 13-14 | 50300 | 0,1787 | 2163 | 3,30 | 40 | 0,75 | 4670 | 0,000225 | 0,463 | 3 | 5,475 | 0,000123 | 576 | 7162 | трійник на прохід-1 + радіове розширення-1 = 2 |
| 13"-14" | 50300 | 0,1787 | 2163 | 3,30 | 40 | 0,75 | 4670 | 0,000225 | 0,463 | 1,5 | 3,975 | 0,000089 | 418 | 7581 | трійник на прохід-1 + радіове звуження-0,5 = 1,5 |
| 14-15 | 33140 | 0,1177 | 1425 | 3,30 | 32 | 0,9 | 3580 | 0,000383 | 0,398 | 3 | 5,97 | 0,000229 | 464 | 8045 | трійник на прохід-1 + радіове розширення-1 = 2 |
| 14"-15" | 33140 | 0,1177 | 1425 | 3,30 | 32 | 0,9 | 3580 | 0,000383 | 0,398 | 1,5 | 4,47 | 0,000171 | 348 | 8393 | трійник на прохід-1 + радіове звуження-0,5 = 1,5 |
| 15-16 | 15980 | 0,0568 | 687 | 3,30 | 25 | 1,3 | 2040 | 0,0001180 | 0,337 | 3 | 7,29 | 0,000860 | 406 | 8799 | трійник на прохід-1 + радіове розширення-1 = 2 |
| 15"-16" | 15980 | 0,0568 | 687 | 3,30 | 25 | 1,3 | 2040 | 0,0001180 | 0,337 | 1 | 5,29 | 0,000624 | 295 | 9094 | трійник на прохід-1 |

$Q_{10} = 17880 \text{ Вт}$
 $N = -10,63 \%$

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 XVI поверху повинні бути не менше [13]:

$\Delta P_{CT.9.1} = \frac{\Delta P_{3Д}}{0,3} \times 0,7 = 18670 \text{ Па}$

При динамічному балансуванні гідравлічна теплова сталість роботи поквартирних 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 регулюємій ділянці головного циркуляційного кільця. Встановлення автоматичних регуляторів перепаду тиску на приладовій поквартирній ділянці дозволяє зменшити розміри (і відповідно втрати тиску) регулюємої ділянки від головного циркуляційного кільця до розмірів поквартирного стояка. Це приводить до збільшення зовнішнього авторитету клапану і значного покращення регулювання тепловим потоком опалювального приладу [13].

$9.16 \quad \Delta P_{PTK}^{min} = 0,25 \times \Delta P_{CT.9.1} = 4667 \text{ Па}$

| № діл. | $Q_{діл.}, \text{ Вт}$ | φ | $G, \text{ кг/год}$ | $l, \text{ м}$ | $d, \text{ мм}$ | $\lambda/d, \text{ м}^{-1}$ | $G/v, (\text{кг/год})/(\text{м/с})$ | $A \cdot 10^{-4}, \text{ Па}/(\text{кг/год})^2$ | $V, \text{ м/с}$ | $\Sigma \xi$ | $\xi_{пр}$ | $S, \text{ Па}/(\text{кг/год})^2$ | $\Delta P_{діл.}, \text{ Па}$ | $\Sigma \Delta P, \text{ Па}$ | Опис підбору опорів | Визначення коеф.місцевого опору обладнання | | | |
|--|------------------------|-----------|---------------------|----------------|-----------------|-----------------------------|-------------------------------------|---|------------------|--------------|------------|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---|--|---------------------|-----------------------------|-----------|
| | | | | | | | | | | | | | | | | $\Delta P, \text{ Па}$ | $G, \text{ кг/год}$ | G/v | ξ_m |
| 16-K16 | 15980 | 0,0568 | 687 | 0,05 | 25 | 1,3 | 2040 | 0,0001180 | 0,337 | 3,25 | 3,315 | 0,000391 | 185 | 9278 | Трійник на прохід з поворотом 1,5 + кульовий кран 0,75 + радіове розширення 1 | 5000 | 500 | 685 | 18,769 |
| 16"-K16" | 15980 | 0,0568 | 687 | 0,15 | 25 | 1,3 | 2040 | 0,0001180 | 0,337 | 2,75 | 2,945 | 0,000348 | 164 | 9442 | радіове звуження 0,5 + кульовий кран 0,75 + трійник на прохід з поворотом 1,5 | Kvs | | A, Па/(кг/год) ² | ξ_m |
| Для приладових віток приймаємо металопластикові трубопроводи фірми Herz PE-RT/A/PE-HD - DхS =16х2, d _{вн} = 12 мм | | | | | | | | | | | | | | | 0,55 | | 0,00310369 | 106,51143 | |
| K16-a | 3450 | 0,0123 | 148 | 0,2 | 15 | 1,3 | 2040 | 0,000118 | 0,073 | 46,85 | 47,11 | 0,005559 | 122 | 9565 | Трійник на прохід з поворотом 1,5 (гребітка) + Радіове звуження 0,5 + запірний вентиль Герц 4125 AD (відкритий) 6,7 + фільтр Герц 14,65 + балансувальний вентиль Герц Штр. 4017 ML 23 | 0,55 | | 0,00310369 | 106,51143 |
| K16-a | 3450 | 0,0123 | 148 | 21,56 | 12 | 1,861089875 | 395,8257137 | 0,0031037 | 0,375 | 0 | 40,123 | 0,124530 | 2741 | 12305 | | | | | |
| a-b | 2785 | 0,0099 | 120 | 4,763 | 12 | 1,861089875 | 395,8257137 | 0,0031037 | 0,303 | 1 | 9,8644 | 0,030616 | 439 | 12744 | трійник на прохід 1,0 | | | | |
| b-c | 2120 | 0,0075 | 91 | 10,48 | 12 | 1,861089875 | 395,8257137 | 0,0031037 | 0,230 | 1 | 20,502 | 0,063633 | 529 | 13273 | трійник на прохід 1,0 | | | | |
| c-d | 1570 | 0,0056 | 68 | 2,421 | 12 | 1,861089875 | 395,8257137 | 0,0031037 | 0,171 | 1 | 5,5057 | 0,017088 | 78 | 13351 | трійник на прохід 1,0 | | | | |
| d-e | 1020 | 0,0036 | 44 | 3,881 | 12 | 1,861089875 | 395,8257137 | 0,0031037 | 0,111 | 1 | 8,2229 | 0,025521 | 49 | 13400 | трійник на прохід 1,0 | | | | |
| e-on1604 | 1020 | 0,0036 | 44 | 0,1 | 12 | 1,861089875 | 395,8257137 | 0,0031037 | 0,111 | 1,5 | 1,6861 | 0,005233 | 10 | 13283 | трійник на прохід з поворотом 1,5 | | | | |
| on1604 | 1020 | 0,0036 | 44 | 0 | 12 | 1,861089875 | 395,8257137 | 0,0031037 | 0,111 | 22,6 | 22,6 | 0,070143 | 4435 | 17718 | Herz 3000 21 + радіатор 1,6 + HERZ-TS-90V (n=9) | | | | |
| e"-K16" | 3450 | 0,0123 | 148 | 25,03 | 12 | 1,861089875 | 395,8257137 | 0,0031037 | 0,375 | 0 | 46,577 | 0,144562 | 3181 | 20900 | | | | | |
| e"-K16" | 3450 | 0,0123 | 148 | 0,2 | 15 | 1,3 | 2040 | 0,000118 | 0,073 | 29,55 | 29,81 | 0,003518 | 6477 | 27377 | трійник на прохід 1,0 + регулятор перепаду тиску Герц 4002 (n=1) + теплоізоляція 8,8 + кран кульовий 0,75 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 86,39 | Втрати тиску на приладовій ділянці, Па | | | | 18062 |
| | | | | | | | | | | | | | | 3024 | Авторитет приладової ділянки, % | | | | 65,97392 |
| | | | | | | | | | | | | | | | Авторитет радіаторного клапана, % | | | | 37,51541 |

| Обладнання | Ступінь попереднього налаштування | $\Delta P, \text{ Па}$ |
|--------------|-----------------------------------|------------------------|
| Herz-TS-90V | 6 | 4300 |
| Herz-4002 41 | 1 | 6400 |

Гідравлічний розрахунок інших ділянок поквартирного стояка 16-4.

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------|--------|-----|-------|----|-------------|-------------|-----------|-------|---|--------|----------|-----|
| on1602-1"-a" | 665 | 0,0024 | 29 | 0,1 | 12 | 1,861089875 | 395,8257137 | 0,0031037 | 0,072 | 1 | 1,1861 | 0,003681 | 3 |
| a"-b" | 665 | 0,0024 | 29 | 4,763 | 12 | 1,861089875 | 395,8257137 | 0,0031037 | 0,072 | 2 | 10,864 | 0,033720 | 28 |
| b"-c" | 1330 | 0,0047 | 57 | 10,48 | 12 | 1,861089875 | 395,8257137 | 0,0031037 | 0,144 | 1 | 20,502 | 0,063633 | 208 |
| c"-d" | 1880 | 0,0067 | 81 | 2,421 | 12 | 1,861089875 | 395,8257137 | 0,0031037 | 0,204 | 1 | 5,5057 | 0,017088 | 112 |
| d"-e" | 2430 | 0,0086 | 104 | 3,88 | 12 | 1,861089875 | 395,8257137 | 0,0031037 | 0,264 | 1 | 8,2229 | 0,025521 | 279 |

Гідравлічна увязка опалювальних приладів приладової ділянки 1 кв. IX поверху

| Поверх-квартира-оп.прилад | Розрахункові величини | | | | | |
|---------------------------|------------------------|---------------|---------------------------|--|------------------------|-----------|
| | Q _{о.п.} , Вт | Go.п., кг/год | ΔP _{потр.РТК} Па | Ступінь попереднього налаштування Herz-TS-90-V | ΔP _{л.РТК} Па | Невязка % |
| 1602-1 | 665 | 28,6 | 4858 | 4 | 5400 | -4,73 |
| 1602-2 | 665 | 28,6 | 4449 | 4 | 5400 | -8,30 |
| 1603-1 | 550 | 23,7 | 4145 | 4 | 3050 | 9,56 |
| 1603-2 | 550 | 23,7 | 4179 | 4 | 3050 | 9,85 |
| 1604 | 1020 | 43,9 | 0 | 6 | 0 | 0,00 |

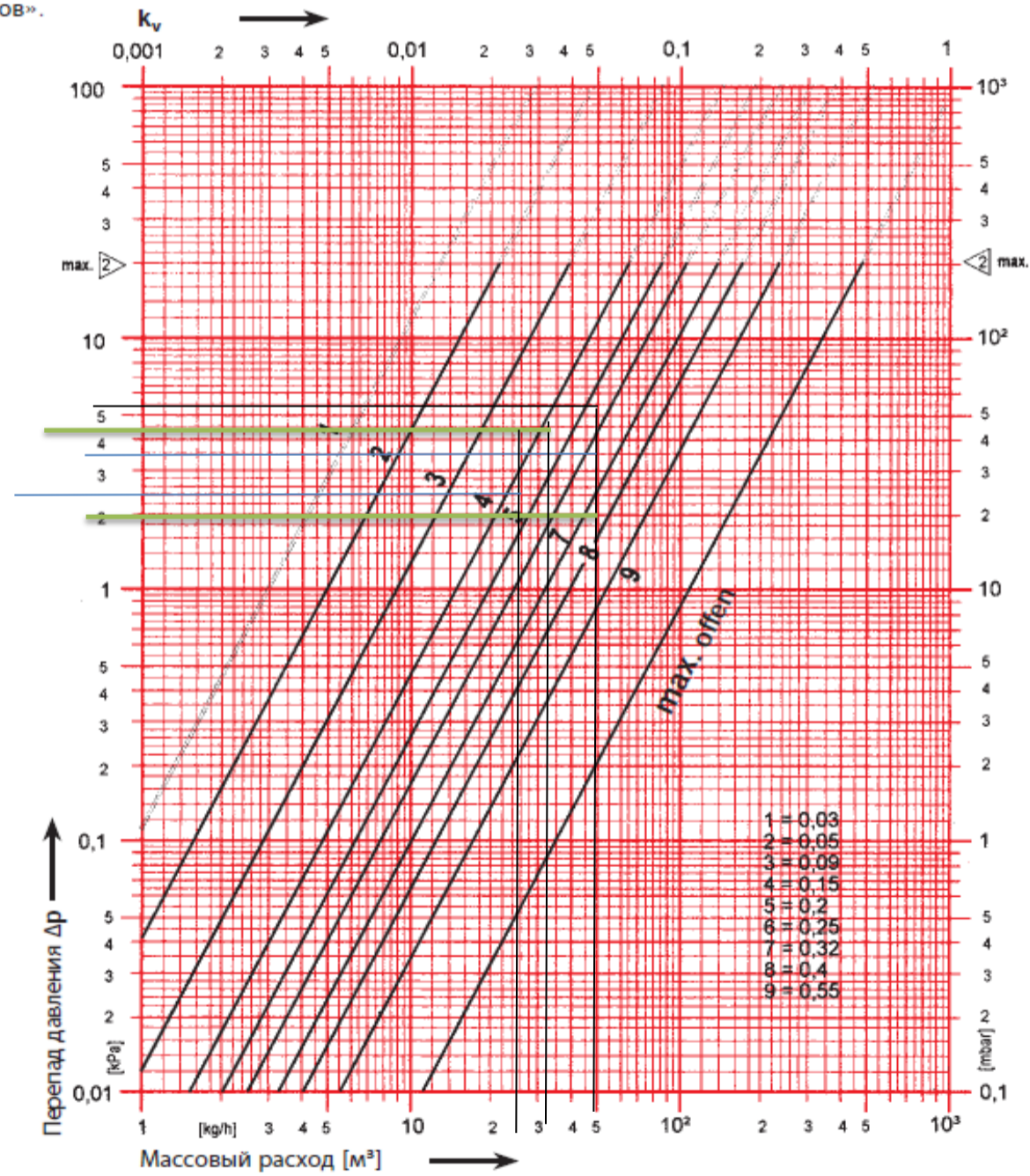
Диаграмма HERZ

HERZ-TS-90-V

Арт. № 7723 V – 7759 V

Размер **DN 10, DN15, DN20**

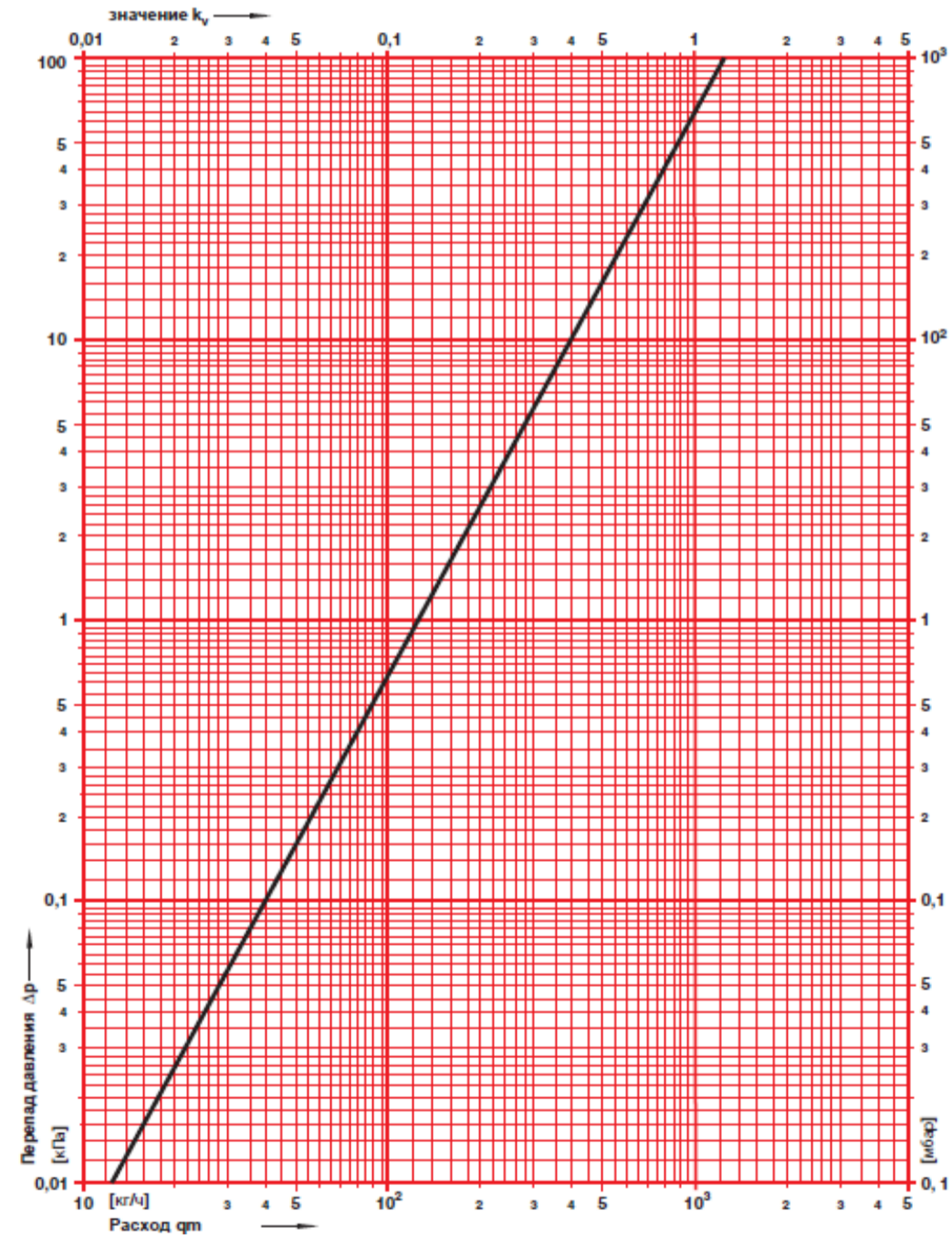
Параметры клапана [Δp] заданы в соответствии с „Инструкцией Немецкой федерации машиностроения по Вопросам планирования и гидравлической балансировки систем отопления с применением термостатических клапанов».



HERZ - Диаграммы

HERZ-3000 Двухтрубная система

Арт. ном.: 1 3066 01, 1 3066 11, 1 3066 21, 1 3066 02, 1 3066 12, 1 3066 22



3.4. РОЗРАХУНОК ОПАЛЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ СХОДОВОГО ТА ЛІФТОВОГО ХОЛІВ

В плані будинку знаходиться два загальнодоступних приміщення (сходові клітини, ліфтовий хол), а вони, в свою чергу, не розділені між собою, тому дозволяється розраховувати їх як одне приміщення [12].

Але для більшого комфорту приймаємо опалювальні прилади окремо в сходовій клітині на першому поверсі, а в ліфтовому холі - на кожному поверсі [12].

