**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 ТА ВЕНТИЛЯЦІЯ МАГАЗИНУ З АДМІНІСТРАТИВНИМИ ПРИМІЩЕННЯМИ У М. СУМИ

**КУРІЛО СЕРГІЙ КОСТЯНТИНОВИЧ**

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

Київ 2026 р.

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

**Факультет інженерних систем і екології**

**Кафедра теплогазопостачання і вентиляції**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

Д.е.н., професор Предун К.М.

«___» _____20___ р.

# ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

## ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

на тему:

## ОПАЛЕННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЯ МАГАЗИНУ З АДМІНІСТРАТИВНИМИ ПРИМІЩЕННЯМИ У М. СУМИ

Виконав студент групи ТВ-22-2

Спеціальність: будівництво та цивільна інженерія

Спеціалізація: теплогазопостачання і вентиляція

Куріло Сергій Костянтинович
(прізвище, ім’я та по батькові повністю)

Керівник Ваколюк А.С.
(прізвище та ініціали)
к.т.н., доцент
(вчене звання, науковий ступінь)

Ідентичність підтверджую

Київ 2026 р.

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

Факультет: інженерних систем і екології

Кафедра: теплогазопостачання і вентиляції

Освітній рівень: «бакалавр»

Спеціальність: будівництво та цивільна інженерія

Спеціалізація: теплогазопостачання і вентиляція

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Декан факультету

д.т.н., професор Приймак О.В.

«___»_____20___ р.

# ЗАВДАННЯ

## ДО ВИКОНАННЯ АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

КУРІЛО СЕРГІЙ КОСТЯНТИНОВИЧ
(прізвище, ім'я та по батькові студента)

1. Тема роботи «Опалення та вентиляція магазину з адміністративними приміщеннями у м. Суми»
затверджена наказом ректора КНУБА №_ __ від «___»_____ _20___р.

2. Керівник роботи

Ваколюк Анатолій Степанович
( прізвище, ім'я та по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання студентом роботи до захисту_____

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Розділ 1. Загальні дані

Розділ 2. Тепловий режим будівлі

Розділ 3.Опалення

Розділ 4. Вентиляція

Розділ 5.Автоматика

Розділ 6. Охорона праці

Розділ 7. Експлуатація та сервісне обслуговування систем вентиляції

Розділ 8. Організація будівельно – монтажних робіт

5. Графічний матеріал за розділами

Розділ 2. Лист1,3,4,5 (по – поверхові плани будівлі з нанесенням систем опалення, схеми систем опалення)

Розділ 3. Листи 2,3,5,6 (по поверхові плани будівлі з нанесенням систем вентиляції, схеми систем вентиляції)

Розділ 7. Лист 7 (календарний план виконання робіт з монтажу систем опалення та вентиляції, графіки руху робочих під час виконання монтажу систем опалення та вентиляції, техніко – економічні показники).

7. Календарний план виконання роботи:

| Види робіт та їх зміст | Дата виконання |
|---|---|
| Розділ 1. Загальні дані | |
| Розділ 2. Тепловий режим будівлі | |
| Розділ 3. Опалення | |
| Розділ 4. Вентиляція | |
| Розділ 5. Автоматика | |
| Розділ 6. Охорона праці | |
| Розділ 7. Експлуатація та сервісне обслуговування систем вентиляції | |
| Розділ 8. Організація будівельно – монтажних робіт | |
| Остаточне оформлення роботи | |
| Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат | |
| Попередній захист роботи на кафедрі | |

8. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Перевірив | |
|---|---|---|---|
| | | Дата | Підпис |
| Розділ 5 | Соболевська Л.Г. | | |
| Розділ 6 | Клімова І.В. | | |
| Розділ 8 | Сенчук М.П. | | |

9. Дата видачі завдання_____

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

Керівник _____ Ваколюк А.С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Студент _____ Куріло С.К.
(підпис) (прізвище та ініціали)