Розрахунок опалювального приладу в сходовому холі

Розрахунок теплової потужності системи опалення сходового холу обчислюємо за формулою: [9]

$$Q_{ск} = (Q_{лск} b_1 b_2) / 0.97 = 16110 \text{ Вт} \quad (6.1)$$

Обчислюємо витрату води, що надходить із теплової мережі і проходить через опалювальні прилади сходового та ліфтового холу [10]:

$$G_{т.м.} = G_{о.н.} = \frac{0.86 \times (Q_{с.о.} + Q_{с.к.})}{T_z - t_o} = 3451,50 \text{ кг/год} \quad (6.2)$$

$$G_{ск} = 1266,19 \text{ кг/год} + G_{лх} = 2185 \text{ кг/год} = 3451,50$$

Визначаємо розрахунковий тепловий потік опалювального приладу [10]:

$$Q_{о.н.} = (Q_1 - Q_{вн} - 0,9Q_{тр} - Q_{з.н.}) \times b_2 \times b_3 = Q_1 = 16110 \text{ Вт} \quad (6.3)$$

Перепад температур в опалювальному приладі [10]:

$$\Delta t_{о.н.} = \frac{0,86 Q_{о.н.}}{G_{о.н.}} = 10,94 \text{ }^\circ\text{C} \quad (6.4)$$

Температурний напір в опалювальних приладах [10]:

$$\Delta t_T = T_z - \frac{\Delta t_{о.н.}}{2} - t_{вн} = 128,5 \text{ }^\circ\text{C} \quad (6.5)$$

Поправочні коефіцієнти:

$$\varphi_1 = \left(\frac{\Delta t_T}{70} \right)^{1+n} = 2,07 \quad (6.6) \quad \varphi_2 = \left(\frac{G_{о.н.}}{360} \right)^p = 1,07 \quad (6.7)$$

Поправочний коефіцієнт b для конвекторів "Акорд" при барометричному тиску для м. Луцьк приймаємо рівним - 0,99

Значення інших коефіцієнтів:

- $\psi_1 = 0,98$ - схема руху води "зверху-вниз"
- $\psi_2 = 1$ - двоядна установка радіаторів по вертикалі
- $\psi_3 = 1$ - двоядна установка радіаторів у глибину
- $c = 1$ - показник конвектора "Акорд"

Потрібний тепловий потік опалювального приладу, приведений до нормальних умов [10]:

$$Q_n^{номр} = \frac{Q_{о.н.}}{\varphi_1 \times \varphi_2 \times b \times c \times \psi_1 \times \psi_2 \times \psi_3} = 6816 \text{ Вт} \quad (6.8)$$

Приймаємо до установки конвектори к-тю 4 **К2А-1,854К**

з номінальним тепловим потоком $Q_n = 7416 \text{ Вт}$

Перевищення потребуемого теплового потоку складає - 8,088 %

Розрахунок опалювальних приладів в ліфтовому холі

Для ліфтового холу треба розрахувати опалювальний прилад на першому поверсі, на Розрахункову теплову потужність системи опалення ліфтового холу обчислюємо за формулою [10]:

$$Q_{лх} = (Q_{лх} b_1 b_2) / 0.97 = 2160 \text{ Вт} \quad (6.1)$$

1) Опалювальний прилад I поверху:

Обчислюємо витрату води, що надходить із теплової мережі і проходить через опалювальний прилад першого поверху ліфтового холу [10]:

$$G_{он1} = \frac{G_{Т.М.} * Q_{он1}}{Q_{лх}} = 2185,31 \text{ кг/год} \quad (6.2)$$

Визначаємо розрахунковий тепловий потік опалювального приладу [10]:

$$Q_{он.1} = Q_{лх.1нов} = 2160 \text{ Вт} \quad (6.3)$$

Перепад температур в опалювальному приладі [10]:

$$\Delta t_{о.н.} = \frac{0,86 Q_{о.н.}}{G_{о.н.}} = 9,86 \text{ } ^\circ \text{C} \quad (6.4)$$

Температурний напір в опалювальних приладах [10]:

$$\Delta t_T = T_z - \frac{\Delta t_{о.н.}}{2} - t_{ен} = 129,1 \text{ } ^\circ \text{C} \quad (6.5)$$

Поправочні коефіцієнти [10]:

$$\varphi_1 = \left(\frac{\Delta t_T}{70} \right)^{1+n} = 2,08 \quad (6.6) \quad \varphi_2 = \left(\frac{G_{о.н.}}{360} \right)^p = 1,06 \quad (6.7)$$

Поправочний коефіцієнт b для конвекторів "Акорд" при барометричному тиску для м. Луцьк приймаємо рівним - 0,99

Значення інших коефіцієнтів:

- $\psi_1 = 0,98$ - 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:

$$Q_n^{номп} = \frac{Q_{о.н.}}{\varphi_1 \times \varphi_2 \times b \times c \times \psi_1 \times \psi_2 \times \psi_3} = 1012 \text{ Вт} \quad (6.8)$$

Приймаємо до установки конвектори

КА-1,120К

з номінальним тепловим потоком

$Q_n = 1120 \text{ Вт}$

Перевищення потребуемого теплового потоку складає -

9,7 %

2) Опалювальний прилад типового поверху:

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

$$G_{on.2-8} = \frac{G_{Т.М.} * Q_{on.2-8})}{Q_{Л.Х.}} = 2185,31 \text{ кг/год} \quad (6.2)$$

Визначаємо розрахунковий тепловий потік опалювального приладу [10]:

$$Q_{on.2-8} = Q_{л.х.2-8нов} = 1697 \text{ Вт} \quad (6.3)$$

Перепад температур в опалювальному приладі [12]:

$$\Delta t_{o.n.} = \frac{0,86 Q_{o.n.}}{G_{o.n.}} = 9,86 \text{ } ^\circ \text{C} \quad (6.4)$$

Температурний напір в опалювальних приладах [12]:

$$\Delta t_T = T_z - \frac{\Delta t_{o.n.}}{2} - t_{6н} = 129,1 \text{ } ^\circ \text{C} \quad (6.5)$$

Поправочні коефіцієнти:

$$\varphi_1 = \left(\frac{\Delta t_T}{70} \right)^{1+n} = 2,08 \quad (6.6) \quad \varphi_2 = \left(\frac{G_{o.n.}}{360} \right)^p = 1,06 \quad (6.7)$$

Поправочний коефіцієнт b для конвекторів "Акорд" при барометричному тиску для м. Луцьк приймаємо рівним - 0,99

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:

$$Q_n^{номп} = \frac{Q_{o.n.}}{\varphi_1 \times \varphi_2 \times b \times c \times \psi_1 \times \psi_2 \times \psi_3} = 779 \text{ Вт} \quad (6.8)$$

Приймаємо до установки конвектори **КА-0,896К**

з номінальним тепловим потоком $Q_n = 896 \text{ Вт}$

Перевищення потребуемого теплового потоку складає - 13,0 %

3) Опалювальний прилад 16 поверху [12]:

Обчислюємо витрату води, що надходить із теплової мережі і проходить через опалювальний прилад першого поверху ліфтового холу [12]:

$$G_{on.9} = \frac{G_{T.M.} + Q_{on.9}}{Q_{л.х.}} = 2185,31 \text{ кг/год} \quad (6.2)$$

Визначаємо розрахунковий тепловий потік опалювального приладу [12]:

$$Q_{on.9} = Q_{л.х.9\text{ нов}} = 1764 \text{ Вт} \quad (6.3)$$

Перепад температур в опалювальному приладі [12]:

$$\Delta t_{o.n.} = \frac{0,86 Q_{o.n.}}{G_{o.n.}} = 9,86 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (6.4)$$

Температурний напір в опалювальних приладах [12]:

$$\Delta t_T = T_z - \frac{\Delta t_{o.n.}}{2} - t_{en} = 129,1 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (6.5)$$

Поправочні коефіцієнти:

$$\varphi_1 = \left(\frac{\Delta t_T}{70} \right)^{1+n} = 2,08 \quad (6.6) \quad \varphi_2 = \left(\frac{G_{o.n.}}{360} \right)^p = 1,06 \quad (6.7)$$

Поправочний коефіцієнт b для конвекторів "Акорд" при барометричному тиску для м. Луцьк приймаємо рівним - 0,99

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:

$$Q_n^{номп} = \frac{Q_{o.n.}}{\varphi_1 \times \varphi_2 \times b \times c \times \psi_1 \times \psi_2 \times \psi_3} = 810 \text{ Вт} \quad (6.8)$$

Приймаємо до установки конвектори

КА-0,896К

з номінальним тепловим потоком

$Q_n = 896 \text{ Вт}$

Перевищення потребуемого теплового потоку складає -

9,6 %

Результати розрахунку радіаторів

10%

| № опал.приладу. | 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 | Теплоізоляція відкрито прокладених труб | Розрахункова теплова потужн. опал.приладу | Поправ.коэф. на витрату води в ОП | Поправ.коэф. на температурний напір ОП | Потрібний тепловий потік опал. приладу | Довжина опал.приладу | Фактичний тепловий потік опал. приладу | Невязка | Тип радіатору |
|-----------------|---|-------------------------|--------------------------------|--|-------------------------------------|-------------------------|---|---|-----------------------------------|--|--|----------------------|--|---------|---------------|
| № прим. | $Q_1, \text{Вт}$ | $G_{оп}, \text{кг/год}$ | $t_{вх}, \text{°C}$ | $\Delta t_{о.п.}, \text{°C}$ | $t_{вн.}, \text{°C}$ | $\Delta t_m, \text{°C}$ | $Q_{тр}, \text{Вт}$ | $Q_{он}, \text{Вт}$ | φ_1 | φ_2 | $Q_{н.}^{потр}, \text{Вт}$ | мм | $Q_{н.}^{\phi}, \text{Вт}$ | M, % | H=500мм |
| 101-1 | 815 | 35 | 90 | 20 | 22 | 58 | 0 | 823 | 0,78 | 0,95 | 1071 | 1200 | 1394 | 30,21 | 11VK |
| 101-2 | 815 | 35 | 90 | 20 | 22 | 58 | 0 | 823 | 0,78 | 0,95 | 1071 | 1200 | 1394 | 30,21 | 11VK |
| 102-1 | 810 | 35 | 90 | 20 | 20 | 60 | 0 | 818 | 0,82 | 0,95 | 1018 | 1200 | 1251 | 22,85 | 11VK |
| 102-2 | 810 | 35 | 90 | 20 | 20 | 60 | 0 | 818 | 0,82 | 0,95 | 1018 | 1200 | 1251 | 22,85 | 11VK |
| 103 | 1330 | 57 | 90 | 20 | 20 | 60 | 0 | 1343 | 0,82 | 0,96 | 1656 | 1000 | 1911 | 15,43 | 22VK |
| 104 | 1240 | 53 | 90 | 20 | 20 | 60 | 0 | 1252 | 0,82 | 0,96 | 1546 | 1000 | 1911 | 23,64 | 22VK |
| 105 | 1150 | 49 | 90 | 20 | 20 | 60 | 0 | 1162 | 0,82 | 0,96 | 1436 | 900 | 1592 | 10,89 | 11VK |
| 106 | 1470 | 63 | 90 | 20 | 22 | 58 | 0 | 1485 | 0,78 | 0,97 | 1908 | 1200 | 2239 | 17,32 | 22VK |
| 107 | 1280 | 55 | 90 | 20 | 22 | 58 | 0 | 1293 | 0,78 | 0,96 | 1666 | 1400 | 2005 | 20,32 | 22VK |
| 108 | 1750 | 75 | 90 | 20 | 20 | 60 | 0 | 1768 | 0,82 | 0,97 | 2166 | 1400 | 2675 | 23,48 | 22VK |
| 109 | 1810 | 78 | 90 | 20 | 20 | 60 | 0 | 1828 | 0,82 | 0,97 | 2239 | 1400 | 2675 | 19,46 | 22VK |
| 110 | 1280 | 55 | 90 | 20 | 20 | 60 | 0 | 1293 | 0,82 | 0,96 | 1594 | 1000 | 1911 | 19,85 | 22VK |
| 111 | 1470 | 63 | 90 | 20 | 20 | 60 | 0 | 1485 | 0,82 | 0,97 | 1826 | 1200 | 2293 | 25,57 | 22VK |
| 112 | 1150 | 49 | 90 | 20 | 20 | 60 | 0 | 1162 | 0,82 | 0,96 | 1436 | 1400 | 1708 | 18,97 | 20VK |
| 113 | 1260 | 54 | 90 | 20 | 20 | 60 | 0 | 1273 | 0,82 | 0,96 | 1570 | 1000 | 1911 | 21,71 | 22VK |
| 114-1 | 680 | 29 | 90 | 20 | 22 | 58 | 0 | 687 | 0,78 | 0,95 | 897 | 1400 | 1056 | 17,79 | 10VK |
| 114-2 | 680 | 29 | 90 | 20 | 22 | 58 | 0 | 687 | 0,78 | 0,95 | 897 | 1400 | 1056 | 17,79 | 10VK |
| | | | | | | | | | | | 25014 | | 30233 | 20,86 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| 501/1501 | 645 | 28 | 90 | 20 | 22 | 58 | 0 | 651 | 0,78 | 0,95 | 851 | 1400 | 1056 | 24,05 | 10VK |
| 501/1501 | 645 | 28 | 90 | 20 | 22 | 58 | 0 | 651 | 0,78 | 0,95 | 851 | 1400 | 1056 | 24,05 | 10VK |
| 502/1502 | 640 | 28 | 90 | 20 | 20 | 60 | 0 | 646 | 0,82 | 0,95 | 808 | 1400 | 1056 | 30,63 | 10VK |
| 502/1502 | 640 | 28 | 90 | 20 | 20 | 60 | 0 | 646 | 0,82 | 0,95 | 808 | 1400 | 1056 | 30,63 | 10VK |
| 503/1503 | 525 | 23 | 90 | 20 | 20 | 60 | 0 | 530 | 0,82 | 0,95 | 666 | 1100 | 829 | 24,52 | 10VK |
| 503/1504 | 525 | 23 | 90 | 20 | 20 | 60 | 0 | 530 | 0,82 | 0,95 | 666 | 1100 | 829 | 24,52 | 10VK |
| 504/1504 | 980 | 42 | 90 | 20 | 20 | 60 | 0 | 990 | 0,82 | 0,96 | 1227 | 1200 | 1364 | 11,14 | 11VK |
| 505/1505 | 910 | 39 | 90 | 20 | 20 | 60 | 0 | 919 | 0,82 | 0,96 | 1141 | 1100 | 1251 | 9,61 | 11VK |
| 506/1506 | 1160 | 50 | 90 | 20 | 22 | 58 | 0 | 1172 | 0,78 | 0,96 | 1513 | 1400 | 1708 | 12,88 | 20VK |
| 507/1507 | 1010 | 43 | 90 | 20 | 22 | 58 | 0 | 1020 | 0,78 | 0,96 | 1321 | 1400 | 1592 | 20,51 | 11VK |
| 508/1508 | 1380 | 59 | 90 | 20 | 20 | 60 | 0 | 1394 | 0,82 | 0,96 | 1716 | 1000 | 1911 | 11,33 | 22VK |
| 509/1509 | 1430 | 61 | 90 | 20 | 20 | 60 | 0 | 1444 | 0,82 | 0,97 | 1777 | 1100 | 2102 | 18,26 | 22VK |
| 510/1510 | 1010 | 43 | 90 | 20 | 20 | 60 | 0 | 1020 | 0,82 | 0,96 | 1264 | 800 | 1529 | 20,95 | 22VK |
| 511/1511 | 1160 | 50 | 90 | 20 | 20 | 60 | 0 | 1172 | 0,82 | 0,96 | 1448 | 1400 | 1708 | 17,97 | 20VK |
| 512/1512 | 910 | 39 | 90 | 20 | 20 | 60 | 0 | 919 | 0,82 | 0,96 | 1141 | 1100 | 1342 | 17,58 | 20VK |
| 513/1513 | 990 | 43 | 90 | 20 | 20 | 60 | 0 | 1000 | 0,82 | 0,96 | 1240 | 1200 | 1464 | 18,10 | 20VK |
| 514/1514-1 | 535 | 23 | 90 | 20 | 22 | 58 | 0 | 540 | 0,78 | 0,95 | 709 | 1100 | 829 | 16,97 | 10VK |
| 514/1514-2 | 535 | 23 | 90 | 20 | 22 | 58 | 0 | 540 | 0,78 | 0,95 | 709 | 1100 | 829 | 16,97 | 10VK |
| | | | | | | | | | | | 19858 | | 23511 | 18,40 | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1601-1 | 670 | 29 | 90 | 20 | 22 | 58 | 0 | 677 | 0,78 | 0,95 | 884 | 1400 | 1056 | 19,51 | 10VK |
| 1601-2 | 670 | 29 | 90 | 20 | 22 | 58 | 0 | 677 | 0,78 | 0,95 | 884 | 1400 | 1056 | 19,51 | 10VK |
| 1602-1 | 665 | 29 | 90 | 20 | 20 | 60 | 0 | 672 | 0,82 | 0,95 | 839 | 1400 | 1056 | 25,82 | 10VK |
| 1602-2 | 665 | 29 | 90 | 20 | 20 | 60 | 0 | 672 | 0,82 | 0,95 | 839 | 1400 | 1056 | 25,82 | 10VK |
| 1603-1 | 550 | 24 | 90 | 20 | 20 | 60 | 0 | 556 | 0,82 | 0,95 | 697 | 1100 | 829 | 18,97 | 10VK |
| 1603-2 | 550 | 24 | 90 | 20 | 20 | 60 | 0 | 556 | 0,82 | 0,95 | 697 | 1100 | 829 | 18,97 | 10VK |
| 1604 | 1020 | 44 | 90 | 20 | 20 | 60 | 0 | 1030 | 0,82 | 0,96 | 1276 | 1400 | 1592 | 24,73 | 11VK |
| 1605 | 950 | 41 | 90 | 20 | 20 | 60 | 0 | 960 | 0,82 | 0,96 | 1190 | 1100 | 1342 | 12,73 | 20VK |
| 1606 | 1210 | 52 | 90 | 20 | 22 | 58 | 0 | 1222 | 0,78 | 0,96 | 1577 | 1000 | 1911 | 21,18 | 22,VK |
| 1607 | 1050 | 45 | 90 | 20 | 22 | 58 | 0 | 1061 | 0,78 | 0,96 | 1372 | 1400 | 1708 | 24,46 | 20VK |
| 1608 | 1440 | 62 | 90 | 20 | 20 | 60 | 0 | 1454 | 0,82 | 0,97 | 1790 | 1400 | 2005 | 12,04 | 21VK |
| 1609 | 1490 | 64 | 90 | 20 | 20 | 60 | 0 | 1505 | 0,82 | 0,97 | 1850 | 1100 | 2102 | 13,59 | 22VK |
| 1610 | 1050 | 45 | 90 | 20 | 20 | 60 | 0 | 1061 | 0,82 | 0,96 | 1313 | 1400 | 1720 | 30,98 | 22VK |
| 1611 | 1210 | 52 | 90 | 20 | 20 | 60 | 0 | 1222 | 0,82 | 0,96 | 1509 | 900 | 1720 | 13,98 | 22VK |
| 1612 | 950 | 41 | 90 | 20 | 20 | 60 | 0 | 960 | 0,82 | 0,96 | 1190 | 1200 | 1464 | 22,97 | 20VK |
| 1613 | 1030 | 44 | 90 | 20 | 20 | 60 | 0 | 1040 | 0,82 | 0,96 | 1289 | 1100 | 1575 | 22,22 | 21VK |
| 1614-1 | 560 | 24 | 90 | 20 | 22 | 58 | 0 | 566 | 0,78 | 0,95 | 741 | 1100 | 829 | 11,85 | 10VK |
| 1614-2 | 560 | 24 | 90 | 20 | 22 | 58 | 0 | 566 | 0,78 | 0,95 | 741 | 1100 | 829 | 11,85 | 10VK |
| | | | | | | | | | | | 20679 | | 24679 | 19,34 | |