<table>
<tr><td colspan="5">РЕЗЮМЕ (summary)<br>до атестаційної випускної роботи студента:</td><td>Куріло Сергій Костянтинович</td></tr>
<tr><td>Заклад вищої освіти</td><td colspan="5">Київський національний університет будівництва і архітектури</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Тема АРБ</td><td colspan="5">Опалення та вентиляція магазину з адміністративними приміщеннями у м. Суми</td></tr>
<tr><td colspan="5">Heating and ventilation of a store with administrative premises in Sumy</td></tr>
<tr><td>Освітній ступень</td><td colspan="5">Бакалавр</td></tr>
<tr><td>Факультет</td><td colspan="5">Факультет інженерних систем та екології</td></tr>
<tr><td>Кафедра</td><td colspan="5">Теплогазопостачання та вентиляції</td></tr>
<tr><td>Спеціальність</td><td colspan="5">Будівництво та цивільна інженерія</td></tr>
<tr><td>Спеціалізація</td><td colspan="5">Теплогазопостачання та вентиляції</td></tr>
<tr><td>Керівник</td><td colspan="5">Ваколюк Анатолій Степанович, к.т.н., доцент</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Обсяг роботи:</td><td colspan="4">Пояснювальна записка</td><td rowspan="2">Креслень формату А1</td></tr>
<tr><td>сторінок</td><td>розділів</td><td>таблиць</td><td>рисунків</td></tr>
<tr><td>84</td><td>8</td><td>9</td><td>2</td><td>7</td></tr>
<tr><td>Розділ 1</td><td colspan="5">Загальні дані</td></tr>
<tr><td>Розділ 2</td><td colspan="5">Тепловий режим будівлі</td></tr>
<tr><td>Розділ 3</td><td colspan="5">Опалення</td></tr>
<tr><td>Розділ 4</td><td colspan="5">Вентиляція</td></tr>
<tr><td>Розділ 5</td><td colspan="5">Автоматика</td></tr>
<tr><td>Розділ 6</td><td colspan="5">Охорона праці</td></tr>
<tr><td>Розділ 7</td><td colspan="5">Експлуатація та сервісне обслуговування систем вентиляції</td></tr>
<tr><td>Розділ 8</td><td colspan="5">Організація будівельно – монтажних робіт</td></tr>
<tr><td>Висновки по роботі:</td><td colspan="5">Запроєктована система опалення з насосною циркуляцією та система припливно – витяжної вентиляції з механічним та природним спонуканням руху повітря. Розглянуто питання автоматизації роботи припливно – витяжної установки, охорони праці при проведенні монтажних робіт, подано деякі аспекти експлуатації та сервісного обслуговування систем вентиляції, складено календарний графік виконання монтажу систем мікроклімату.</td></tr>
<tr><td colspan="6">ключові слова: опалення, вентиляція, аеродинамічний розрахунок, схема автоматики, небезпечні і шкідливі фактори, календарний графік<br>Keywords: heating, ventilation, aerodynamic calculation, automation scheme, dangerous and harmful factors, calendar schedule</td></tr>
</table>

Керівник _____ Ваколюк А.С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Студент _____ Дишлюк В.Л.
(підпис) (прізвище та ініціали)

«___»_____20___ р.

ЗМІСТ

ВСТУП……

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНІ ДАНІ……

1.1. Характеристика об'єкта ……

1.2. Вибір розрахункових параметрів повітря

1.2.1. Розрахункові параметри зовнішнього повітря……

1.2.2. Розрахункові параметри внутрішнього повітря……

РОЗДІЛ 2. ТЕПЛОВИЙ РЕЖИМ БУДІВЛІ

2.1. Теплотехнічний розрахунок огороджуючих конструкцій…….

2.2. Визначення теплової потужності системи опалення приміщень……..

РОЗДІЛ 3. ОПАЛЕННЯ

3.1. Характеристика системи опалення…….

3.2. Вибір опалювальних приладів…….

3.3. Гідравлічний розрахунок системи опалення……..

РОЗДІЛ 4. ВЕНТИЛЯЦІЯ

4.1. Визначення надлишкових надходжень теплоти в приміщення торгівельного залу

4.1.1. Теплонадходження від людей……...

4.1.2. Теплонадходження від джерел штучного висвітлення……..

4.1.3. Надходження теплоти за рахунок сонячної радіації……..

4.2. Розрахунок виділення вологи від людей в приміщення торгівельного залу……..

4.3. Виділення діоксиду вуглецю в приміщенні торгівельного залу…….

4.4. Розрахунок повітрообміну в приміщенні торгівельного залу

4.4.1. Теплий період року……

4.4.2. Холодний період року…….

4.5. Характеристика прийнятої системи вентиляції для приміщення торгівельного залу…….

4.6. Вибір повітророзподільників для приміщення торгівельного залу…….

4.7. Розрахунок повітрообмінів в допоміжних приміщеннях……...
4.8. Вибір повітророзподільників для допоміжних приміщень…….
4.9. Схема організації повітрообміну в допоміжних приміщеннях ……
4.10. Аеродинамічний розрахунок припливно – витяжної системи ПВ2…….
4.11. Вибір припливно – витяжної установки системи ПВ2……..
РОЗДІЛ 5. АВТОМАТИКА
5.1. Функції системи автоматики…….
5.2. Автоматика систем вентиляції…….
5.3. Функціональна схема автоматики припливно – витяжної установки з двома водяними підігрівачами та водяним повітроохолоджувачем……..
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ
6.1. Аналіз проекту по основним небезпечним та шкідливим факторам, що діють під час монтажу систем опалення та вентиляції……
6.2. Аналіз умов праці……...
6.3. Шкідливі фактори і заходи щодо їхнього запобігання
6.3.1. Шкідливі фактори і заходи щодо їхнього запобігання……
6.3.2. Підвищений рівень шуму……..
6.3.3. Недостатня освітленість робочої зони……..
6.4. Небезпечні фактори і заходи щодо техніки безпеки
6.4.1. Машини, що рухаються, і механізми……..
6.4.2. Поразка електричним струмом…….
6.4.3. Робота на висоті……
6.4.4. Гострі крайки, задирки та шорсткість на поверхнях заготівель, інструментів і устаткування……..
6.5. Заходи по зниженню впливу шкідливих і небезпечних виробничих факторів…….
6.5.1. Вказівки по техніці безпеки…….
6.5.2. Оптимізація режиму праці та відпочинку……
6.6. Розрахунок природного освітлення для приміщення торгівельного залу..

РОЗДІЛ 7. ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА СЕРВІСНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦІЇ

7.1. Обслуговування систем вентиляції ……

7.2. Перевірка фільтрів……...