3.5. РОЗРАХУНКОВИЙ ТИСК ЦИРКУЛЯЦІЙНОГО НАСОСУ В СИСТЕМІ ОПАЛЕННЯ

Тиск P_n циркуляційного насосу системи опалення визначаємо за формулою [12]:

$$P_n = 1.1 \cdot (\Delta P_{co} - 0.7 \cdot P_e), \quad (7.1)$$

де ΔP_{co} - втрата тиску в системі опалення, Па

P_e - максимальний природний тиск, Па, який розраховується по формулі [12]:

$$P_e = 10^{-3} \cdot g \cdot \beta \cdot \Delta t \cdot (H_{\max.o/p} - H_{ит}), \quad (7.2)$$

де g - прискорення вільного падіння [12]

β - середній приріст об'ємної маси води при охолодженні її на 1°C , яке в інтервалі температур $65 \dots 95^\circ\text{C}$ приймаємо рівним $0.624 \text{ кг}/(\text{м}^3\text{K})$ [12]

Δt - розрахункова різниця температур в подаючому та зворотньому трубопроводах системи опалення, $^\circ\text{C}$ [12]

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

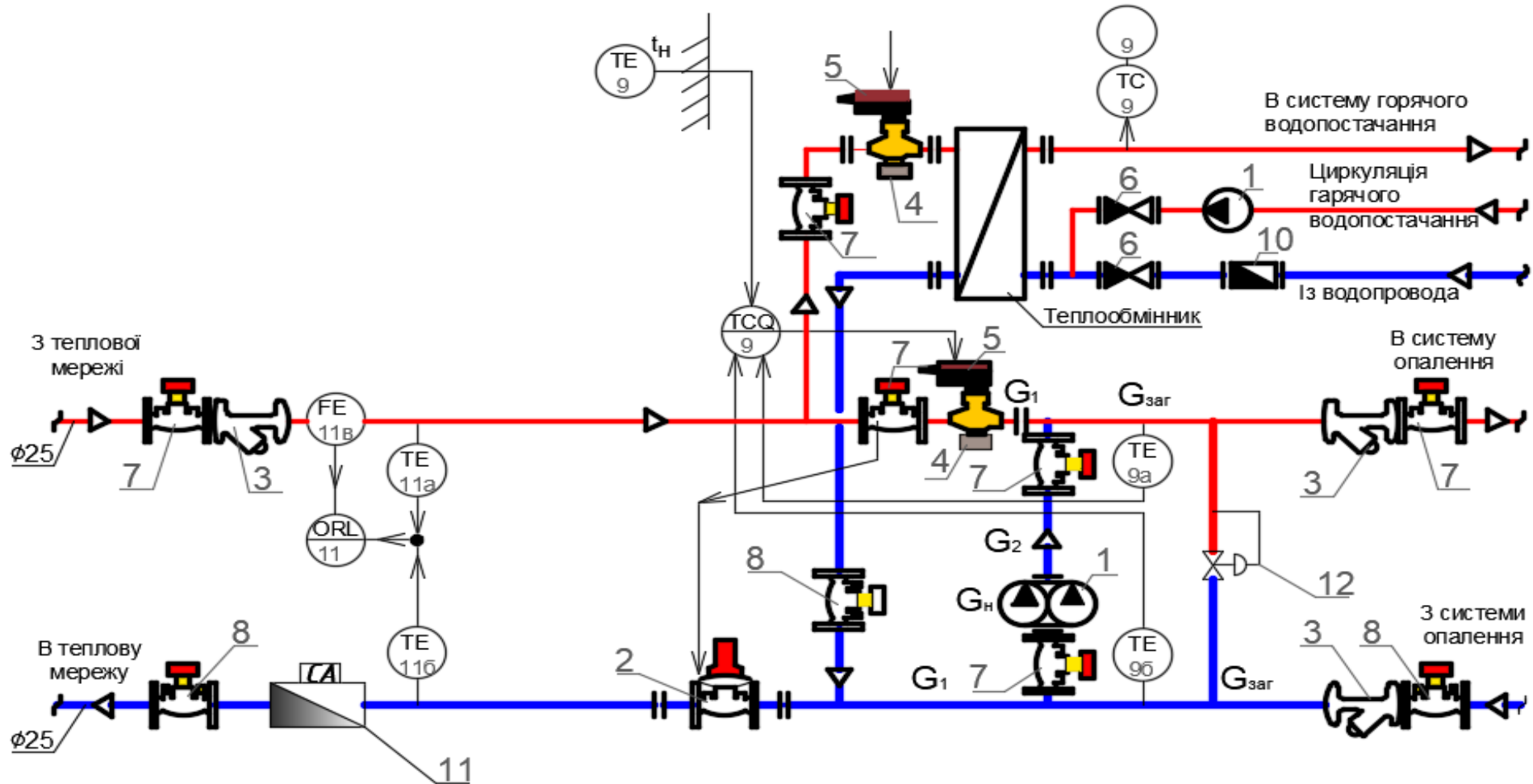
$H_{ит}$ - відмітка джерела теплоти, м [12]

$$\begin{aligned} P_e &= 3640 \quad \text{Па} \\ \Delta P_{co} &= 33777 \quad \text{Па} \\ P_n &= 34352 \quad \text{Па} \end{aligned}$$

3.6. РОЗРАХУНОК ОБЛАДНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ТЕПЛОВОГО ПУНКТУ

Витрата води в системі опалення $G_{c.o.} = \frac{0,86 \times Q_{c.o.}}{t_2 - t_o} = 13806 \text{ кг/год}$ (8.1)

За допомогою комп'ютерної програми Wilo select, використовуючи відомі нам величини, підбираємо насоси, які задовольняють робочі параметри нашої системи опалення [12].



Розділ 4. Розрахунок систем вентиляції та кондиціонування повітря.

4.1. Розрахунок теплонадходжень і шкідливостей

Розрахунок теплонадходжень у приміщеннях боулінгу та фуд-корту є важливою складовою проектування систем опалення, вентиляції та кондиціонування (ОВіК). Врахування всіх джерел тепла дозволяє забезпечити комфортні умови для відвідувачів та персоналу. Ось докладний підхід до цього розрахунку.

Вихідні дані для розрахунку [14]:

1. Геометричні характеристики приміщення:
 - Площа та об'єм приміщень.
 - Висота стель.
 - Поверховий план (для визначення кількості зовнішніх стін, вікон, дверей тощо).
2. Кліматичні дані:
 - Зовнішня температура (найхолодніший та найтепліший періоди).
 - Вологість повітря.
3. Конструктивні особливості:
 - Тип та товщина стін, перекриттів.
 - Тип вікон та дверей (коефіцієнт теплопередачі).
4. Джерела внутрішніх теплонадходжень:
 - Люди (відвідувачі, персонал).
 - Побутова техніка (кухонне обладнання у фуд-корті, освітлення, електроніка).
 - Освітлення.
 - Сонячна радіація (залежно від орієнтації приміщень відносно сторін світу).

Розрахунки теплонадходжень зведено в таблицю 4.1.

Таблиця 4.1.

Зведена таблиця теплонадходжень будівлі

| Приміщення | Джерело теплонадходжень | Період року | | | |
|------------|-------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | ТПР | | ХПР | |
| | | явна | повна | явна | повна |
| Боулінг | Сонячна радіація | 1050 | 1050 | - | - |
| | Люди | 3500 | 5145 | 3762 | 5250 |
| | Штучне освітлення | 4160 | 4160 | 1650 | 1650 |
| | Всього | 3500 | 10353 | 5412 | 6900 |
| Кухня | Сонячна радіація | 2883 | 2883 | - | - |
| | Люди | 2450 | 5075 | 2625 | 1975 |
| | Штучне освітлення | 898 | 898 | - | 898 |
| | Обладнання | 15912 | 15912 | 15912 | 15912 |
| | Всього | 22143 | 24765 | 18537 | 18785 |
| Фуд корт | Сонячна радіація | 948 | 948 | - | - |
| | Їжа | 6333 | 6333 | 6333 | 6333 |
| | Люди | 8000 | 11760 | 6320 | 12000 |
| | Штучне освітлення | - | 1650 | 6333 | 1650 |
| | Всього | 15281 | 20690 | 18986 | 19983 |
| Всього | | 40924 | 55990 | 41935 | 45668 |
| Кухня | Місцеві витяжки | 26598 | 26598 | 26598 | 26598 |

Розрахунок надходження шкідливостей зведено в таблицю 4.2.

Таблиця 4.2.

Надходження шкідливостей в приміщення

| Приміщення | Період року | Вид забруднення | Волога | CO ₂ |
|--------------|-------------|-----------------|--------------|-----------------|
| Фуд корт | ТПР | Люди | 7600 | 4800 |
| | ХПР | | 5760 | |
| | ТПР | Їжа | 8760 | - |
| | ХПР | | 8760 | |
| Загальні ТПР | | | 12560 | 4800 |
| Загальні ХПР | | | 14520 | 4800 |
| Кухня | ТПР | Люди | 3575 | 1875 |
| | ХПР | | 3675 | |
| | ТПР | Обладнання | 2405 | - |
| | ХПР | | 2405 | |
| Загальні ТПР | | | 5980 | 1875 |
| Загальні ХПР | | | 6080 | 1875 |
| Витяжка | - | - | 8034 | - |
| Боулінг | ТПР | Люди | 3325 | 2100 |
| | ХПР | | 2520 | |
| Загальні ТПР | | | 3325 | 2100 |
| Загальні ХПР | | | 2520 | 2100 |
| Всього | ТПР | - | 21865 | 8775 |
| | ХПР | | 23120 | |

4.2. Тепловий баланс приміщення**Теплова напруженість**

$$TН = \frac{Q_h}{V_{пр}}, \text{ Вт/м}^3$$

де Q_h - явні теплонадходження в ТП та ХП року; $V_{пр}$ - об'єм прим.

$$V_{пр} = S_{пр} \cdot h_{пр}, \text{ м}^3 \text{ де}$$

$S_{пр}$ - площа прим., м²; $h_{пр}$ - висота прим., м [14]

Для ТПР:

Зона ФК:

$$T_H = \frac{8000}{713} = 11,22 \text{ Вт/м}^3;$$

$$V_{\text{пр}} = 125 \cdot 5,7 = 713 \text{ м}^3.$$

Зона Боулінгу:

$$T_H = \frac{3500}{1796} = 1,95 \text{ Вт/м}^3;$$

$$V_{\text{пр}} = 315 \cdot 5,7 = 1796 \text{ м}^3.$$

Зона КХ:

$$T_H = \frac{2450}{388} = 6,3 \text{ Вт/м}^3;$$

$$V_{\text{пр}} = 68 \cdot 5,7 = 388 \text{ м}^3.$$

Для ХПР:

Зона ФК:

$$T_H = \frac{6320}{713} = 8,86 \text{ Вт/м}^3;$$

Зона Боулінгу:

$$T_H = \frac{2765}{1796} = 1,54 \text{ Вт/м}^3;$$

Зона КХ:

$$T_H = \frac{2625}{388} = 6,77 \text{ Вт/м}^3;$$

Розрахунки теплового балансу в приміщенні зведено в таблицю 4.3[14].

Таблиця 4.3.

Тепловий баланс приміщень

| Назва приміщення | Період року | Теплота | Теплонадходження, Вт | Тепловтрати, Вт | Теплонадлишки, Вт | Теплова напруженість приміщення |
|------------------|-------------|---------|-------------------------|-----------------|----------------------|---------------------------------------|
| Б | ТПР | явні | 3500 | - | 3500 | 1,95 |
| | | повні | 10353 | | 10353 | |
| | ХПР | явні | 5412 | 5043 | 5112 | 1,54 |
| | | повні | 6900 | | 6900 | |
| ФК | ТПР | явні | 15281 | - | 15281 | 11,22 |
| | | повні | 20690 | | 20690 | |
| | ХПР | явні | 18986 | 2562 | 18986 | 8,86 |
| | | повні | 19983 | | 19983 | |
| КХ | ТПР | явні | 15281 | - | 15281 | 6,3 |
| | | повні | 24765 | | 24765 | |
| | ХПР | явні | 18937 | 1179 | 18937 | 6,77 |
| | | повні | 18785 | | 18785 | |

Розрахунок градієнтів температур зведено в таблицю 4.4.

Таблиця 4.4.

Градієнт температур

| | |
|---|---|
| Для ТПР: | Для ХПР: |
| Зона ФК: $\text{gradt} = 1,5^{\circ}\text{C}$ | Зона ФК: $\text{gradt} = 0,3^{\circ}\text{C}$ |
| Зона ТЦ: $\text{gradt} = 1,5^{\circ}\text{C}$ | Зона ТЦ: $\text{gradt} = 0,3^{\circ}\text{C}$ |
| Зона КХ: $\text{gradt} = 1,5^{\circ}\text{C}$ | Зона КХ: $\text{gradt} = 0,3^{\circ}\text{C}$ |

4.3. Повітрообмін

Визначення повітрообміну за шкідливостями:

1. Кількість повітря, що потрібно подати до зони ТЦ за санітарними нормами [8]:

Об'ємна:

$$L_{min} = (n \cdot q_p + A \cdot q_v) \cdot 3,6, \text{ м}^3/\text{год},$$

$$q_l = 7 \text{ дм}^3 / (\text{с} \cdot \text{люд});$$

$$L = \frac{q_B}{\rho} = \frac{0,35 \text{ дм}^3/(\text{с} \cdot \text{м})}{(35 \cdot 7 + 315 \cdot 0,35) \cdot 3,6} = 1279$$

м³/год Масова витрата повітря [8]:

$$G_{min} = L_{min} \cdot \rho, \text{ кг/год},$$

$$\rho = \frac{353}{274 + 23} = 1,1886 \text{ кг/м}^3$$

$$G_{min} = 1279 \cdot 1,1886 = 1520 \text{ кг/год}$$

2. Кількість повітря, що потрібно подати за ГДК [8]:

$$L_{CO_2} = \frac{\mu_{CO_2}}{\Delta c \cdot 1,83}, \text{ м}^3/\text{год},$$

$$\Delta c = 500 \text{ ppm}$$

$$L_{CO_2} = \frac{2100 \cdot 1000}{500 \cdot 1,83} = 2295 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$G_{CO_2} = 2295 \cdot 1,1886 = 2728 \text{ кг/год}$$

3. Побудова процесу повітрообміну в приміщенні на I-d діграмі

$$\varepsilon = 3,6 \cdot Q_{hf} / W_{гол}$$

$$Q_{hf} = 10353 \text{ Вт}$$

$$W_{гол} = 3325 \text{ г/год}$$

$$\varepsilon = 3,6 \cdot 10353 / 3325 = 11,2 (\text{кДж} / \text{г})$$

$$t_l = t_{wz} + gradt \cdot (H - h_{wz})$$

$$t_{wz} = 21 \text{ } ^\circ\text{C}$$

gradt приймаємо 0,8

$$H = 5,7 \text{ м}$$

h_{wz} приймаємо 2 м

$$t_l = 21 + 0,8 \cdot (5,7 - 2) = 24 \text{ (} ^\circ\text{C)}$$

4. Визначаємо необхідний повітрообмін на асиміляцію надлишків теплоти

$$G_a = 3,6 \cdot Q_{hf} / I_l - I_{in}$$

$$L_a = G_a / 1,2$$

$$Q_{hf} = 10353 \text{ Вт}$$

$$I_l = 46 \text{ кДж/кг}$$

$$I_{in} = 37,5 \text{ кДж/кг}$$

$$G_a = 3.6 * 10353 / (46 - 37,5) = 4385 (\text{кг} / \text{год})$$

$$L_a = 4385 / 1.2 = 3654 (\text{м}^3 / \text{год})$$

5. Кількість необхідного повітрообміну на асиміляцію надлишків вологи

$$G_w = W_{\text{вол}} / (d_l - d_{\text{ext}})$$

$$L_w = G_w / 1.2$$

$$W_{\text{вол}} = 12560 \text{ г/год}$$

$$d_l = 8,4 \text{ г/кг}$$

$$d_{\text{ext}} = 7,6 \text{ г/кг}$$

$$G_w = 12560 / (8,4 - 7,6) = 15700 (\text{кг} / \text{год})$$

$$L_w = 15700 / 1.2 = 13100 (\text{м}^3 / \text{год})$$

6. Загальна витрата повітря, що подається в приміщення $\max(G_a; G_w)$

$$G_a = 4385 \text{ кг/год}$$

$$G_w = 15700 \text{ кг/год}$$

$$\max(G_a; G_w) = 15700 (\text{кг} / \text{год})$$

7. Параметри суміші в установці

$$d_c = \frac{G_{\text{ext}} * d_{\text{ext}} + G_r * d_r}{G_{\text{заг}}}$$

$$G_r = G_w - G_{\text{ext}}$$

$$G_w = 15700 \text{ кг/год}$$

$$G_{\text{ext}} = 1520 \text{ кг/год}$$

$$G_r = 15700 - 1520 = 14180 (\text{кг} / \text{год})$$

$$L_r = 14180 / 1.2 = 11820 (\text{м}^3 / \text{год})$$

$$d_{\text{ext}} = 11,3 \text{ г/кг}$$

$$d_r = 7,6 \text{ г/кг}$$

$$d_c = \frac{1520 * 11,3 + 14180 * 7,6}{15700} = 9,1(\text{г/кг})$$

8. Витрата холоду у зрошувальній камері

$$Q_x = G_{\text{заг}} * (I_c - I_o) / 3600$$

$$G_{\text{заг}} = 15700 \text{ кг/ГОД}$$

$$I_c = 48 \text{ кДж/г}$$

$$I_o = 30 \text{ кДж/г}$$

$$Q_x = 15700 * (48 - 30) / 3600 = 78,4(\text{кВт})$$

9. Кількість води, що потрібно подати в камеру зрошення

$$W_x = G_{\text{заг}} * (d_c - d_o)$$

$$G_{\text{заг}} = 15700 \text{ кг/ГОД}$$

$$d_c = 9,1 \text{ г/кг}$$

$$d_o = 7,8 \text{ г/кг}$$

$$W_x = 15700 * (9,1 - 7,8) = 20410(\text{г/год})$$

10. Кількість теплоти на підігрів в калорифері

$$Q_z = G_{\text{заг}} * (I_{in} - I_o) / 3600$$

$$G_{\text{заг}} = 15700 \text{ кг/ГОД}$$

$$I_{in} = 37,8 \text{ кДж/г}$$

$$I_o = 30 \text{ кДж/г}$$

$$Q_z = 15700 * (37,8 - 30) / 3600 = 34(\text{кВт})$$

4.4. Побудова процесів обробки повітря вентиляції за умови асиміляції волого і теплонадлишків в холодний період (боулінг) [8]