7.3. Перевірка роботи вентиляторів……..

7.4. Перевірка стану нагрівачів повітря та рекуператорів……..

7.5 Перевірка герметичності системи……..

7.6. Технічне обслуговування вогнезатримуючих та зворотних клапанів……

РОЗДІЛ 8. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНО - МОНТАЖНИХ РОБІТ

8.1. Підготовка об’єктів до монтажу систем мікроклімату……

8.2. Складання відомості об’єму робіт та визначення трудовитрат……..

8.3. Монтаж системи опалення…….

8.4. Монтаж систем вентиляції…….

8.5. Техніко – економічні показники……

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ……

ДОДАТОК А…….

# ВСТУП

Створення і підтримання необхідних кліматичних умов в об’єктах будівництва різного призначення є однією з найбільш складних і наукоємних задач. Саме стадія проєктування визначає найбільш оптимальний варіант енергоефективних систем опалення, вентиляції та кондиціонування. Раціональне використання енергетичних ресурсів з мінімальними капіталовкладеннями лежить в основі визначення енергоефективності систем мікроклімату будівлі. Пріоритетним на сьогодні є використання енергоефективного обладнання з наступною гарантією зменшення витрат в процесі експлуатації та обслуговування вищезазначених систем.

Аналітичний підхід, оцінка та порівняння різних варіантів проектних рішень при створенні енергоефективних систем мікроклімату лежить в основі всього процесу проектування. Як правило, на першому етапі видяляються напрямки підвищення енергоефективності систем і будівлі в цілому (як наслідок) та можливі схематичні рішення. При цьому в роботі використовуються попередні напрацювання, аналітичні огляди і пошуки за обраною тематикою, систематизація зібраних даних, прийняття концептуальних рішень і принципових схем.

Беручи до уваги той факт, що вартість виробництва теплової енергії постійно зростає, метою процесу проєктування є вибір компонентів систем мікроклімату будівлі, наукове та економічне обґрунтування їх застосування з точки зору економічної доцільності та енерго- і ресурсоощадності.

# РОЗДІЛ 1
# ЗАГАЛЬНІ ДАНІ

## 1.1. Характеристика об'єкта

Для проектування систем опалення та вентиляції повітря обрана будівля магазину з адміністративними приміщеннями в м. Суми.

Будівля магазину одноповерхова. До своєї структури включає торговельний зал, склад сантехнічних виробів, кабінети співробітників, санвузли, душові, сходові клітина, гардеробні, венткамеру, приміщення технічного призначення, вестибюлі.

Основними шкідливими речовинами, що надходять у приміщення, є надлишкова теплота (тепловиділення), волога від людей, виділення діоксиду вуглецю. Для їх асиміляції передбачається розробка системи вентиляції.

Для компенсації втрат теплоти в холодний періоди року планується розробити систему опалення.

## 1.2. Вибір розрахункових параметрів повітря

### 1.2.1. Розрахункові параметри зовнішнього повітря

Розрахункові параметри зовнішнього повітря приймаються відповідно до рекомендацій, наведених в [1] за [2], і зведені до таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Розрахункові параметри зовнішнього повітря

| Період року | Опалення та вентиляція | | Кондиціонування | | Швидкість Вітру, м/с |
|---|---|---|---|---|---|
| | Температура, °С | Ентальпія, кДж/кг | Температура, °С | Ентальпія, кДж/кг | |
| Теплий | +23,6 | +50,5 | +28 | +54,7 | 1 |
| Холодний | -24 | -23,7 | - | - | 5,9 |

### 1.2.2. Розрахункові параметри внутрішнього повітря

Розрахункові параметри повітря в робочій зоні приміщення приймаються відповідно до [1] у межах припустимих норм і зводяться в таблицю 1.2.

Температура припливного повітря приймається:

- теплий період $t_{in} = t_{wz} - \Delta t, ^o C$;

де $\Delta t$- припустима різниця температур, прийнята по рекомендаціях при асиміляції надлишків теплоти $\Delta t$= 6…8 °С.

$t_{in} = 24 - 7 = 17^o C$

Температура повітря, що видаляється, визначається за формулою,$^0$С:

$$t_l = t_{wz} + gradt(H - h_{рз}) \qquad (1.1)$$

де *grad t* – температурний градієнт;

*H* – висота приміщення, м; Н=3,9 м;

$h_{рз}$ - висота робочої зони, м; $h_{рз}$= 2 м.

- теплий період: $t_l = 24 + 1{,}2(3{,}9 - 2) = 27{,}3^o C$

- холодний період: $t_l = 20 + 0{,}5(3{,}9 - 2) = 21^0 C$

Розрахункові параметри внутрішнього повітря подані в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Розрахункові параметри внутрішнього повітря

| Період року | Температура в робочій зоні, $t_{wz}$, °С | Швидкість руху повітря в робочій зоні, $v_{wz}$, м/с | Відносна вологість у робочій зоні, φ, % | Температура припливного повітря, $t_{in}$, °С | Температура повітря, що видаляється, $t_l$, °С |
|---|---|---|---|---|---|
| Теплий | 24 | 0,5 | 50 | 17 | 27,3 |
| Холодний | 20 | 0,2 | 40 | за розрахунком | 22,4 |

# РОЗДІЛ 2
# ТЕПЛОВИЙ РЕЖИМ БУДІВЛІ

## 2.1. Теплотехнічний розрахунок огороджуючих конструкцій

Характеристика конструкцій, що огороджують, прийнята на підставі архітектурно - будівельного завдання.