1. Загальна витрата повітря, що подається в приміщення

$$G_w = 15700 \text{ кг/год}$$

2. Побудова процесу повітрообміну в приміщенні на I-d діаграмі

$$\varepsilon = 3.6 * Q_{hf} / W_{\text{сол}}$$

$$Q_{hf} = 6900 \text{ Вт}$$

$$W_{\text{сол}} = 14520 \text{ г/год}$$

$$\varepsilon = 3.6 * 6900 / 14520 = 4,5 (\text{кДж} / \text{г})$$

$$t_l = t_{wz} + \text{gradt} * (H - h_{wz})$$

$$t_{wz} = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{gradt} = 0,8$$

$$H = 5,7 \text{ м}$$

h_{wz} приймаємо 2 м

$$t_l = 20 + 0,8 * (5,7 - 2) = 23 \text{ } (^\circ\text{C})$$

$$t_{in} = t_{wz} + Q_h / \rho / 0.24 * G_{\text{зaz}}$$

$$Q_h = 5112 \text{ Вт}$$

$$t_{wz} = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\rho = 1,2 \text{ кг/см}^2$$

$$G_{\text{зaz}} = 15700 \text{ кг/год}$$

$$t_{in} = 20 - 5112 / 1,2 / 0.24 * 15700 = 18,9$$

3. Параметри суміші в установці [8]

$$d_c = \frac{G_{\text{ext}} * d_{\text{ext}} + G_r * d_r}{G_{\text{зaz}}}$$

$$G_r = G_w - G_{\text{ext}}$$

$$G_w = 15700 \text{ кг/год}$$

$$G_{\text{ext}} = 1520 \text{ кг/год}$$

$$G_r = 15700 - 1520 = 14180 (\text{кг} / \text{год})$$

$$L_r = 14180 / 1.2 = 11820 (\text{м}^3 / \text{год})$$

$$d_{ext} = 0,5 \text{ г/кг}$$

$$d_r = 4,2 \text{ г/кг}$$

$$d_c = \frac{1520 * 0,5 + 14180 * 4,2}{15700} = 2,1(\text{г} / \text{кг})$$

3. Кількість теплоти на перший підігрів в калорифері [8]

$$Q_2 = G_{заг} * (I_t - I_c) / 3600$$

$$G_{заг} = 15700 \text{ кг/год}$$

$$I_t = 12 \text{ кДж/г}$$

$$I_c = 2 \text{ кДж/г}$$

$$Q_2 = 15700 * (12 - 2) / 3600 = 43,6(\text{кВт})$$

4. Визначасмо кількість теплоти на другий підігрів у калорифері [8]

$$Q_2 = G_{заг} * (I_{in} - I_o) / 3600$$

$$G_{заг} = 15700 \text{ кг/год}$$

$$I_{in} = 26 \text{ кДж/г}$$

$$I_o = 12 \text{ кДж/г}$$

$$Q_2 = 15700 * (26 - 12) / 3600 = 61(\text{кВт})$$

Таблиця 4.5.

Повітрообмін у розрахунковому приміщенні [2,3]

| Повітрообмін | G кг/год | L м ³ /год |
|--|----------|-----------------------|
| Теплий період | | |
| За санітарними нормами | 1520 | 1279 |
| За розбавленням CO ₂ до ГДК | 1280 | 1060 |
| За асиміляцією теплонадлишків | 4385 | 3654 |
| За асиміляцією вологонадлишків | 15700 | 13100 |
| Загальний повітрообмін | 15700 | 13100 |
| Витрата рециркуляційного повітря | 14180 | 11820 |
| Холодний період | | |
| Витрата зовнішнього повітря | 1520 | 1279 |
| Витрата рециркуляційного пов. | 14180 | 11820 |

Параметри повітря у вентиляційній системі

| Період | Точка | Опис | t, °C | I, кДж/кг | d, г/кг | φ % |
|----------|-------|---|-------|--------------|---------|-----|
| Теплий | ext | зовнішнє повітря | 27 | 60,0 | 12,0 | 50 |
| | in | Припливне повітря центральної установки | 17,9 | 37,8 | 7,8 | 55 |
| | С | Стан повітря після змішування | 25,1 | 46 | 9,1 | 41 |
| | О | Стан повітря після камери зрошення | 10 | 30 | 7,8 | 90 |
| | wz | робоча зона | 21 | 40 | 8 | 50 |
| | ext | зовнішнє повітря | -21 | -20 | 0,5 | 50 |
| Холодний | с | повітря після змішування | -6,5 | -2 | 2,1 | 88 |
| | О | Стан повітря після камери зрошення | 2,5 | 12 | 3,9 | 90 |
| | in | припливне повітря центральної установки | 18,9 | 28 | 3,9 | 28 |
| | wz | робоча зона | 20 | 31 | 4,4 | 30 |
| | l | видаляємо повітря | 23 | 38 | 7,1 | 33 |

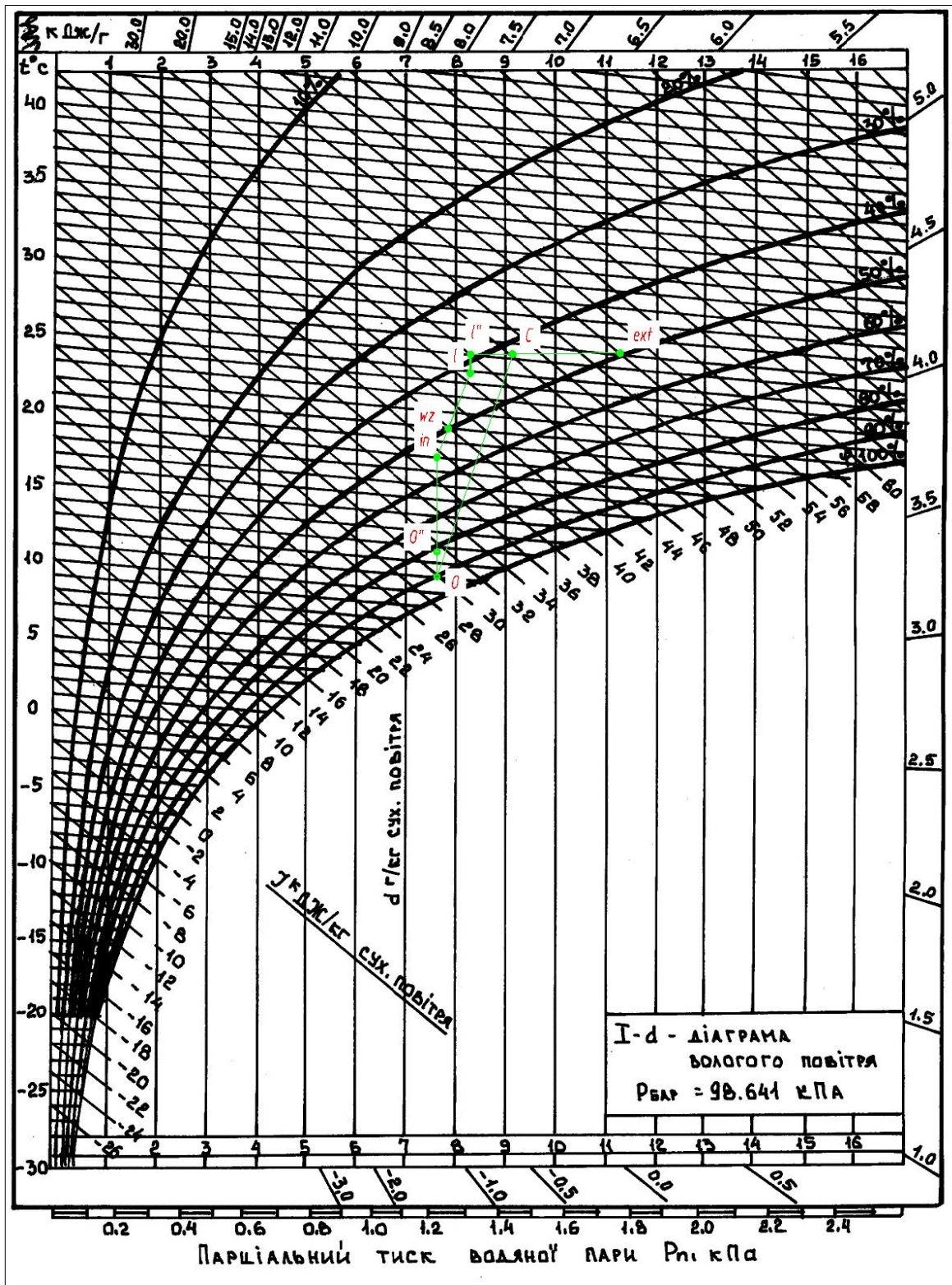


Рис. 4.1. Процеси в теплий період року

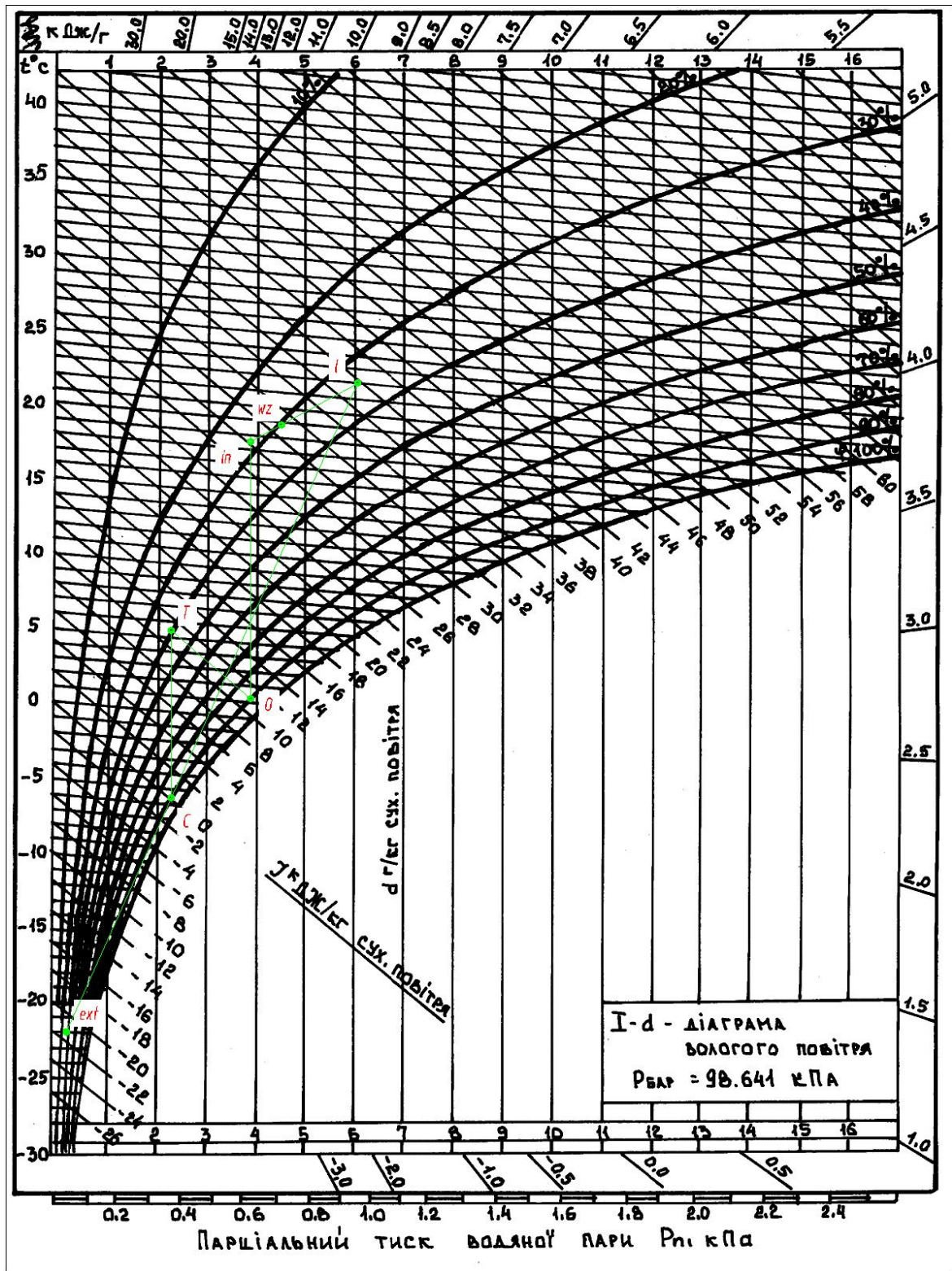


Рис.4.2. Процеси в холодний період року

4.5. Розрахунок повітрообміну в кухні та фуд корті [8]

1. Розрахункові розміри зонтів [8]:

$$l = l_{\text{обл}} + l_{\text{в}}, \text{ м};$$

де: $l_{\text{обл}}$ – розрахункова довжина обладнання, м; $l_{\text{в}}$ – виступ зонти за межі обладнання, м [8].

$$b = b_{\text{обл}} + l_{\text{в}}, \text{ м; де:}$$

$b_{\text{обл}}$ – розрахункова ширина обладнання, м [8].

Таблиця 4.7.

Розміри витяжних зонтів

| Обладнання | Розміри |
|------------------|--|
| 1. Мийка: | $l = 1200 + 300 = 1500 \text{ мм} = 1600 \text{ мм};$ $b = 700 + 150 = 850 \text{ мм}.$ |
| 2. Гриль: | $l = 830 + 300 = 1130 \text{ мм} = 1200 \text{ мм};$ $b = 350 + 150 = 500 \text{ мм}.$ |
| 3. Піч для піци: | $l = 980 + 300 = 1280 \text{ мм} = 1400 \text{ мм};$ $b = 500 + 150 = 650 \text{ мм}.$ |
| 4. Випічка: | $l = 670 + 300 = 970 \text{ мм} = 1000 \text{ мм};$ $b = 700 + 150 = 850 \text{ мм}.$ |
| 5. Фритюр: | $l = 570 + 300 = 870 \text{ мм} = 1000 \text{ мм};$ $b = 450 + 150 = 600 \text{ мм}.$ |
| 6. Електроплита: | $l = 1045 + 300 = 1345 \text{ мм} = 1400 \text{ мм};$ $b = 755 + 150 = 905 \text{ мм}.$ |

2. Об'ємна витрата повітря [8]:

$$L = F \cdot \vartheta, \frac{\text{м}^3}{\text{год}};$$

де: F – площа перерізу всмоктування, м^2 ;

$$F = l \cdot b, \text{ м}^2;$$

ϑ - рекомендована швидкість повітря в перерізі, $\vartheta = 0,2 \div 0,6 \text{ м}^3/\text{год}.$

Об'ємна витрата повітря зонта

| Обладнання | Об'ємна витрата повітря зонта |
|------------------|---|
| 1. Мийка: | $L = 1,36 \cdot 0,3 \cdot 3600 = 980 \frac{\text{м}^3}{\text{ГОД}};$ $F = 1,6 \cdot 0,85 = 1,36 \text{ м}^2.$ |
| 2. Гриль: | $L = 0,6 \cdot 0,4 \cdot 3600 = 865 \frac{\text{м}^3}{\text{ГОД}};$ $F = 1,2 \cdot 0,5 = 0,6 \text{ м}^2.$ |
| 3. Піч для піци: | $L = 0,91 \cdot 0,3 \cdot 3600 = 983 \frac{\text{м}^3}{\text{ГОД}};$ $F = 1,4 \cdot 0,65 = 0,91 \text{ м}^2.$ |
| 4. Випічка: | $L = 0,85 \cdot 0,2 \cdot 3600 = 615 \frac{\text{м}^3}{\text{ГОД}};$ $F = 1 \cdot 0,85 = 0,85 \text{ м}^2.$ |
| 5. Фритюр: | $L = 0,6 \cdot 0,6 \cdot 3600 = 1300 \frac{\text{м}^3}{\text{ГОД}};$ $F = 1 \cdot 0,6 = 0,6 \text{ м}^3.$ |
| 6. Електроплита: | $L = 0,84 \cdot 0,3 \cdot 3600 = 907 \frac{\text{м}^3}{\text{ГОД}};$ $F = 1,4 \cdot 0,6 = 0,84 \text{ м}^3.$ |

3. Масова витрата повітря:

$$G = L \cdot \rho_{\text{пов}}, \text{ кг/ГОД};$$

де: L – об'ємна витрата повітря, $\text{м}^3/\text{ГОД}$; $\rho_{\text{пов}}$ – густина повітря, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Масова витрата повітря зонта

| Обладнання | Масова витрата повітря зонта |
|------------------|---|
| 1. Мийка: | $G = 980 \cdot 1,2007 = 1180 \text{ кг/год};$ |
| 2. Гриль: | $G = 865 \cdot 1,2007 = 1040 \text{ кг/год};$ |
| 3. Піч для піци: | $G = 983 \cdot 1,2007 = 1180 \text{ кг/год};$ |
| 4. Випічка: | $G = 615 \cdot 1,2007 = 740 \text{ кг/год};$ |
| 5. Фритюр: | $G = 1300 \cdot 1,2007 = 830 \text{ кг/год};$ |
| 6. Електроплита: | $G = 785 \cdot 1,2007 = 1561 \text{ кг/год}.$ |

4. Об'ємна витрата повітря на подачу повітря через решітки [8]:

Таблиця

4.10 Об'ємна витрата повітря на подачу повітря через решітки [8]

| Обладнання | Об'ємна витрата повітря на подачу повітря через решітки |
|------------------|---|
| 1. Гриль: | $L_p = 340 \cdot 4 = 1360 \frac{\text{м}^3}{\text{год}};$ |
| 2. Піч для піци: | $L_p = 340 \cdot 2 = 680 \frac{\text{м}^3}{\text{год}};$ |
| 3. Випічка: | $L_p = 340 \cdot 2 = 680 \frac{\text{м}^3}{\text{год}};$ |
| 4. Фритюр: | $L_p = 340 \cdot 4 = 1360 \frac{\text{м}^3}{\text{год}};$ |

| | |
|------------------|---|
| 5. Електроплита: | $L_p = 340 \cdot 2 = 680 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$ |
|------------------|---|

5. Масова витрата повітря на подачу повітря через решітки:

$$G_B = L_p \cdot \rho_{\text{пов}}, \frac{\text{кг}}{\text{год}}$$

де L_p – об’ємна витрата повітряна приток через решітки, $\text{м}^3/\text{год}$; $\rho_{\text{пов}}$ – густина повітря, $\text{кг}/\text{м}^3$ [8]

Таблиця 4.11

Масова витрата повітря на подачу повітря через решітки

| Обладнання | Масова витрата повітря на подачу повітря через решітки |
|------------------|--|
| 1. Гриль: | $G = 1340 \cdot 1,2007 = 1609 \text{кг}/\text{год}$; |
| 2. Піч для піци: | $G = 680 \cdot 1,2007 = 820 \text{кг}/\text{год}$; |
| 3. Випічка: | $G = 680 \cdot 1,2007 = 820 \text{кг}/\text{год}$; |
| 4. Фритюр: | $G = 1360 \cdot 1,2007 = 1633 \text{кг}/\text{год}$; |
| 5. Електроплита: | $G = 680 \cdot 1,2007 = 817 \text{кг}/\text{год}$. |

6. Кількість повітря, що видаляється від обладнання МВ [8]:

$$G_{\text{МВ}} = 19546 \text{кг}/\text{год}.$$

7. Кількість повітря, що подається на компенсацію МВ [8]:

$$G_{\text{МП}} = 16610 \text{кг}/\text{год}.$$

8. Двократне видалення повітря з верхньої зони приміщення (об’ємна) [8]:

$$L_{2\text{кв}} = V_{\text{кухні}} \cdot 2 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

де: $V_{\text{кухні}}$ – об’єм кухні, м^3 ;

$$L_{2\text{КВ}} = 388 \cdot 2 = 776 \frac{\text{м}^3}{\text{год}};$$

9. Двократне видалення повітря з верхньої зони приміщення (масова витрата повітря) [8]:

$$G_{2\text{КВ}} = L_{2\text{КВ}} \cdot \rho_{\text{пов}}, \text{ кг/год};$$

$$G_{2\text{КВ}} = 776 \cdot 1,2007 = 932 \text{ кг/год};$$

10. Перетік повітря з ФК в кухню (об'ємна)[8]:

$$L_{\text{перет.}} = F_{\text{пв}} \cdot \vartheta \cdot 3600 \text{ м}^3/\text{год},$$

де: $F_{\text{пв}}$ - площа пункту видачі їжі, м^2 :[8]

$$F_{\text{пв}} = l \cdot h, \text{ м}^2;$$

де: l – геометрична довжина пункту видачі їжі, м; h - геометрична висота пункту видачі, приймаємо 4м [8];

$$F_{\text{пв}} = 1,4 \cdot 1,6 = 2,2;$$

ϑ – рекомендована швидкість повітря, $\vartheta=0,2 \div 0,4$ м/с;

$$L_{\text{перет.}} = 2,2 \cdot 0,2 \cdot 3600 = 1526/\text{год}.$$

11. Перетік повітря з ФК до кухні (масова) [8]:

$$G_{\text{перет.}} = L_{\text{пер}} \cdot \rho_{\text{пов}}, \text{ кг/год};$$

$$G_{\text{перет.}} = 1526 \cdot 1,2007 = 1815 \text{ кг/год}.$$

12. Визначення кількості повітря на подачу повітря[8]:

$$G_{\text{м.в.}} + G_{2\text{КВ}} = G_{\text{м.п.}} + G_{\text{перет.}} + G_{\text{припл}};$$

$$G_{\text{припл}} = G_{\text{м.в.}} + G_{2\text{КВ}} - G_{\text{м.п.}} - G_{\text{перет.}};$$

$$G_{\text{припл}} = 19546 + 1520 - 16610 - 1815 = 2651 \text{ кг/год}.$$

$$G_{\text{припл}}=60 \% ;$$

$$G_{\text{перет.}}=40 \% .$$

13. Кількість повітря, що потрібно подати в приміщення ФК[8]:

Розрахунок повітрообміну за санітарними нормами[8]:

$$\text{Об'ємна } L_{\text{min}} = (q_n \cdot n + q_v \cdot F) \cdot 3,6, \text{ м}^3/\text{год};$$

Масова $G_{\min} = L_{\min} \cdot \rho$, кг/год;

Об'ємна $L_{\min} = (7 \cdot 85 + 0,35 \cdot 125) \cdot 3,6 = 2300 \text{ м}^3/\text{год}$;

Масова $G_{\min} = 2300 \cdot 1,1886 = 4340 \text{ кг/год}$.

14. Розрахунок повітрообміну на розбавлення до ГДК[8]:

Об'ємна $L_{\text{ГДК}} = \frac{M_{\text{CO}_2}^{\text{ФК}} \cdot 1000}{1,83 \cdot \Delta C} \text{ м}^3/\text{год}$;

Масова $G_{\text{ГДК}} = L_{\text{ГДК}} \cdot \rho$, кг/год;

Об'ємна $L_{\text{ГДК}} = \frac{4800 \cdot 1000}{1,83 \cdot 500} = 5246/\text{год}$;

Масова $G_{\text{ГДК}} = 5246 \cdot 1,1886 = 6235 \text{ кг/год}$.

15. Кількість повітря, що потрібно подати в приміщення з фуд корту[8]:

$$G_{\text{Н}} = G_{\text{ГДК}} + G_{\text{пер}}, \text{ м}^3/\text{год};$$

$$G_{\text{Н}} = 6235 + 1815 = 8050 \text{ м}^3/\text{год}.$$

4.6. Побудова процесу повітрообміну в приміщенні на I-d діаграмі

$$\varepsilon = 3.6 * Q_{\text{hf}} / W_{\text{вол}}$$

$$Q_{\text{hf}} = 20690 \text{ Вт}$$

$$W_{\text{вол}} = 14520 \text{ г/год}$$

$$\varepsilon = 3.6 * 20690 / 14520 = 5,2 (\text{кДж} / \text{г})$$

$$t_l = t_{\text{wz}} + \text{gradt} * (H - h_{\text{wz}})$$

$$t_{\text{wz}} = 20^\circ\text{C}$$

$$\text{gradt} = 0,8$$

$$H = 5,7 \text{ м}$$

h_{wz} (для фудкорту) приймаємо 1,5 м

$$t_l = 20 + 0,8 * (5,7 - 1,5) = 24(^\circ\text{C})$$

1. Вологовміст припливного повітря[8]

$$d_{\text{in}} = d_l - \frac{W}{G_{\text{ext}}}$$

$$d_l = 8,5 \text{ г/кг}$$

$$W = 14520$$

$$G_{ext} = 6235 \text{ кг/год}$$

$$d_{in} = 8,5 - \frac{14520}{6235} = 6,2$$

2. Кількість явної теплоти, що видаляється із зовнішнім повітрям[8]

$$Q_h^l = \frac{G(t_l - t_{in})C_p}{3.6}$$

$$G = 6235 \text{ кг/год}$$

$$t_l = 24^{\circ}\text{C}; t_{in} = 17^{\circ}\text{C}$$

$$Q_h^l = \frac{6235(24 - 17)1,005}{3.6} = 12,2(\text{кВт})$$

3. Кількість явної теплоти, що припадає на фанкойл[8]

$$Q_h^{\phi} = Q_h^{\phi k} - Q_h^l$$

$$Q_h^{\phi} = 15281 - 12200 = 3,1(\text{кВт})$$

4. Витрата повітря через фанкойл[8]

$$G^{\phi} = \frac{3,6 * Q_h^{\phi} - G(t_l - t_o)}{C_p(t_{wz} - t_o^{\phi})}$$

$$Q_h^{\phi} = 3,1 \text{ кВт}$$

$$G = 6235 \text{ кг/год}$$

$$t_l = 24^{\circ}\text{C}$$

$$t_o = 8,5^{\circ}\text{C}$$

$$t_{wz} = 20^{\circ}\text{C}$$

$$t_o^{\phi} = 14^{\circ}\text{C}$$

$$G^{\phi} = \frac{3,6 * 3100 - 1.005 * 6235 * (24 - 8,5)}{1.005 * (20 - 14)} = 4350(\text{кг / год})$$

$$L = G^\phi / 1,2 = 4350 / 1,2 = 3625(\text{м}^3 / \text{год})$$

5. Температура повітря при подачі в приміщення[8]

$$t_{in}^\phi = t_{wz} - \frac{3,6 * Q_h^\phi}{C_p * G^\phi}$$

$$Q_h^\phi = 3,1 \text{ кВт}$$

$$G^\phi = 4350 \text{ кг/год}$$

$$t_{in}^\phi = 20 - \frac{3,6 * 3100}{1,005 * 4350} = 14,9$$

8 Холодопродуктивність фанкойлів[8]

$$Q_{ni} = 0,278 * G * (t_{wz} - t_{in}^\phi)$$

$$G = 4350 \text{ кг/год}$$

$$t_{in}^\phi = 14,9$$

$$Q_{ni} = 0,278 * 4350 * (20 - 14,9) = 6170(\text{Вт})$$

Приймаємо до установки 2 фанкойли FWB04-10AT03 з продуктивністю 3,1 кВт кожний [8]

9 Ентальпія умовної суміші що перетікає в кухню[8]

$$I_{\text{сум}} = \frac{I_{in} (G_{mn} + G_{прин}) + I_{wz} + G_{перт}}{G_{mn} + G_{прин} + G_{перт}}$$

$$I_{\text{сум}} = \frac{33,8(16610 + 932) + 37 + 1815}{16610 + 932 + 1815} = 33,2$$

4.7. Побудова процесу повітрообміну в приміщенні кухні в ТП на I-d діаграмі [8]

$$\varepsilon = 3,6 * Q_{hf} / W_{вол}$$

$$Q_{hf} = 15281 \text{ Вт}; W_{вол} = 5980 \text{ г/год}$$

$$\varepsilon = 3,6 * 15281 / 5980 = 9,2(\text{кДж} / \text{г})$$

$$t_l = t_{wz} + gradt * (H - h_{wz})$$

$$t_{wz} = 20^{\circ}\text{C}$$

$$gradt = 0,8$$

$$H = 5,7 \text{ м}$$

h_{wz} (для кухні) приймаємо 2 м

$$t_l = 20 + 0,8 * (5,7 - 2) = 23(^{\circ}\text{C})$$

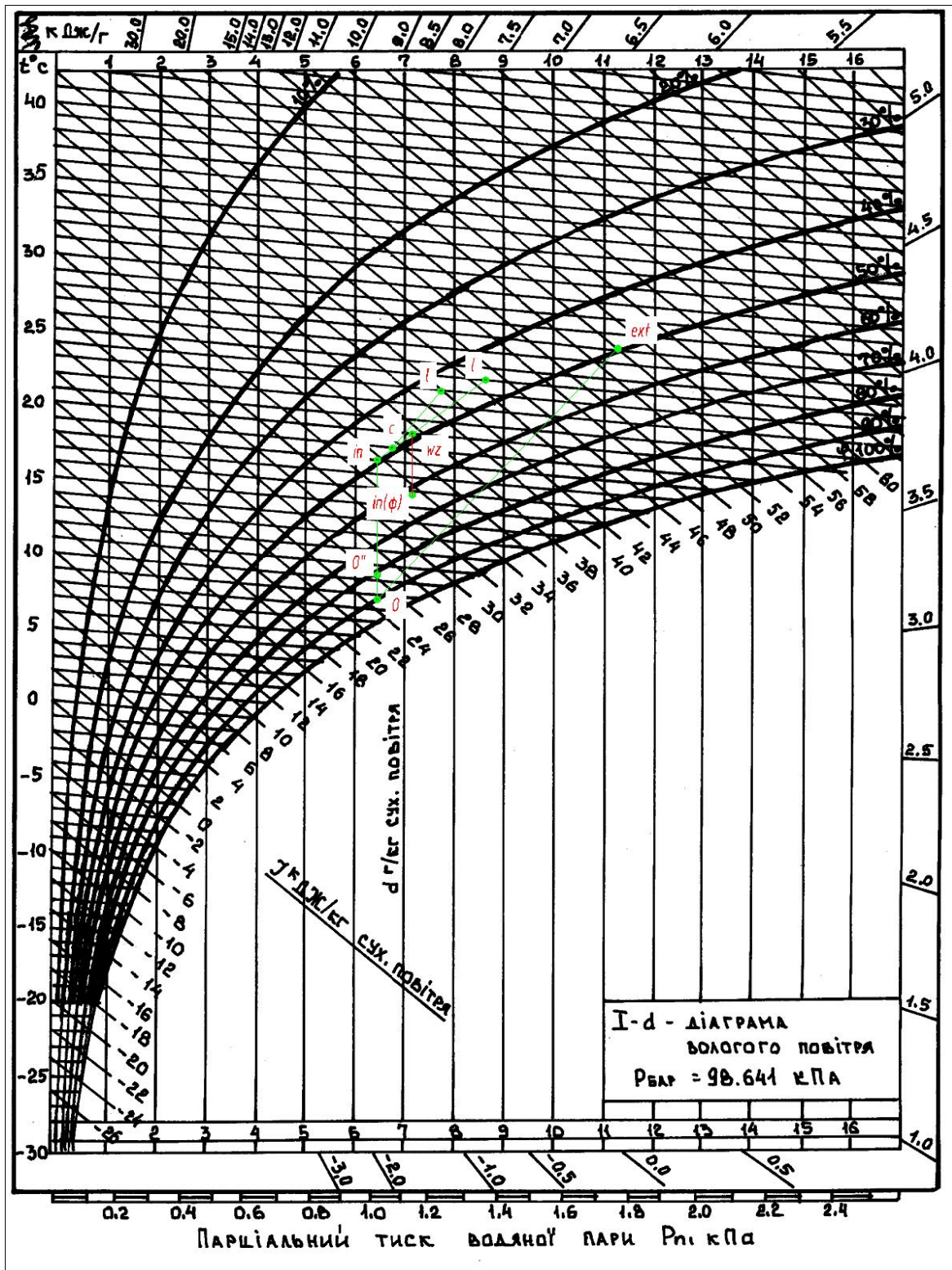


Рис. 4.3. Повітрообмін в приміщенні кухні в ТП на I-d діаграмі

4.8. Побудова процесів обробки повітря вентиляції за умови асиміляції волого і теплонадлишків в холодний період (фудкорт і кухня)[8]

$$\varepsilon = 3.6 * Q_{hf} / W_{\text{вол}}$$

$$Q_{hf} = 19983 \text{ Вт}; W_{\text{вол}} = 12560 \text{ г/год}$$

$$\varepsilon = 3.6 * 19983 / 12560 = 5,8 (\text{кДж} / \text{г})$$

$$t_l = t_{wz} + \text{gradt} * (H - h_{wz})$$

$$t_{wz} = 20^{\circ}\text{C};$$

$$\text{gradt} = 0,6;$$

$$H = 5,7 \text{ м};$$

h_{wz} (для фуд-корту) приймаємо 1,5 м.

$$t_l = 20 + 0,6 * (5,7 - 1,5) = 23(^{\circ}\text{C})$$

- На I-d діаграмі поступово будуємо процес, що відбувається в приміщенні.

4.9.1 Визначаємо ентальпію умовної суміші що перетікає в кухню [8]

$$I_{\text{сум}} = \frac{I_{in} (G_{\text{мн}} + G_{\text{прин}}) + I_{wz} + G_{\text{перт}}}{G_{\text{мн}} + G_{\text{прин}} + G_{\text{перт}}}$$

$G_{\text{мн}}$ - притік повітря від припливно-витяжних зонтів [8]

$G_{\text{прин}}$ - приплив повітря у кухню [8]

$G_{\text{перт}}$ - перетік повітря до кухні [8]

$$I_{\text{сум}} = \frac{33,8(16610 + 932) + 37 + 1815}{16610 + 932 + 1815} = 33,2$$

4.9.2 Побудова процесу повітрообміну в приміщенні кухні в ХП на I-d діграмі [8]

$$\varepsilon = 3.6 * Q_{hf} / W_{\text{вол}}$$

$$Q_{hf} = 18785 \text{ Вт};$$

$$W_{\text{вол}} = 5980 \text{ г/год}$$

$$\varepsilon = 3.6 * 18785 / 5980 = 11,3 (\text{кДж} / \text{г})$$

$$t_l = t_{wz} + \text{gradt} * (H - h_{wz})$$

$$t_{wz} = 20^{\circ}\text{C};$$

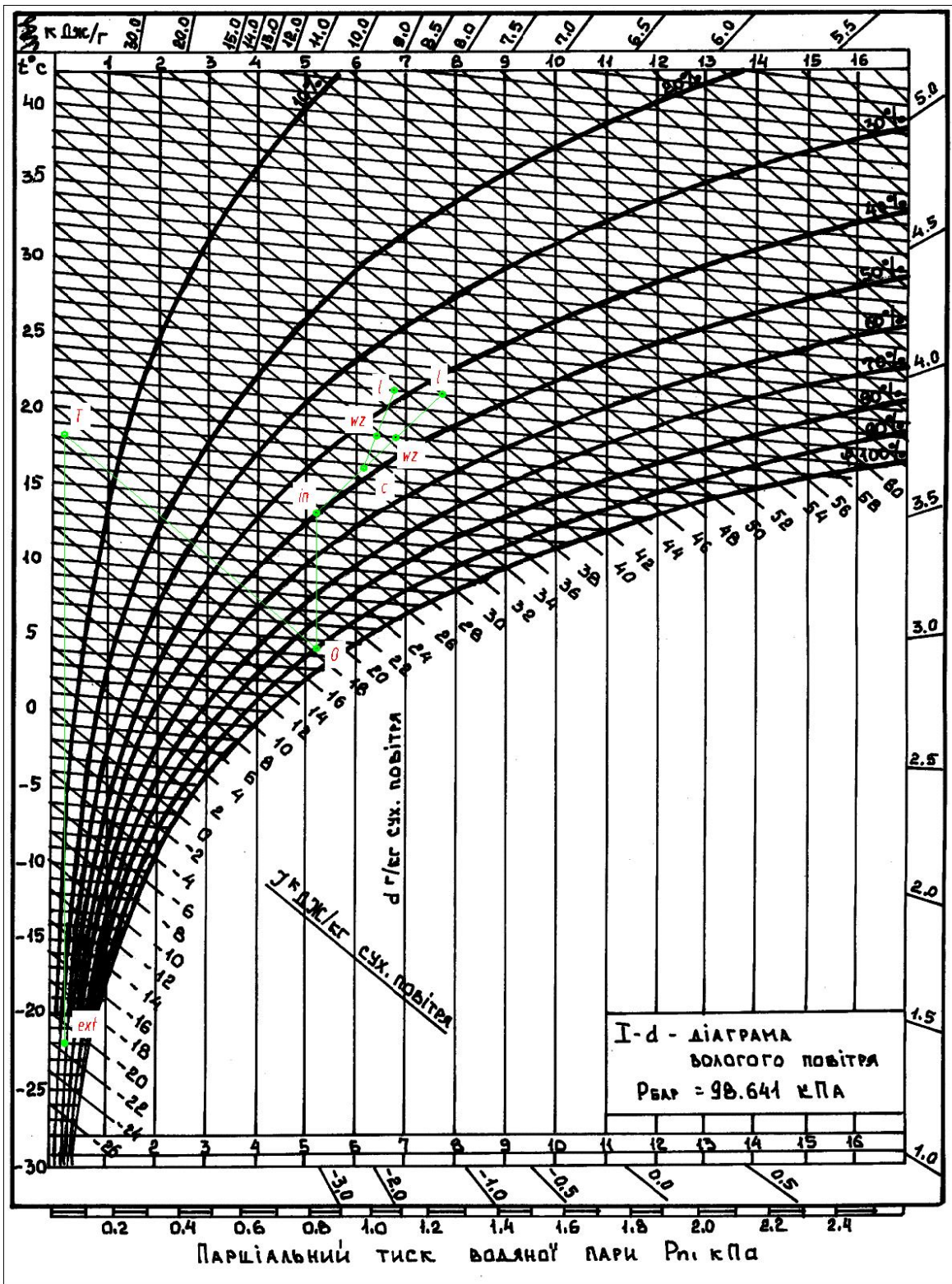
$$gradt = 0,6$$

$$H = 5,7 \text{ м};$$

h (для кухні) приймаємо 2 м[8];

$$t_l = 20 + 0,6 * (5,7 - 2) = 23(^{\circ}C)$$

- На I-d діаграмі поступово будуємо процес, що відбувається в приміщенні [8].