Опір теплопередачі конструкції, що обгороджує, визначається по формулі:

$$R_{\phi} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_H} \qquad (2.1)$$

де $\alpha_B$ - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні конструкції, Вт/(м$^{2.0}$С) [3];

$\alpha_H$ - коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні конструкції, Вт/(м$^{2.0}$С) [3];

$\lambda$ - коефіцієнт теплопровідності матеріалу шаруючи конструкції, Вт/(м· $^0$С) [3].

Після проведення розрахунків фактичних значень опорів теплопередачі конструкцій, що огороджують, здійснюється їхнє порівняння з необхідними величинами, які відповідають зоні будівництва об'єкта. При цьому повинна виконуватися умова:

$$R_{\Phi} \geq R_{норм} \qquad (2.2)$$

Конструкція зовнішньої стіни торговельної зони й першого поверху адміністративної зони являє собою стінову сэндвич – панель, яка складається з наступних компонентів:

- фасадний профіль ТП 20 З;
- гідробар'єр - супердифузійна мембрана ЮТАДАХ;
- базальтова вата ROCKWOOL (δ=0,12м; λ= 0,039Вт/(м. $^0$С));
- стінова касета ДО110.

За даними фірми – виробника даних панелей опір теплопередачі даної конструкції становить $R_{\Phi} = 3{,}3(м^2 \cdot^0 C)/Вт$ .

Для І зони будівництва, до якої ставиться м. Суми, необхідний опір теплопередачі зовнішній стін $R_{норм} = 3{,}3(м^2 \cdot^0 C)/Вт$ .

$R_{\Phi} > R_{норм}$, отже, умова виконана.

Віконні прорізи заповнені подвійними склінням у металопластикових плетіннях фірми REHAU з опором теплопередачі R=0,9 ($м^{2.0}$C)/Вт.

$R_{тр} = 0{,}75(м^2 \cdot^0 C)/Вт$

$R_{\Phi} = R_{норм}$, отже, умова виконана.

Конструкція покриття адміністративної та торгівельної частин будівлі складається з наступних шарів:

- шар руберойду із захисним посипанням (δ=0,02м; λ= 0,17Вт/(м. $^0$C))
- підкладковий шар руберойду (δ=0,01м; λ= 0,17 Вт/(м. $^0$C))
- утеплювач – DACHROCK з мінераловатних плит ROCKWOOL (δ=0,1м; λ= 0,039Вт/(м. $^0$C));
- стяжка із цементно-піщаного розчину М150 (δ=0,04м; λ= 0,7 Вт/(м. $^0$C))
- керамзитобетон на дрібному заповнювачі (δ=0-0,25м; λ= 0,17Вт/(м. $^0$C))
- пароізоляція - шар поліетиленової плівки
- збірна залізобетонна плита перекриття (δ=0,14м; λ= 1,92Вт/(м. $^0$C))

$$R_{\phi} = \frac{1}{8{,}7} + \frac{0{,}02}{0{,}17} + \frac{0{,}01}{0{,}17} + \frac{0{,}2}{0{,}039} + \frac{0{,}04}{0{,}7} + \frac{0{,}125}{0{,}17} + \frac{0{,}14}{1{,}92} + \frac{1}{23} = 6{,}3(м^2 \cdot^0 C)/Вт$$

$R_{норм} = 6(м^2 \cdot^0 C)/Вт$

$R_{\phi} > R_{норм}$, отже, умова виконана.

## 2.2. Визначення теплової потужності системи опалення приміщень

Розрахунок тепловтрат через огороджуючи конструкції виконується за спрощеною методикою, наведеною в [4]

Загальні розрахункові тепловтрати опалювального приміщення, Вт, визначаються за формулою

$$\Phi_i = (\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}) \cdot f_{\Delta\theta,i} \quad (2.3)$$

де $\Phi_{T,i}$ - трансмісійні тепловтрати опалювального приміщення, Вт;

$\Phi_{V,i}$ - вентиляційні тепловтрати опалювального приміщення, Вт;

$f_{\Delta\theta,i}$ – поправочний температурний коефіцієнт, що враховує додаткові тепловтрати в опалювальному приміщенні при розрахунковій температурі в ньому більше ніж в сусідніх приміщеннях, який приймається за [4]за відсутності національних даних.

Трансмісійні тепловтрати опалювального приміщення, Вт, $\Phi_{T,i}$ за спрощеною методикою обчислюються за формулою

$$\Phi_{T,i} = \Sigma_k f_k \cdot A_k \cdot U_k \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e) \quad (2.4)$$

де $f_k$ – поправочний температурний коефіцієнт для k-будівельного огородження, що враховує додаткові тепловтрати через мости холоду, який приймається за таблицею 13 [4] за відсутності національних даних;

$A_k$ – площа огороджувальної конструкції, м$^2$;

$U_k$ – коефіцієнт теплопередачі від внутрішнього повітря через будівельну конструкція огородження до зовнішнього середовища, Вт/ (м$^2$·ºС);

$\theta_{int,i}$ – внутрішня температура в опалювальному приміщенні,ºС;

$\theta_e$ – зовнішня температура повітря для проектування системи опалення, ºС.

Вентиляційні тепловтрати опалювального приміщення, Вт, $\Phi_{V,i}$ за спрощеною методикою обчислюються за формулою

$$\Phi_{V,i} = 0{,}34 \cdot V_{min,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e), \quad (2.5)$$

де $V_{min,i}$ – мінімальна подача повітря до опалювального приміщення за національними гігієнічними вимогами, м$^3$/год.

Для громадських приміщень мінімальний санітарно – гігієнічний повітрообмін визначається за рівнянням:

$$G_K = (n \cdot q_p + S \cdot q_в) \cdot 0{,}0012 \cdot 3600, \qquad (2.6)$$

де n – проектна кількість людей в приміщенні, чол;

$q_р$ – питома витрата зовнішнього повітря на одну людиму, дм$^3$/ (с·людину) [1];

S – площа приміщення, м$^2$;

$q_в$ – мінімальна витрата зовнішнього повітря на розбавлення будівельних забруднень, дм$^3$/(с·м$^2$) [1].

Розрахунок за наведеною методикою виконано в табличній формі з наведеними результатами (табл.2.1).

Таблиця 2.1 - Розрахунок теплової потужності системи опалення приміщень

| Приміщення | | | Огороджувальна конструкція | | | | | Теплові мости | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| № Приміщення/Найменування | Площа приміщення, $A_i$, м² | Температура, $\theta_{int,i}$, °С | Позначення | Довжина, a, м | Ширина (висота), b(h), м | Площа, $A_к$, м² | Коефіцієнт теплопередачі, $U_k$, Вт/м²*°С | Поправочний коефіцієнт додаткових тепловтрат, $e_к$ | Коефіцієнт теплопередачі теплового мосту, ψl, Вт/(м·°С) | Довжина теплового мосту, l, м | Поправочний коефіцієнт додаткових тепловтрат, $e_l$ | Температурний коефіцієнт кореляції (неопал.пр.), $b_u$ | Поправочний коефіцієнт, що враховує різницю температур в сусідніх опалювальних приміщень, fij | Характеристика трансмісійних тепловтрат через огороджувальні конструкції приміщення назовні, $H_{T,i}$, Вт/°С | Характеристика трансмісійних тепловтрат опал. прим. через ОК до суміжного опалювального приміщення із іншою розрахунковою температурою, $H_{ij}$, Вт/°С | Трансмісійні тепловтрати приміщення, $Ф_{T,i}$, Вт | Мінімальний санітарно-гігієнічний повітрообмін в приміщенні, $V_{min,i}$, м³/год | Характеристика інфільтраційних тепловтрат приміщення, $H_{V,i}$, Вт/°С | Вентиляційні тепловтрати приміщення (без механічної вентиляції), $Ф_{V,i}$, Вт | Інші постійні (періодичні) тепловтрати (надходж.), $Ф_{Qi}$, Вт | Теплова потужність СО приміщення (без вентиляційних тепловтрат), $Ф_{hl,i}$, Вт | Теплова потужність системи опалення приміщення, $Ф_{HL,i}$, Вт |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| Перший поверх | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 890 | 20 | ПЛ | | | 890,00 | 0,2 | 1 | 0 | - | - | - | - | 154,00 | - | 40541 | 6675 | 2270 | 56738 | 8490 | 32051 | 88789 |
| Магазин | | | ЗС | 45 | 7,5 | 333,75 | 0,25 | 1 | 0 | - | - | - | - | 83,44 | - | | | | | | | |
| | | | ЗС | 48 | 7,5 | 360,00 | 0,25 | 1 | 0 | - | - | - | - | 90,00 | - | | | | | | | |
| | | | В | 1,8 | 2 | 80,08 | 1,1111 | 1 | 0 | - | - | - | - | 1245,69 | - | | | | | | | |
| | | | В | 1,4 | 2 | 11,20 | 1,1111 | 1 | 0 | - | - | - | - | 24,89 | - | | | | | | | |
| | | | СП | | | 890,00 | 0,1429 | 1 | 0 | - | - | - | - | 127,14 | - | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 1725,16 | | | | | | | | |