Розрахунок повітрообміну в кухні і фуд-корті [8]

| Назва обладнання | Розмір зонта | | Видалення | | Приплив | | |
|------------------|--------------|-------|--|--------------------|--|-----------|--------------------|
| | l, мм | b, мм | Рекомендована витрата повітря L, м ³ /год | Нврізок на витяжку | Витрата повітря через решітки L, м ³ /год | N решіток | N врізок на приток |
| | | | кг/год | діаметр | кг/год | розмір | діаметр |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Гриль (4) | 1200 | 500 | 3560 | 1 | 5440 | 3 | 2 |
| | | | 4160 | 250 | 6436 | 20×400 | 160 |
| Піч для піци (2) | 1400 | 680 | 1966 | 1 | 1360 | 2 | 1 |
| | | | 2360 | 200 | 1640 | 20×400 | 160 |
| Випічка (2) | 1000 | 850 | 1230 | 1 | 1360 | 2 | 1 |
| | | | 1480 | 200 | 1640 | 20×400 | 160 |
| Фритюр (4) | 1000 | 600 | 3320 | 1 | 5440 | 2 | 1 |
| | | | 5200 | 200 | 6532 | 20×400 | 160 |
| Ел. пл (2) | 1400 | 905 | 1814 | 1 | 1360 | 3 | 2 |
| | | | 3122 | 250 | 1634 | 20×400 | 160 |
| Мийка (3) | 1600 | 850 | 2940 | 2 | - | - | - |
| | | | 3540 | 200 | - | - | - |
| Σ' | - | - | 16610 | - | 14960 | - | - |
| | | | 19546 | - | 17882 | - | - |

4.10. Розрахунок повітророзподілення

Підбір припливних решіток [8]

$$0,8 \leq b/H \leq 3$$

$$N = l/b - \text{кількість решіток}$$

$$L_0 = L/N$$

$$b = 5,0 \text{ м}; H = 5,7 \text{ м}; l = 24,5 \text{ м}; L = 13100 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$5/4,7 = 1,06 - \text{залежність не виконується}$$

$$N = 24500/5000 = 4,9 (\text{приймаємо } 5 \text{ решіток})$$

$$L_0 = 13100/5 = 2620 (\text{м}^3/\text{год})$$

За вказівками [15] вибираємо 10 решіток АДН-К 600х600 з $L_0 = 2620 \text{ м}^3/\text{год}$, $m=3,1$ $n=2,5$

$$0,31 \leq a / (m * \sqrt{b * H}) \leq 0,62$$

$$a = 13 \text{ м}; m = 3,1; b = 5 \text{ м}; H = 5,7 \text{ м}$$

$$0,31 \leq 13 / (3,1 * \sqrt{5 * 5,7}) = 0,78 \leq 0,62 - \text{залежність не виконується}$$

Довжина струмини [8]

$$x = h_0 - h_{wz}$$

$$h_0 = 5,7 \text{ м}; h_{wz} = 2 \text{ м.}$$

$$x = 5,7 - 2 = 3,7(\text{м})$$

Струмина розраховується як компактна якщо виконується залежність [8]

$$x \geq 6 * a_0$$

$$a_0 = 0,6 \text{ м}; x = 3,7 \text{ м}$$

$$3,7 \geq 6 * 0,6 = 3,6 - \text{залежність виконується}$$

Розрахунок компактної струмини [8]

$$v_x^{\max} = m * v_0 * \sqrt{F_0} * K_C * K_B * K_H / x - \text{швидкість};$$

$$\Delta t_x^{\max} = n * \Delta t_0 * \sqrt{F_0} * K_B / (x * K_C * K_H) - \text{температура.}$$

$$m = 3,1; n = 2,5; F_0 = 0,36(\text{м}^2);$$

$$v_0 = L_0 / 3600 * F_0 = 2620 / (3600 * 0,36) = 2,0(\text{м} / \text{с});$$

$$K_C = 1; K_B = 1;$$

$$K_H = \sqrt[3]{1 \pm 3(x/z)^2} = \sqrt[3]{1 + 3 * (3,7/5,56)^2} = 2,64$$

$$z = 5,45 * m * v_0 * \sqrt[4]{F_0} / (n * \Delta t_0)^2 = 5,45 * 3,1 * 2 * \sqrt[4]{0,36} / (2,5 * 6,5)^2 = 6,56$$

$$v_x^{\max} = 3,1 * 2 * \sqrt{0,36} * 1 * 1 * 2 / 3,7 = 0,62(\text{м} / \text{с})$$

$$\Delta t_x^{\max} = 2,5 * 6,5 * \sqrt{0,36} * 1 / (3,7 * 1 * 2) = 0,23$$

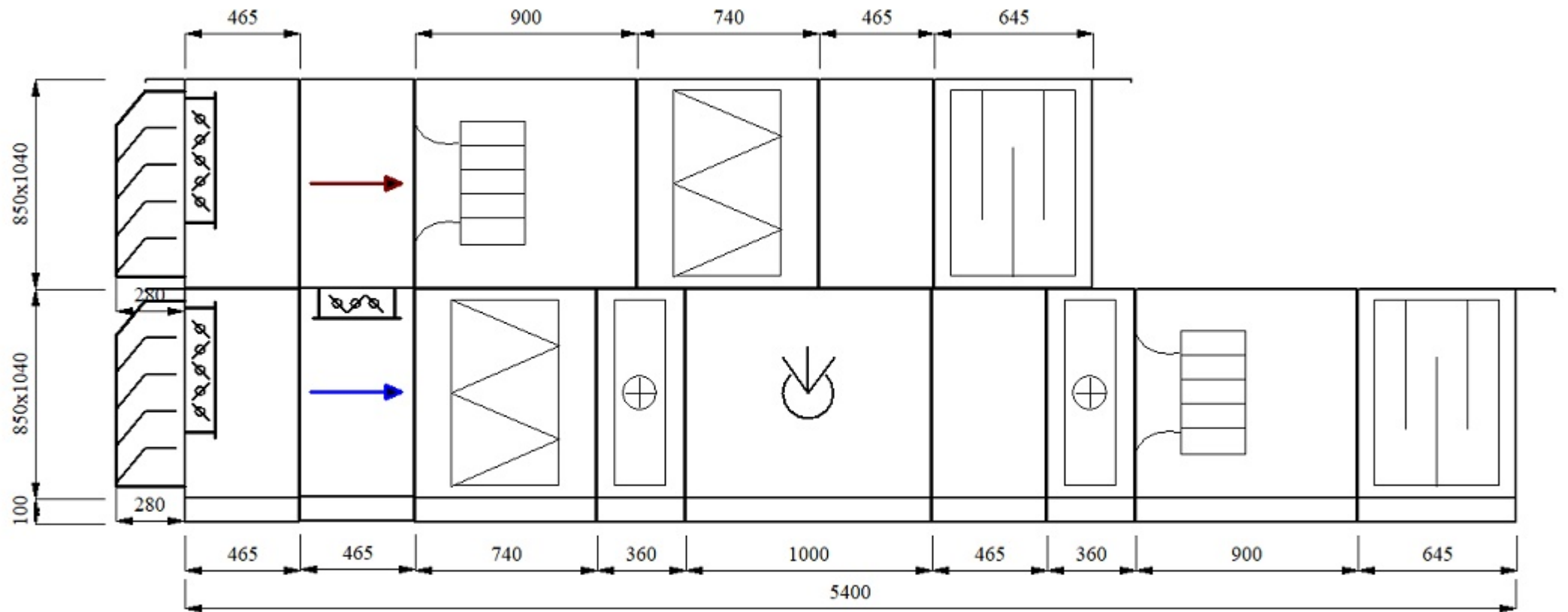
4.11. Аеродинамічний розрахунок та підбір обладнання

Аеродинамічний розрахунок ПВ1

| Номер ділянки | Витрата повітря на ділянці $L_{дiл}, \text{ м}^3/\text{год}$ | Довжина ділянки $l_{дiл}, \text{ м}$ | Розрахункова швидкість в перерізі $U_p, \text{ м/с}$ | Розрахункова площа поперечного перерізу повітропроводу $f_p, \text{ м}^2$ | Розміри поперечного перерізу повітропроводу $V \times H$ для прямокутного повітропроводу або d для круглого, мм | Еквівалентний діаметр $d_e, \text{ мм}$ | Дійсна площа поперечного перерізу повітропроводу $f_a, \text{ м}^2$ | Дійсна швидкість в перерізі $U_a, \text{ м/с}$ | Число Рейнольдса $Re=(v \cdot d_e)/\nu$ | Коефіцієнт гідравлічного тертя $\lambda=0,11 \cdot ((k_e/d_e) + (68/Re))^{0,25}$ | Коефіцієнт шорсткості $\beta_{ш}$ | Коефіцієнт K_1 | Динамічний тиск на ділянці P_a | Втрати тиску на тертя $P_m = (\lambda/d_e) \cdot l \cdot \beta_{ш} \cdot k_1 \cdot P_a$ | Сума коефіцієнтів місцевих опорів на ділянці $\Sigma \xi_{дiл}$ | Коефіцієнт K_2 | Втрати тиску на подолання місцевих опорів $\Delta P_z = \Sigma \xi_{дiл} \cdot P_a \cdot K_2$ | Загальні втрати тиску на ділянці, $\Delta P_{дiл} = P_{тер} + P_z, \text{ Па}$ | Сумарні втрати тиску на ділянці від початку мережі, Па | Нев'язка | Необхідний коефіцієнт місцевого опору дротелькляпана $\xi_{дк}$ |
|-------------------------|--|--------------------------------------|--|---|---|---|---|--|---|--|-----------------------------------|------------------|----------------------------------|---|---|------------------|---|--|--|----------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
| Приплив | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2620 | 5,0 | 4 | 0,18194 | 450 | 450 | 0,16 | 4,55 | 131210 | 0,018 | 0,95 | 0,99 | 12,41 | 2,35 | 0,7 | 0,98 | 8,52 | 10,87 | 70,87 | | |
| 2 | 5240 | 5,0 | 5 | 0,29111 | 550 | 550 | 0,24 | 6,06 | 213824 | 0,016 | 0,93 | 0,99 | 22,07 | 3,04 | 0,48 | 0,98 | 10,38 | 13,42 | 84,29 | | |
| 3 | 7860 | 5,0 | 5 | 0,43667 | 650 | 650 | 0,332 | 6,58 | 274013 | 0,016 | 0,93 | 0,99 | 25,95 | 2,86 | 0,64 | 0,98 | 16,28 | 19,14 | 103,43 | | |
| 4 | 10480 | 5,0 | 6 | 0,48519 | 700 | 700 | 0,385 | 5,79 | 259695 | 0,016 | 0,98 | 0,99 | 20,10 | 2,17 | 0,58 | 0,98 | 11,42 | 13,60 | 97,89 | | |
| 5 | 13100 | 8,9 | 7 | 0,51984 | 800 | 800 | 0,503 | 7,23 | 370993 | 0,015 | 0,9 | 0,99 | 31,40 | 4,54 | 0,94 | 0,98 | 28,93 | 33,46 | 131,35 | | |
| 6 | 13100 | 2,5 | 4 | 0,90972 | 900x900 | 900 | 0,81 | 4,49 | 259180 | 0,015 | 0,88 | 0,99 | 12,11 | 0,45 | 0,55 | 0,98 | 6,53 | 6,98 | 138,32 | | |
| Відгалуження на приплив | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2620 | 0,3 | 4 | 0,18194 | 450 | 450 | 0,16 | 4,55 | 131210 | 0,018 | 0,95 | 0,99 | 12,41 | 0,14 | 0,9 | 0,98 | 10,95 | 11,09 | 71,09 | -0,31 | -0,02 |
| 2 | 2620 | 0,3 | 4 | 0,18194 | 450 | 450 | 0,16 | 4,55 | 131210 | 0,018 | 0,95 | 0,99 | 12,41 | 0,14 | 1,5 | 0,98 | 18,25 | 18,39 | 78,39 | 4,49 | 0,48 |
| 3 | 2620 | 0,3 | 4 | 0,18194 | 450 | 450 | 0,16 | 4,55 | 131210 | 0,018 | 0,95 | 0,99 | 12,41 | 0,14 | 1,8 | 0,98 | 21,90 | 22,04 | 82,04 | 16,28 | 1,73 |
| 4 | 2620 | 0,3 | 4 | 0,18194 | 450 | 450 | 0,16 | 4,55 | 131210 | 0,018 | 0,95 | 0,99 | 12,41 | 0,14 | 2,1 | 0,98 | 25,55 | 25,69 | 85,69 | 9,29 | 0,98 |
| Витяжка | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2620 | 5,0 | 4 | 0,18194 | 450 | 450 | 0,16 | 4,55 | 131210 | 0,018 | 0,95 | 0,98 | 12,41 | 2,33 | 0,7 | 0,97 | 8,43 | 10,76 | 70,76 | | |
| 2 | 5240 | 5,0 | 5 | 0,29111 | 550 | 550 | 0,24 | 6,06 | 213824 | 0,016 | 0,93 | 0,98 | 22,07 | 3,01 | 1,2 | 0,97 | 25,69 | 28,70 | 99,46 | | |
| 3 | 7860 | 5,0 | 5 | 0,43667 | 650 | 650 | 0,332 | 6,58 | 274013 | 0,016 | 0,93 | 0,98 | 25,95 | 2,83 | 0,77 | 0,97 | 19,38 | 22,21 | 121,67 | | |
| 4 | 10480 | 5,0 | 6 | 0,48519 | 700 | 700 | 0,385 | 7,56 | 339290 | 0,015 | 0,98 | 0,98 | 34,30 | 3,52 | 0,57 | 0,97 | 18,97 | 22,49 | 144,16 | | |
| 5 | 13100 | 8,9 | 7 | 0,51984 | 800 | 800 | 0,503 | 7,23 | 370993 | 0,015 | 0,9 | 0,98 | 31,40 | 4,49 | 1,52 | 0,97 | 46,30 | 50,79 | 194,95 | | |
| 6 | 13100 | 7,1 | 4 | 0,90972 | 900x900 | 900 | 0,81 | 4,49 | 259180 | 0,015 | 0,88 | 0,98 | 12,11 | 1,26 | 0,7 | 0,97 | 8,22 | 9,48 | 204,43 | | |

| Відгалуження на витяжку | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|------|-----|---|---------|-----|-----|------|------|--------|-------|------|------|-------|------|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 2620 | 0,3 | 4 | 0,18194 | 450 | 450 | 0,16 | 4,55 | 131210 | 0,018 | 0,95 | 0,98 | 12,41 | 0,14 | 0,9 | 0,97 | 10,84 | 10,98 | 70,98 | -0,31 | -0,02 |
| 2 | 2620 | 0,3 | 4 | 0,18194 | 450 | 450 | 0,16 | 4,55 | 131210 | 0,018 | 0,95 | 0,98 | 12,41 | 0,14 | 1,5 | 0,97 | 18,06 | 18,20 | 78,20 | 21,37 | 1,72 |
| 3 | 2620 | 0,3 | 4 | 0,18194 | 450 | 450 | 0,16 | 4,55 | 131210 | 0,018 | 0,95 | 0,98 | 12,41 | 0,14 | 1,8 | 0,97 | 21,67 | 21,81 | 81,81 | 32,76 | 3,22 |
| 4 | 2620 | 0,3 | 4 | 0,18194 | 450 | 450 | 0,16 | 4,55 | 131210 | 0,018 | 0,95 | 0,98 | 12,41 | 0,14 | 2,1 | 0,97 | 25,29 | 25,43 | 85,43 | 40,74 | 4,74 |

Кондиционер центральный каркасный наружный КЦКЗ-5-ПВ-Пр-4585/150-Пр-4585/140



Розділ 5. Спеціальна частина проекту. Сертифікат енергоефективності будинку.