Продовження табл.2.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 324 | 10 | ЗС | 18 | 7,5 | 132,75 | 0,25 | 1 | 0 | - | - | - | - | 33,19 | - | | | | | | | |
| Склад | | | ЗС | 18 | 7,5 | 135 | 0,25 | 1 | 0 | - | - | - | - | 33,75 | - | | | | | | | |
| | | | В | 1,8 | 2 | 14,56 | 1,1111 | 1 | 0 | - | - | - | - | 64,71 | - | 8729 | 1130 | 384 | 13447 | 3240 | 8729 | 22176 |
| | | | Вд | 2,4 | 2,5 | 6,00 | 1,1111 | 1 | 0 | - | - | - | - | 6,67 | - | | | | | | | |
| | | | СП | | | 324,00 | 0,1429 | 1 | 0 | - | - | - | - | 46,29 | - | | | | | | | |
| | | | ПЛ | | | 324,00 | 0,2 | 1 | 0 | - | - | - | - | 64,8 | - | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 249,40 | | | | | | | | |
| 4 | 22 | 20 | ПЛ | 2 | 11 | 22 | 0,2 | 1 | 0 | - | - | - | - | 4,40 | - | | | | | | | |
| Касир | | | СП | 2 | 11 | 22 | 0,1429 | 1 | 0 | - | - | - | - | 3,14 | - | 339 | 86 | 29 | 1313 | 220 | 339 | 1652 |
| | | | | | | | | | | | | | | 7,54 | | | | | | | | |
| 5 | 18 | 20 | ПЛ | 3 | 6 | 18,00 | 0,2 | 1 | 0 | - | - | - | - | 3,60 | - | | | | | | | |
| Комірник | | | СП | 3 | 6 | 18,00 | 0,1429 | 1 | 0 | - | - | - | - | | | | | | | | | |
| | | | ЗС | 6 | 3,8 | 22,80 | 0,25 | 1 | 0 | - | - | - | - | 5,70 | - | 727 | 108 | 37 | 1652 | 180 | 547 | 2199 |
| | | | ЗС | 3 | 3,8 | 11,40 | 0,25 | 1 | 0 | - | - | - | - | 2,85 | - | | | | | | | |
| | | | В | 1,8 | 2 | 3,60 | 1,1111 | 1 | 0 | - | - | - | - | 4,00 | - | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 16,15 | | | | | | | | |
| 7 | 7,8 | 5 | СП | 2,9 | 2,7 | 7,83 | 0,1429 | 1 | 0 | - | - | - | - | 1,12 | | 78 | 28 | 10 | 286 | 78 | 78 | 364 |
| ВВ | | | ПЛ | 2,9 | 2,7 | 7,83 | 0,2 | 1 | 0 | - | - | - | - | 1,57 | - | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 2,68 | | | | | | | | |
| 11 | 17,64 | 20 | ПЛ | 6,3 | 2,8 | 17,64 | 0,2 | 1 | 0 | - | - | - | - | 3,53 | - | | | | | | | |
| Кабінет | | | ЗС | 2,8 | 3,8 | 10,64 | 0,25 | 1 | 0 | - | - | - | - | 2,66 | - | 489 | 64 | 22 | 1036 | 176 | 313 | 1349 |
| | | | В | 1,8 | 2 | 3,60 | 1,1111 | 1 | 0 | - | - | - | - | 4,00 | - | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 10,19 | | | | | | | | |
| 12 | 17,64 | 20 | ПЛ | 6,3 | 2,8 | 17,64 | 0,2 | 1 | 0 | - | - | - | - | 3,53 | - | | | | | | | |
| Кабінет | | | ЗС | 3 | 3,8 | 11,40 | 0,25 | 1 | 0 | - | - | - | - | 2,85 | - | 498 | 49 | 17 | 806 | 176 | 322 | 1128 |
| | | | В | 1,8 | 2 | 3,60 | 1,1111 | 1 | 0 | - | - | - | - | 4,00 | - | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 10,38 | | | | | | | | |

Продовження табл.2.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 13 | 17,64 | 20 | ПЛ | 6,3 | 2,8 | 17,64 | 0,2 | 1 | 0 | - | - | - | - | 3,53 | - | 458 | 67 | 23 | 1026 | 176 | 282 | 1308 |
| Кабінет | | | ЗС | 2,8 | 3,8 | 10,64 | 0,25 | 1 | 0 | - | - | - | - | 2,66 | - | | | | | | | |
| | | | В | 1,8 | 2 | 3,60 | 1,1111 | 1 | 0 | - | - | - | - | 4,00 | - | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 10,19 | | | | | | | | |
| 14 | 17,64 | 22 | ПЛ | 6,3 | 2,8 | 17,64 | 0,2 | 1 | 0 | - | - | - | - | 3,53 | - | 479 | 67 | 23 | 1026 | 176 | 302 | 1328 |
| Кабінет | | | ЗС | 2,8 | 3,8 | 10,64 | 0,25 | 1 | 0 | - | - | - | - | 2,66 | - | | | | | | | |
| | | | В | 1,8 | 2 | 3,60 | 1,1111 | 1 | 0 | - | - | - | - | 4,00 | - | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 10,19 | | | | | | | | |
| 16 | 19,5 | 22 | ПЛ | 3,9 | 5 | 19,50 | 0,2 | 1 | 0 | - | - | - | - | 3,90 | - | 769 | 74 | 25 | 1184 | 195 | 574 | 1758 |
| Кабінет | | | ЗС | 3,9 | 3,8 | 14,82 | 0,25 | 1 | 0 | - | - | - | - | 3,71 | - | | | | | | | |
| | | | ЗС | 5 | 3,8 | 19,00 | 0,25 | 1 | 0 | - | - | - | - | 4,75 | - | | | | | | | |
| | | | В | 1,8 | 2 | 3,60 | 1,1111 | 1 | 0 | - | - | - | - | 4,00 | - | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 16,36 | | | | | | | | |
| 17 | 18,91 | 22 | ПЛ | 6,1 | 3,1 | 18,91 | 0,2 | 1 | 0 | - | - | - | - | 3,78 | - | 1192 | 72 | 24 | 1222 | 189 | 1003 | 2225 |
| Кабінет | | | ЗС | 6,1 | 3,8 | 23,18 | 0,3 | 1 | 0 | - | - | - | - | 6,95 | - | | | | | | | |
| | | | ЗС | 3,1 | 3,8 | 11,78 | 0,3 | 1 | 0 | - | - | - | - | 3,53 | - | | | | | | | |
| | | | В | 1,8 | 2 | 3,60 | 1,33 | 1 | 0 | - | - | - | - | 9,58 | - | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 23,85 | | | | | | | | |
| 20 | 55,6 | 16 | ПЛ | | | 55,60 | 0,2 | 1 | 0 | - | - | - | - | 11,12 | - | 1107 | 211 | 72 | 3304 | 556 | 551 | 3855 |
| Коридор | | | ЗС | 2,6 | 3,8 | 9,88 | 0,25 | 1 | 0 | - | - | - | - | 2,47 | - | | | | | | | |
| | | | ЗС | 2,6 | 3,8 | 9,88 | 0,25 | 1 | 0 | - | - | - | - | 2,47 | - | | | | | | | |
| | | | В | 1,8 | 2 | 3,60 | 1,1111 | 1 | 0 | - | - | - | - | 8,00 | - | | | | | | | |
| | | | Вд | 1,4 | 2,1 | 2,94 | 1,1111 | 1 | 0 | - | - | - | - | 6,53 | - | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 24,06 | | | | | | | | |
| 23 | 18,90 | 16 | ПЛ | 3 | 6,3 | 18,90 | 0,2 | 1 | 0 | - | - | - | - | 3,78 | - | 1172 | | | 986 | 189 | 983 | 1969 |
| СК | | | СП | 3 | 6,3 | 18,90 | 0,1429 | 1 | 0 | - | - | - | - | 2,70 | - | | | | | | | |
| | | | ЗС | 3 | 7,5 | 22,50 | 0,25 | 1 | 0 | - | - | - | - | 5,63 | - | | | | | | | |
| | | | ЗС | 6,3 | 7,5 | 47,25 | 0,25 | 1 | 0 | - | - | - | - | 11,81 | - | | | | | | | |
| | | | В | 2,1 | 2 | 4,20 | 1,1111 | 1 | 0 | - | - | - | - | 4,67 | - | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 28,58 | | | | | | | | |