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ СЕРТИФІКАТ БУДІВЛІ

АДРЕСА (МІСЦЕЗНАХОДЖЕННЯ) БУДІВЛІ:

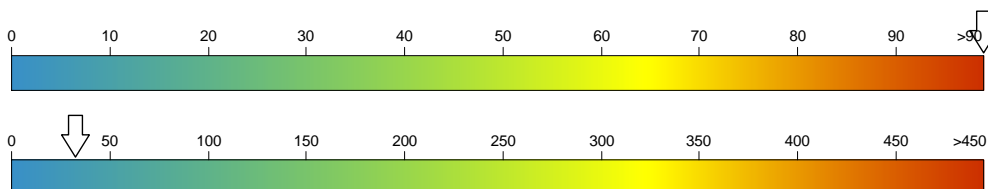
ФУНКЦІОНАЛЬНЕ ПРИЗНАЧЕННЯ ТА НАЗВА:

ВІДОМОСТІ ПРО КОНСТРУКЦІЮ БУДІВЛІ

| | | | |
|-----------------------------------|---------|------------------------------------|------------|
| ОПАЛЮВАНА ПЛОЩА, м ² : | 8892,57 | ОПАЛЮВАНИЙ ОБ'ЄМ, м ³ : | 30883,9 |
| КІЛЬКІСТЬ ПОВЕРХІВ: | 1 | РІК ПРИЙНЯТТЯ В ЕКСПЛУАТАЦІЮ: | 2024.11.22 |

| ШКАЛА КЛАСІВ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ | | КЛАС ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ |
|---|--------------------------|--------------------------------|
| ВИСОКИЙ РІВЕНЬ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ | | |
| | < кВт×год/м ² | |
| | < кВт×год/м ² | |
| | < кВт×год/м ² | |
| | < кВт×год/м ² | |
| | < кВт×год/м ² | |
| | < кВт×год/м ² | |
| НИЗЬКИЙ РІВЕНЬ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ | | |
| ПІТОМЕ СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГІЇ НА ОПАЛЕННЯ, ГАРЯЧЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ, ОХОЛОДЖЕННЯ БУДІВЛІ | | 49,09 |

ПІТОМЕ СПОЖИВАННЯ ПЕРВИННОЇ ЕНЕРГІЇ, кВт х год/м² ЗА РІК 179,28



ПІТОМІ ВИКИДИ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ, кг/м² ЗА РІК 33,32

СЕРІЯ ТА НОМЕР КВАЛІФІКАЦІЙНОГО АТЕСТАТА ЕНЕРГОАУДИТОРА

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ СЕРТИФІКАТ БУДІВЛІ

АДРЕСА (МІСЦЕЗНАХОДЖЕННЯ) БУДІВЛІ: Луцьк
ФУНКЦІОНАЛЬНЕ ПРИЗНАЧЕННЯ ТА НАЗВА: Житлова: РГР КТПС ТГПіВ

ВІДОМОСТІ ПРО КОНСТРУКЦІЮ БУДІВЛІ

ЗАГАЛЬНА ПЛОЩА, М²:
ЗАГАЛЬНИЙ ОБ'ЄМ, М³:
ОПАЛЮВАНА ПЛОЩА, М²: 8892,57
ОПАЛЮВАНИЙ ОБ'ЄМ, М³: 30883,9
КІЛЬКІСТЬ ПОВЕРХІВ: 1
РІК ПРИЙНЯТТЯ В ЕКСПЛУАТАЦІЮ: 2024.11.22
КІЛЬКІСТЬ ПІД'ЇЗДІВ АБО ВХОДІВ: 1

ШКАЛА КЛАСІВ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

КЛАС ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

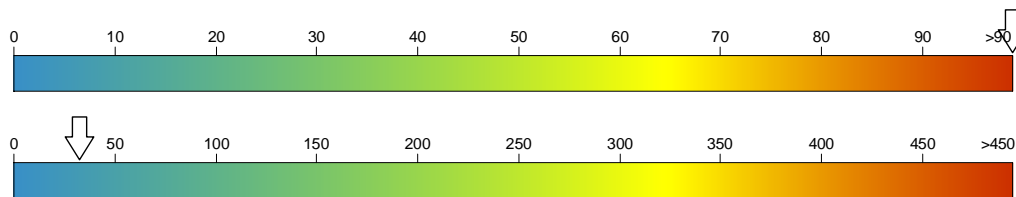
ВИСОКИЙ РІВЕНЬ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ



НИЗЬКИЙ РІВЕНЬ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

ПИТОМЕ СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГІЇ НА ОПАЛЕННЯ, ГАРЯЧЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ, ОХОЛОДЖЕННЯ БУДІВЛІ 49,09

ПИТОМЕ СПОЖИВАННЯ ПЕРВИННОЇ ЕНЕРГІЇ, кВт х год/м² ЗА РІК 179,28



ПИТОМІ ВИКИДИ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ, кг/м² ЗА РІК 33,32

СЕРІЯ ТА НОМЕР КВАЛІФІКАЦІЙНОГО АТЕСТАТА ЕНЕРГОАУДИТОРА

I. ФАКТИЧНІ АБО ПРОЕКТНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

| ВИД ОГОРОДЖУВАЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ | ЗНАЧЕННЯ ОПОРУ ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ ОГОРОДЖУВАЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ (м ² × К)/Вт | | ПЛОЩА А м ² |
|---|---|-------------------|---------------------------|
| | ІСНУЮЧЕ ПРИВЕДЕНЕ ЗНАЧЕННЯ | МІНІМАЛЬНІ ВИМОГИ | |
| ЗОВНІШНІ СТІНИ | 4,15 | 4,00 | |
| СУМІЩЕНІ ПЕРЕКРИТТЯ | | | |
| ПОКРИТТЯ ОПАЛЮВАНИХ ГОРИЩ (ТЕХНІЧНИХ ПОВЕРХІВ) ТА ПОКРИТТЯ МАНСАРДНОГО ТИПУ | | | |
| ГОРИЩНІ ПЕРЕКРИТТЯ НЕОПАЛЮВАНИХ ГОРИЩ | 6,10 | 6,00 | |
| ПЕРЕКРИТТЯ НАД ПРОЇЗДАМИ ТА НЕОПАЛЮВАНИМИ ПІДВАЛАМИ | 5,26 | 5,00 | |
| СВІТЛОПРОЗОРИ ОГОРОДЖУВАЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ | 0,93 | 0,90 | |
| ЗОВНІШНІ ДВЕРІ | 0,80 | 0,70 | |

ОПИС ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

II. ПОКАЗНИКИ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА ФАКТИЧНЕ ПИТОМЕ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ БУДІВЛІ

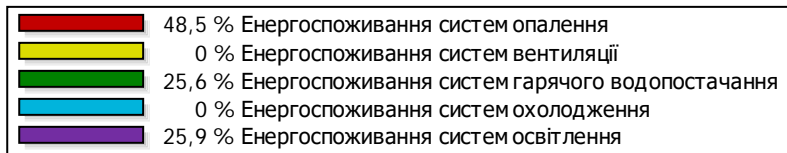
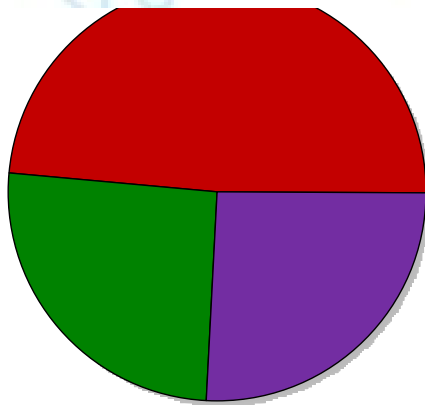
ПОКАЗНИКИ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЛІ

| НАЗВА ПОКАЗА | ІСНУЮЧЕ ЗНАЧЕННЯ кВт×год/м ² ЗА РІК | МІНІМАЛЬНІ ВИМОГИ кВт×год/м ² ЗА РІК |
|---|---|--|
| ПИТОМА ЕНЕРГОПОТРЕБА НА ОПАЛЕННЯ, ОХОЛОДЖЕННЯ, ГАРЯЧЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ | 61,10 | 120,00 |
| ПИТОМЕ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ПРИ ОПАЛЕННІ | 49,09 | |
| ПИТОМЕ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ПРИ ОХОЛОДЖЕННІ | 0,00 | |
| ПИТОМЕ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ПРИ ГАРЯЧОМУ ВОДОПОСТАЧАННІ | 25,91 | |
| ПИТОМЕ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ | 0,00 | |
| ПИТОМЕ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ПРИ ОСВІТЛЕННІ | 26,22 | |
| ПИТОМЕ СПОЖИВАННЯ ПЕРВИННОЇ ЕНЕРГІЇ, кВт × год/м ² ЗА РІК | 179,28 | |
| ПИТОМІ ВИКИДИ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ, кг/м ² ЗА РІК | 33,32 | |

ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ БУДІВЛІ

| ВИД | ФАКТИЧНИЙ ОБСЯГ СПОЖИВАННЯ ЗА РІК | | РОЗРАХУНКОВИЙ ОБСЯГ СПОЖИВАННЯ ЗА РІК | |
|---|-----------------------------------|------------------------|---------------------------------------|------------------------|
| | тис. кВт × год | кВт×год/м ² | тис. кВт × год | кВт×год/м ² |
| ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ | | | 436,54 | 49,09 |
| ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦІЇ | | | 0,00 | 0,00 |
| ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ СИСТЕМ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ | | | 230,44 | 25,91 |
| ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ СИСТЕМ ОХОЛОДЖЕННЯ | | | 0,00 | 0,00 |
| ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ СИСТЕМ ОСВІТЛЕННЯ | | | 233,17 | 26,22 |
| УСЬОГО | | | 900,15 | 101,23 |

ПРИЧИНИ ВІДХИЛЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ОБСЯГІВ СПОЖИВАННЯ ВІД ФАКТИЧНИХ



III. ФАКТИЧНІ АБО ПРОЕКТНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ БУДІВЛІ

СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ

СИСТЕМИ ОХОЛОДЖЕННЯ,
КОНДИЦІЮВАННЯ,
ВЕНТИЛЯЦІЇ

СИСТЕМИ ПОСТАЧАВАННЯ
ГАРЯЧОЇ ВОДИ

СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ

IV. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ (ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ) ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Розділ 6. Організація та технологія монтажу інженерних систем.

Монтаж систем вентиляції: вимоги, етапи

Встановлення вентиляції залежить від самої вентиляції. Канальна вентиляція з розгалуженою мережею повітроводів може обслуговувати цілі торгові центри, великі офіси та промислові підприємства. Продуктивність такої системи дуже висока, але її монтаж вимагає великих зусиль [18].

До безканальної вентиляції відносяться віконний та стіновий припливні клапани, механічні провітрювачі та бризер. Даний вид вентиляції підходить для дому та невеликих офісів, на встановлення обладнання витрачають від 15 хвилин до кількох годин. Нижче розглянемо монтаж обох варіантів вентсистем [22].

Зміст:

Встановлення систем вентиляції

Нормативи для систем вентиляції

Ціни на монтаж систем вентиляції

Встановлення систем вентиляції

Канальна вентиляція

Монтаж вентиляційних систем та обладнання проходить через кілька етапів[22].

Проект. Спочатку становлять технічне завдання. У ньому роблять розрахунок параметрів повітрообміну. Витрата повітря розраховують виходячи з передбачуваної кількості людей у приміщенні та його площі. Значення має специфіка приміщення: наприклад, для вентиляції медичних закладів враховують підвищені вимоги до очищення повітря [21].

Техзавдання складають з урахуванням деяких рекомендацій [18]:

максимальна ефективність системи має бути досягнута за мінімальних витрат;

магістраль руху повітря слід побудувати з мінімально можливою кількістю повітроводів та вигинів[19];

мешканці повинні мати доступ до системи для її регулярної перевірки та обслуговування [22];

необхідно передбачити резервне рішення у разі виходу з ладу будь-якої деталі системи [18];

бажано, щоб вентиляція була непомітною або органічно вписувалася в інтер'єр приміщення [22].

На підставі техзавдання інженери підбирають певний вид вентиляції та створюють схему. У схемі враховують траєкторію повітряних потоків, розташування повітроводів, вентиляторів та інших елементів системи [22].

Якщо проект вентиляції готує компанія, вона має надати Вам кошторис. Кошторис повинен відображати точну суму витрат, повний та докладний список монтажних робіт та матеріалів, що використовуються. До списку витратних матеріалів входять [18]:

монтажні скоби;

саморізи, болти, гайки;

анкери, хомути;

трубки та шланги для відведення конденсату;

утеплювач (наприклад, мінеральна вата) і так далі.

З підсумкової вартості системи компанія укладає із замовником договір.

Встановлення вентиляційного обладнання. Якщо використовується моноблочна вентиляційна установка або якщо можливо згрупувати елементи

системи, їх розташовують у вентиляційній камері. Як правило, під камеру виділяють підвал або горище, тому що потрібно забезпечити постійний доступ до вентсистеми для її обслуговування [22].

Масивні елементи системи необхідно надійно закріпити, щоби від них не виходила вібрація [21].

Як правило, установку системи вентиляції в приміщенні проводять до початку оздоблювальних робіт - інакше можна пошкодити ремонт [20].

Витяжний вентилятор

Пристрій витяжки та припливу. Принцип роботи системи припливної вентиляції: установка забирає повітря з вулиці, розподіляючи його приміщення через систему воздуховодов. Кожна лінія повітроводів веде до окремого приміщення [19].

Відпрацьоване повітря прагне у витяжний отвір і звідти виходить надвір через вентиляційну шахту. Так як витяжна вентиляція в багатоквартирному будинку часто природного типу, можна виконати монтаж вентиляції в будинку своїми руками. Усі монтажні роботи в основному зводяться до встановлення кухонної витяжки та вентиляторів у санвузлі. Щоб не допустити зворотної тяги із санвузла, варто оснастити витяжні вентилятори зворотними клапанами [18].

Монтаж вентканалів

Монтаж вентканалів. Спочатку фахівці позначають та готують місця кріплення повітроводів. Бувають повітропроводи з оцинкованої сталі, алюмінієвої фольги, пластику, склотканини та інших матеріалів. При необхідності для повітроводів роблять отвори в стінах і перекриттях. Потім повітропроводи збирають у блоки, які піднімають до місця розміщення [19].

Є кілька способів з'єднання повітроводів:

Фланцеве. Фланці (плоські деталі з отворами для болтів і шпильок, найчастіше круглої форми) приварюються до кінців повітроводів і приєднуються один до одного кріпленнями [20].

Зварне. Цей вид з'єднання трудомісткий і непрактичний, тому використовують його вкрай рідко - тільки у разі особливих вимог до герметичності системи вентиляції [21].

Ніпельне. Використовується, як правило, для труб із круглим перерізом. Ніпелі (металеві трубки з різьбленням на кінцях) припаюють або надягають на кінці повітроводів [20].

Бандажне. Кінці повітроводів з'єднують бандажом - металевим кільцем, схожим на п'яльця. Бандаж затягують за допомогою болтів та гайок [19].

При кріпленні повітроводів до стіни монтажна бригада використовує спеціальні елементи кріплення — хомути. Під час встановлення враховують нюанси, зазначені у нормативній документації [20].

Щоб зробити поворот магістралі або приєднати канали до вентустановки, використовують гнучкі повітроводи. У них великий опір руху повітря, тому їх застосовують лише як допоміжні елементи. Під час монтажу вони мають бути повністю розтягнуті. Також не слід допускати їх провисання [21].

Вентиляційна решітка

Встановлення додаткових елементів. До цієї категорії відносяться повітронагрівач, дифузори, дефлектори, повітряні клапани, ґрати та багато іншого. Як пристрій, що розподіляє повітря по приміщенню, в будинках та офісах частіше використовують звичайні ґрати, а в промисловій вентиляції – дифузори [22].

Щоб у приміщення потрапляло не тільки свіже, а й чисте повітря, можна вбудувати очисник у канал припливної вентиляції. Наприклад, каналний очищувач-знезаражувач Tion Eco призначений для видалення вірусів та

інфекцій, а також для очищення повітря від пилу, алергенів та шкідливих газів за допомогою фільтрів [21].

Підключення до електромережі

Підключення до електромережі. Для безпечної роботи системи збирають шафу керування та автоматики. Автоматизація систем вентиляції дозволяє включати та вимикати обладнання, захищати його від перевантажень та замикань, а також відстежувати параметри мікроклімату за допомогою датчиків. Зазвичай дверцята шафи закриваються на ключ. Усередині – кнопки, перемикачі та індикатори, що регулюють роботу системи. Також усередині шафи має бути розташований акумулятор для безперебійної роботи вентиляції [19].

Щоб оптимізувати роботу обладнання використовують диспетчеризацію системи вентиляції. Спеціальні контролери відстежують показники роботи вентиляції та повідомляють оператора про можливі несправності [18].

Пуско-налагоджувальні роботи. На цьому етапі перевіряють [20]:

правильність підключення до електромережі;

пожежна безпека;

відповідність фактичних параметрів вентсистеми заявленим [21].

Також фахівці проводять випробування системи вентиляції у трьох режимах [22]:

на максимальній потужності;

на максимальній потужності приточування при непрацюючій витяжці;

на максимальній потужності витяжки при непрацюючій приточці.

Останні два випробування потрібні для того, щоб унеможливити зворотну тягу.

Ретельно перевіривши ефективність системи, організація, яка виконала

монтаж вентиляції в будинку, має надати Вам пакет документів [21]:

паспорт вентиляційної системи;

Інструкція з експлуатації;

технічна документація;

акти про виконання монтажних та пусконаладжувальних робіт;

акт приймання системи вентиляції.

Безканална вентиляція

Монтаж безканалної вентиляції

Технологія монтажу каналної вентиляції багатоетапна, тривала та непроста. Але вентиляційні роботи можуть бути й не такими масштабними — у багатьох випадках достатньо компактної безканалної вентиляції. Змонтувати її значно простіше [19].

Розглянемо встановлення системи припливної вентиляції на прикладі бризера:

Для установки бризера потрібно зробити отвір у стіні діаметром 132 мм. Щоб пробурити вентканал, фахівець вибирає рівну ділянку стіни та перевіряє, чи немає у стіні комунікацій, які можуть бути пошкоджені під час монтажу [18].

Отвір проходить за допомогою установки алмазного буріння - це пристрій, що обробляє бетон, камінь та інші будівельні матеріали за допомогою штучно синтезованих алмазних зерен. В обладнанні є промисловий пиросос та водозбірний колектор, тому монтаж не зашкодить обробці кімнати – бризер можна встановлювати навіть при повністю готовому ремонті [19].

Канал повітроводу тепло-і шумоізолюється. Герметизація стиків між стіною та повітроводом здійснюється морозостійким герметиком на основі силікону без запаху [20].

Зовні встановлюються декоративні ґрати, що блокують попадання в прилад комах та дрібного сміття. Щоб опади, які можуть потрапити в канал повітроводу, у ньому не застоювалися, він монтується під нахилом 3–5 градусів у бік вулиці [21].

Бризер міцно фіксується на стіні елементами кріплення з комплекту.

Ця процедура займає лише годину.

Правила організації вентсистем можна знайти і в нормативних документах, присвячених конкретним об'єктам - наприклад, складським будинкам, театрам або басейнам [22].

Наведемо коротку вичавку з даних документів:

Якщо у вентсистемі є функція очищення, вона має забезпечувати рівень вмісту пилу у приміщенні вище гранично допустимої концентрації [21].

Забір вулично ю повітря не слід організувати на відстані менше 8 м від автомобільних доріг з інтенсивним рухом, парковок, сміттєвих контейнерів, що активно використовуються, біля димових труб і місця викиду відпрацьованого повітря [19].

Якщо обладнання для забору вуличного повітря знаходиться на відкритому місці, в теплу пору року потрібно захищати його від перегріву [18].

Для вентобладнання необхідно відвести спеціальне приміщення. Обладнання також можна розміщувати на даху будівлі та інших відкритих місцях. Але якщо взимку температура може опускатися нижче -40°C , потрібно узгодити місце розміщення з виробником системи. При встановленні на даху мають бути передбачені огорожі [19].

Повітропроводи для витяжки повітря з приміщень, де утворюються неприємні запахи, не слід розміщувати поруч із припливною вентиляцією. Також повітря з цих приміщень не попадає в інші кімнати через повітропроводи [20].

З метою пожежної безпеки до повітроводів приєднують пристрої, що запобігають проникненню диму в приміщення (спеціальні клапани, колектори тощо) [21].

Транзитні повітропроводи не повинні проходити через сходові клітки та тамбури.

Не можна прокладати трубо- та газопроводи, кабелі, електропроводку та струмовідводи поруч зі стінками повітроводів або всередині них [22].

Якщо можливе утворення конденсату, слід монтувати повітропроводи з невеликим нахилом та передбачити відведення вологи [21].