Продовження табл.2.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 24 | 18,90 | 16 | ПЛ | 3 | 6,3 | 18,90 | 0,2 | 1 | 0 | - | - | - | - | 3,78 | - | | | | | | | |
| СК | | | ЗС | 3 | 7,5 | 22,50 | 0,2 | 1 | 0 | - | - | - | - | 4,50 | - | | | | | | | |
| | | | ЗС | 6,3 | 7,5 | 47,25 | 0,2 | 1 | 0 | - | - | - | - | 9,45 | - | 1029 | | | 986 | 189 | 983 | 1969 |
| | | | В | 2,1 | 2 | 4,20 | 1,1111 | 1 | 0 | - | - | - | - | 4,67 | - | | | | | | | |
| | | | СП | 3 | 6,3 | 18,90 | 0,1429 | 1 | 0 | - | - | - | - | 2,70 | - | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 25,10 | | | | | | | | |
| 32 | 21,60 | 5 | ПЛ | 6 | 3,6 | 21,60 | 0,2 | 1 | 0 | - | - | - | - | 4,32 | - | | | | | | | |
| ВК | | | СП | 6 | 3,6 | 21,60 | 0,1429 | 1 | 0 | - | - | - | - | 3,09 | - | 1002 | 82 | 28 | 837 | 216 | 786 | 1623 |
| | | | В | 6 | 3,9 | 23,40 | 1,1111 | 1 | 0 | - | - | - | - | 26,00 | - | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 33,41 | | | | | | | | |
| 33 | 18,90 | 16 | ПЛ | 3 | 6,3 | 18,90 | 0,2 | 1 | 0 | - | - | - | - | 3,78 | - | | | | | | | |
| СК | | | ЗС | 3 | 6,6 | 19,80 | 0,25 | 1 | 0 | - | - | - | - | 4,95 | - | 784 | | | 986 | 189 | 595 | 1581 |
| | | | ЗС | 6,3 | 6,6 | 41,58 | 0,25 | 1 | 0 | - | - | - | - | 10,40 | - | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 19,13 | | | | | | | | |
| 35 | 17,01 | 16 | ПЛ | 6,3 | 2,7 | 17,01 | 0,2 | 1 | 0 | - | - | - | - | 3,40 | - | | | | | | | |
| К | | | СП | 6,3 | 2,7 | 17,01 | 0,1429 | 1 | 0 | - | - | - | - | 2,43 | - | | | | | | | |
| | | | ЗС | 2,7 | 3,9 | 10,53 | 0,25 | 1 | 0 | - | - | - | - | 2,63 | - | 438 | | | 890 | 170 | 268 | 1158 |
| | | | Вд | 1 | 2 | 2,00 | 1,1111 | 1 | 0 | - | - | - | - | 2,22 | - | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 10,69 | | | | | | | | |
| 49 | 16,38 | 16 | ПЛ | 6,3 | 2,6 | 16,38 | 0,2 | 1 | 0 | - | - | - | - | 3,28 | - | | | | | | | |
| Вести бюль | | | ЗС | 2,6 | 3,9 | 10,14 | 0,25 | 1 | 0 | - | - | - | - | 2,54 | - | | | | | | | |
| | | | Вд | 1,6 | 2 | 3,20 | 1,1111 | 1 | 0 | - | - | - | - | 3,56 | - | 384 | | | 890 | 164 | 220 | 1110 |
| | | | | | | | | | | | | | | 9,37 | | | | | | | | |
| 50 | 16,38 | 16 | ПЛ | 6,3 | 2,6 | 16,38 | 0,2 | 1 | 0 | - | - | - | - | 3,28 | - | | | | | | | |
| Вестибюль | | | ЗС | 2,6 | 3,9 | 10,14 | 0,3 | 1 | 0 | - | - | - | - | 3,04 | - | | | | | | | |
| | | | Вд | 1,6 | 2 | 3,20 | 1,67 | 1 | 0 | - | - | - | - | 5,34 | - | 478 | | | 890 | 164 | 314 | 1204 |
| | | | | | | | | | | | | | | 11,66 | | | | | | | | |