Якщо у житлових будинках є медичні установи, їх вентиляція має бути організована окремо [20].

Вага повітроводів не повинна «тиснути» на вагу іншого обладнання [18].

Перед здачею в експлуатацію вентсистеми необхідно налагодити її роботу.

Вентиляція повинна забезпечувати необхідні параметри мікроклімату, а рівень шуму вентсистеми не повинен перевищувати допустимі норми шуму.

Склавши календарний план будівельно-монтажних робіт, визначають техніко – економічні показники на об'єкті, які характеризують цілеспрямованість і економічність прийнятих рішень [18].

Розраховують коефіцієнт нерівномірності руху робочої сили K . Він визначається на основі графіка руху робочої сили і являє собою відношення максимальної кількості працівників до середньої кількості працівників за весь час будівництва [18]:

$$K = n_{\max}/n_{\text{сер}}, \quad n_{\text{сер}} = F/n_{\text{днів}}$$

$$K=12/9,5=1,26$$

Розділ 7. Охорона праці та навколишнього середовища.

Аналіз небезпечних та шкідливих факторів

Таблиця 7.1

Аналіз небезпечних та шкідливих факторів

| № | Небезпечні і шкідливі виробничі фактори | Джерела факторів (види робіт) | Кількісні оцінки | Нормативні документи |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Наявність токсичних речовин, шкідливих хімічних речовин | Роботи зі зберіганням, обробкою, переробкою або використанням отруйних, корозійних або інших хімічних речовин. Це можуть бути хімічні процеси, які включають роботу з розчинами, реагентами, лаками, фарбами або легкозаймистими матеріалами. | ГДК 0,15 мг/м ³ (Бажано розглядати до кожної речовини ці значення окремо) | НПАОП 0.00-5.23-16 ГОСТ 12.1.005-88 |
| 2 | Падіння з висоти конструкцій і матеріалів ,тощо. | монтажні, покрівельні, опоряджувальні а)зовнішні б)внутрішні навант-розвант | h=12,74 м h=12,74 м h=12,74 м h=12,74 м h=2,7 м | ДБН А 3.2-2- 2009 Розділ 10,14,17,15 |
| 3 | Висока напругою | Встановлення, обслуговування або ремонт електричного устаткування, яке працює під напругою понад 1000 В, включаючи електричні станції, підстанції та інші електроустановки. | >1000 В | ДСТУ БА 3.2- 15:2011 ДБН В 2.5- 28:2018 |
| 4 | Недостатнє освітлення для робочих місць | монтаж конструкцій, монтажні, опоряджувальні: внутрішні, зовнішні, | 30лк 30лк 30лк 50лк 30лк | ДСТУ Б.А.3.2- 15-2011 ДБН А.3.2-2- 2009 ДБН В.2.5- 28:2018 |
| 5 | Незадовільні параметри мікроклімату | Монтаж, експлуатація систем | t=20-22°C f=60-46% v=0,3 м/с | ГОСТ 12.1.005-88 ДСН 3.3.6.042-99 |

| | | | | |
|---|--------------------|---|--|---------------------------------------|
| 6 | Висока температура | Роботи, пов'язані з екстремальними температурами, які можуть включати зварювання, плавлення металів, ковку або інші процеси, де висока температура може створювати ризик опіків або теплового стресу. | $t \leq 180^{\circ}\text{C}$ | ДБН А.3.2-2-2009(р.16) |
| 8 | Пожежна безпека | Монтаж, випробовування, експлуатація і ремонт інженерних систем | $K_{п/б}$ $K_{вог.}$ | ДСТУ Б В.1.1-36:2016 ДБН В.1.1-7:2016 |
| 9 | Горіння, вибух | Газонебезпечні роботи | Концентрація газу не вище 1/5 нижньої межі вибуховості | НПАОП 0.00-1.76-15 |

Охорона праці під час монтажу системи вентиляції в приміщенні боулінгу є важливим аспектом, який забезпечує безпеку працівників та ефективність виконання робіт. Ось основні заходи з охорони праці, які слід дотримуватися під час монтажу [29]:

Підготовка до монтажу

1. Планування робіт:

- Розробка детального плану монтажу, включаючи послідовність робіт і розташування вентиляційних елементів [28].
- Оцінка ризиків та виявлення потенційних небезпек.
- Проведення інструктажу з техніки безпеки для всіх працівників.

2. Перевірка обладнання та інструментів [27]:

- Впевненість, що всі інструменти та обладнання перебувають у справному стані.
- Використання інструментів, які відповідають стандартам безпеки.

Захисні засоби

1. Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) [29]:

- Шоломи для захисту голови від падіння предметів.
- Захисні окуляри для захисту очей від пилу та уламків.
- Респіратори або маски для захисту від пилу та дрібних часток.
- Робочі рукавички для захисту рук.
- Захисне взуття з нековзною підошвою.

2. Спецодяг. Спеціальний одяг, що відповідає умовам праці, зокрема з світловідбиваючими елементами, якщо роботи виконуються в умовах обмеженої видимості [25].

Роботи на висоті

1. Безпека при роботах на висоті [26]:

- Використання надійних драбин та риштувань.
- Застосування страхувальних систем (поясів та тросів) для запобігання падінням [27].
- Перевірка стану поверхні, на якій встановлено драбини або риштування.

2. Порядок виконання робіт [27]:

- Виконання робіт на висоті лише після проходження відповідного інструктажу [28].
- Забезпечення постійного контролю за виконанням робіт на висоті з боку відповідального за безпеку [29].

Електробезпека

1. Робота з електроінструментом [25]:

- Використання інструментів з ізольованими ручками.
- Перевірка цілісності електричних кабелів та роз'ємів.
- Дотримання вимог електробезпеки при підключенні до мережі.

2. Забезпечення заземлення - Впевненість, що всі електричні прилади правильно заземлені [26].

Пожежна безпека. Заходи пожежної безпеки [25]:

- Зберігання легкозаймистих матеріалів у відповідних контейнерах [25].
- Наявність вогнегасників у зоні проведення робіт [25].
- Заборона куріння та використання відкритого вогню у місцях монтажу.

Організаційні заходи

1. Контроль за дотриманням правил безпеки [25]:

- Призначення відповідального за охорону праці на об'єкті.
- Регулярні перевірки дотримання вимог безпеки.

2. Навчання персоналу [28]:

- Проведення регулярних навчань та інструктажів з охорони праці.
- Оновлення знань працівників про нові методи безпеки та технології.

Документація [29]

1. Ведення журналів [28]:

- Журнал реєстрації інструктажів з охорони праці.
- Журнал перевірок інструментів та обладнання.

2. Оформлення дозволів - Оформлення всіх необхідних дозволів на виконання висотних робіт та робіт з електроінструментом [27].

Дотримання цих заходів з охорони праці допоможе забезпечити безпеку працівників під час монтажу системи вентиляції в приміщенні боулінгу та знизити ризики нещасних випадків та травм [28].

Охорона праці під час експлуатації системи вентиляції та кондиціонування в приміщенні боулінгу є важливим аспектом забезпечення

безпеки та комфорту працівників та відвідувачів. Дотримання правил охорони праці допомагає уникнути нещасних випадків, зберегти здоров'я персоналу та забезпечити ефективну роботу обладнання. Нижче наведено основні аспекти охорони праці під час експлуатації систем вентиляції та кондиціонування [27].

1. Загальні вимоги

Підготовка персоналу [26]:

- Навчання та інструктажі: Всі працівники, що займаються обслуговуванням систем вентиляції та кондиціонування, повинні проходити обов'язкове навчання та регулярні інструктажі з охорони праці [26].
- Кваліфікація: До роботи допускаються тільки кваліфіковані спеціалісти з відповідними сертифікатами та досвідом.

Дотримання нормативних актів [26]:

- Відповідність стандартам: Системи вентиляції та кондиціонування повинні відповідати державним стандартам та нормативам безпеки [26].
- Регулярні перевірки: Проводити регулярні перевірки та аудит систем на відповідність нормативним вимогам [27].

2. Техніка безпеки під час експлуатації [28]

Електробезпека

[25]:

- Ізоляція та заземлення: Всі електричні компоненти систем повинні бути належним чином ізольовані та заземлені. [27]
- Перевірка електропроводки: Регулярно перевіряйте стан електропроводки та її з'єднань, щоб уникнути короткого замикання та інших електричних аварій [27].

Механічна безпека:

- Захист від рухомих частин: Всі рухомі частини системи (вентилятори, компресори тощо) повинні бути захищені кожухами або іншими засобами [28].

- Безпечна робота з обладнанням: Заборонено працювати з вентиляційним та кондиціонерним обладнанням при його увімкненні. Необхідно спочатку відключити живлення [29].

Пожежна безпека:

- Вогнегасники: Забезпечте наявність вогнегасників та інших засобів пожежогасіння поблизу вентиляційних та кондиціонерних установок [27].
- Система пожежної сигналізації: Встановіть автоматичну систему пожежної сигналізації в місцях розміщення обладнання [28].

3. Робоче середовище та організація праці

Організація робочого місця:

- Вентиляційні шафи: Розміщуйте вентиляційні установки в окремих технічних приміщеннях з обмеженим доступом [29].
- Простір та освітлення: Забезпечте достатній простір та освітлення для безпечного обслуговування обладнання. Засоби

індивідуального захисту (ЗІЗ):

- Спеціальний одяг: Працівники повинні використовувати спеціальний одяг, включаючи рукавички, захисні окуляри та маски [29].
- Засоби захисту органів дихання: Використовуйте респіратори або маски при роботі з фільтрами та іншими елементами вентиляційних систем [28].

4. Технічне обслуговування та ремонт [27]

Регулярне обслуговування:

- Планові перевірки: Проводьте регулярні планові перевірки та обслуговування систем вентиляції та кондиціонування, включаючи очищення фільтрів, перевірку герметичності з'єднань та стану рухомих частин [28].

- Виявлення несправностей: негайно виявляйте та усувайте будь-які несправності, що можуть вплинути на безпеку системи [27].

Безпека під час ремонтів:

- Відключення обладнання: Перед початком ремонтних робіт обов'язково відключайте обладнання від мережі живлення [27].
- Контроль доступу: Обмежте доступ до місця проведення ремонтних робіт, встановіть попереджувальні знаки та огорожі [29].

5. Експлуатація системи

Контроль параметрів:

- Температура та вологість: Контролюйте температуру та вологість повітря у приміщеннях для забезпечення комфортних умов для відвідувачів та працівників [27].
- Якість повітря: Регулярно перевіряйте якість повітря, зокрема рівень CO₂ та інших забруднюючих речовин [29].

Енергозбереження - Оптимізація роботи: Налаштуйте системи вентиляції та кондиціонування на оптимальний режим роботи для зменшення енергоспоживання [28].

- Автоматизація: Використовуйте автоматичні системи керування для підтримки оптимальних параметрів роботи обладнання [27].

6. Екстрені ситуації

План дій при аварії [25,26]:

- Евакуаційний план: Розробіть та впровадьте евакуаційний план на випадок аварійних ситуацій, зокрема пожежі або витоку газу [25].
- Інструкції для персоналу: Забезпечте наявність чітких інструкцій для персоналу на випадок аварії, проводьте регулярні тренування з евакуації [25].

Засоби оповіщення:• Сигналізація: Встановіть систему оповіщення про аварійні ситуації, що автоматично сповіщатиме персонал та відвідувачів [29].

7. Зворотній зв'язок та покращення

Оцінка ризиків:

- Регулярний аналіз: Проводьте регулярний аналіз ризиків, пов'язаних з експлуатацією систем вентиляції та кондиціонування, для виявлення та усунення потенційних небезпек [28].

- Зворотній зв'язок: Впровадьте систему зворотного зв'язку для збору інформації про роботу системи та безпеку від працівників і відвідувачів [29].

Покращення процедур [27]:

- Оновлення інструкцій: Постійно оновлюйте інструкції з охорони праці відповідно до нових стандартів та рекомендацій [26].

- Навчання та підвищення кваліфікації: Проводьте регулярні тренінги та курси підвищення кваліфікації для персоналу, щоб покращити їхні знання та навички в галузі охорони праці [27].

Висновок

Забезпечення охорони праці під час експлуатації систем вентиляції та кондиціонування в приміщенні боулінгу є критично важливим завданням для створення безпечного та комфортного середовища [28]. Дотримання вимог охорони праці, регулярне технічне обслуговування обладнання та навчання персоналу допоможуть запобігти нещасним випадкам, зберегти здоров'я працівників та забезпечити надійну та ефективну роботу систем [29].

Список літератури:

1. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. - [Чинні від 2011-10-10]. - Мінрегіонбуд та ЖКГ України.- К.: ДП „Укранархбудінформ”, 2011.- 123 с.
2. ДБН В.2.2-25:2009 Будинки і споруди. Підприємства харчування (заклади ресторанного господарства). Зі Змінами № 1 та № 2 - [Чинні від 2020-01-06]. - Міністерство регіонального розвитку та будівництва України.- К.: ДП „Укранархбудінформ”, 2020. -55с.
3. ДБН В.2.2-9:2018. ГРОМАДСЬКІ БУДИНКИ ТА СПОРУДИ. Зі Зміною № 1 - [Чинні від 2018-28-09]. - Міністерство розвитку громад та територій України.- К.: ДП „Укранархбудінформ”, 2022.- 43с.
4. ДБН В.2.2-15:2019 Житлові будинки. Основні положення (з урахуванням зміни №1).- [Чинні від 2019-12-01].- Мінрегіон України.- К.: ДП „Укранархбудінформ”, 2019.- 44 с.
5. Теплотехнічний розрахунок і підбір огорожувальних конструкцій: методичні вказівки до виконання розділу курсового проекту з дисципліни опалення./ уклад. Росковшенко Ю.К., Любарець О.П., Сенчук М.П. та інш. – К.: КНУБА, 2013. – 32 с.
6. ДБН В.2.6-31.2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. - [Чинні від 2022-01-09]. - Міністерство розвитку громад та територій України.- К.: ДП „Укранархбудінформ”, 2022.- 23 с.
7. ДСТУ 9191:2022 Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель – [Чинні від 2023-03-01]. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2022. – 63 с.
8. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. - [Чинні від 2014-01-01]. - Мінрегіонбуд та ЖКГ України.- К.: ДП „Укранархбудінформ” Мінбуду України, 2014.- 149 с.
9. Глушко Ю.Ю. Опалення: навчальний посібник/ Глушко Ю.Ю. та ін. – Київ: Ресурсний центр ГУРТ, 2018. – 102 с.
10. Любарець О.П., Зайцев О.М., Любарець В.О. Проектування систем водяного опалення: посібник для проєктувальників, інженерів і студентів технічних ВНЗів. – Відень-Київ-Симферополь: ГЕРЦ Арматурен Г.м.б.Х, 2010.
11. Теплова потужність систем водяного опалення: методичні вказівки до виконання розділу курсового та дипломного проєктів з дисципліни опалення / уклад. О.П.Любарець, М.П.Сенчук., В.О.Любарець – К.: КНУБА, 2015. – 26с.
12. Любарець О.П., Сенчук М.П., Любарець В.О. Методика визначення проєктної теплової потужності систем опалення приміщень та будівель.

- Енергоефективність в будівництві та архітектурі. Науково-технічний збірник. Вип.8. Київ: КНУБА, 2016.- с.197-201.
13. Опалення: методичні вказівки до виконання розділу "Гідравлічний розрахунок систем водяного опалення" курсового проекту / уклад.: О.П.Любарець, М.П.Сенчук, В.О.Мілейковський та інш. - К.: КНУБА, 2015. – 40с
 14. Методичні вказівки «Розрахунок надходження шкідливостей до приміщень житлових та громадських будівель» до виконання практичних занять для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія.» ОПП «Теплогазопостачання і вентиляція» /уклад.: А.С. Москвітіна, М.О. Шишина, І.О. Пефтьєва. – Київ: КНУБА, 2023. – 60 с.
 15. Росковшенко Ю. К. Центральні системи кондиціонування повітря: Навч. посібник. Київ : ІВНВКП "Укрґеліотех", 2008. 216 с.
 16. ДСТУ 9190:2022 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання під час опалення, охолодження, вентиляції, освітлення та гарячого водопостачання. - [Чинні від 2023-03-01].-К.: ДП «УкрНДНЦ», 2022.- 156 с.
 17. Любарець О.П., Верещинський П., Сеньковський К., Куно Г. Теплова потужність систем опалення. Довідник з методики розрахунку у програмі Auditor-OZC 6.9. Київ-Варшава-Білосток: ТОВ КАН, 2016.- 28с.
 18. Жуковський С.С., Кінаш Р.І. Технологія заготівельних та монтажних робіт: навчальний посібник. - – Львів: Вид-во НУ «Львівська політехніка», 1999. – 448 с. (шифр: 697, авторський знак: Ж86) НП Технологія заг. спец. монт. робіт, Дьвів, 1999.djvu.
 19. Методичні вказівки до виконання курсової роботи: Розробка монтажного проекту системи вентиляції / В.М. Голубенков, П.Л. Зінич.– К.:КНУБА, 2008.–56 с. – Методичні вказівки.
 20. Методичні рекомендації до виконання курсового проекту «Організація будівельно-монтажних робіт» для студентів теплогазопостачання і вентиляції/ уклад. М.В. Степанов. – К.: КНУБА, 2005. – 48 с.
 21. Сашко В.О., Терещенко В.М. Труби та арматура: навчальний посібник. – Київ: Ресурсний центр ГУРТ, 2019. – 102 с. – НП Труби та арматура, Київ, 2019.pdf.

22. Степанов М.В., Вакалюк А.С. Організація будівельно-монтажних робіт: навчальний посібник. – К.: КНУБА, 2011. – 88 с. – https://library.knuba.edu.ua/books/20_1_11.rar.
23. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. – К.: Мінрегіонбуд України, 2017. – чинні з 01.03.2018. – Норми.
24. ДБН А.3.2-2-2014. Охорона праці і промислова безпека в будівництві. – К.: Мінрегіон України, 2014. – чинні від 01.01.2015. – Норми.
25. Вільсон О.Г. Охорона праці в галузі (на прикладі будівництва): навчальний посібник. - К.: Основа, 2006. - 204 с.
26. Сафонов В.В. Інженерні рішення з охорони праці при розробці дипломних проектів інженерно-будівельних спеціальностей: навчальний посібник: за редакцією В.В. Сафонова. - К.: Основа. 2011. - 480 с.
27. Атаманчук П.С. Охорона праці в галузі: навчальний посібник І П.С. Атаманчук та ін. - К.: Центр учбової літератури, 2017. - 322 с.
28. Русаловський А.В. Правові та організаційні питання охорони праці: навчальний посібник / А.В. Русаловський; 5-те вид., допов. І перероб. - К.: Університет «Україна», 2011. - 280 с.
29. Апостолюк С.О. Безпека праці: ергономічні та естетичні основи: навчальний посібник / С.О Апостолюк. В.С. Джигирей, А.С. Апостолюк. І.А. Соколовський та ін. - К. : Знання. 2007. -215 с.