# РОЗДІЛ 3
# ОПАЛЕННЯ

## 3.1 Характеристика системи опалення

Система опалення в приміщеннях адміністративної частини, складу та магазину запроектована водяною. Джерелом теплопостачання є власний тепловий пункт. в якості теплоносія використовується гаряча вода з параметрами 80-60$^0$С.

У приміщеннях будівлі, що розглядається: запроектовано 3 системи опалення:

- система опалення №1 обслуговує адміністративну частину будівлі;
- система опалення №2 – приміщення торгівельного залу;
- система опалення №3 – приміщення складів сантехнічних виробів та керамічної плитки.

На всіх гілках і стояках установлені балансувальні клапани MSV-I та MSV-M. Клапани дозволяють швидко встановити максимальну витрату теплоносія в гілці, налагодити падіння тиску, керувати потоком теплоносія, а також несуть запірну та дренажну функції. Клапан MSV-I встановлюється на трубопроводі, що подає теплоносій, а клапан MSV-M – на зворотному трубопроводі.

Проектом передбачена установка термостатичних вентилів RTD-N фірми Danfoss, які дозволяють автоматично підтримувати задану температуру повітря в приміщенні.

Для видалення води з системи опалення передбачена установка спускних кранів зі штуцером. Злив води з системи здійснюється за допомогою пневматичної продувки.

Всі три системи опалення запроектовані двотрубними з нижньою розводкою магістралей в конструкції підлоги.

## 3.2 Вибір опалювальних приладів

В якості опалювальних приладів обрані секційні біметалічні радіаторні прилади Altermo. Внутрішня частина радіаторних приладів, яка знаходиться в безпосередньому контакті з водою, повністю виконана із сталі, а зовнішнє оребрення - з алюмінію для кращої тепловіддачі.

Розрахунок кількості секцій опалювальних приладів виконано в програмному комплексі Danfoss. Результати підбору наведено на графічній частині проекту.

## 3.3 Гідравлічний розрахунок системи опалення

Гідравлічний розрахунок системи повітряного опалення проводиться з метою підбору діаметрів трубопроводів таким чином, щоб залежно від наявного тиску досягти наміченого розподілу потоків теплоносія.

Гідравлічний розрахунок системи опалення виконаний в програмному забезпеченні DANFOSS CO 3.8.

Результати гідравлічного розрахунку у вигляді розрахункової схеми наведені в додатку А.

# РОЗДІЛ 4
# ВЕНТИЛЯЦІЯ

Розробка системи вентиляції буде виконана окремо для торгівельно – складської зони будівлі та адміністративної і буде полягати у визначенні повітрообмінів у всіх приміщеннях, виборі повітророзподільників, виконанні аеродинамічного розрахунку запроектованої системи для основного приміщення, підборі повітророобробного агрегату.

В якості основного приміщення обрано приміщення торгівельного залу.

## 4.1. Визначення надлишкових надходжень теплоти в приміщення торгівельного залу

### 4.1.1. Теплонадходження від людей

Тепловиділення від людей, Вт, визначаються по формулі:

$$Q_{л(п/я)} = q_{п(я)} \cdot n \qquad (4.1)$$

де n – кількість людей в приміщенні відповідно, чол;

$q_{п(я)}$ – надходження повної (явної) від однієї людини, Вт/чол [6].

У цьому випадку робота людей ставиться до категорії легкої. Отже:

- для теплого періоду року:

$t_{wz}^{T} = 24^{0}C \Rightarrow q_{n}^{T} = 145 Вт/чел$

$t_{wz}^{T} = 24^{0}C \Rightarrow q_{я}^{T} = 99 Вт/чел$

- для холодного періоду року

$t_{wz}^{X} = 20^{0}C \Rightarrow q_{n}^{X} = 151 Вт/чел$

Для розрахунків приймається, що в торговельному залі одночасно перебувають 115 осіб. Отже,

- для теплого періоду року:

$Q_{л(п)}{}^{T} = 145 \cdot 115 = 16676 Вт$

$Q_{л(я)}^{T} = 99 \cdot 115 = 11385 Вт$

- для холодного періоду року:

$Q_{л}^{X} = 151 \cdot 115 = 17365 Вт$

4.1.2. Теплонадходження від джерел штучного висвітлення

Надходження теплоти від джерел штучного висвітлення визначається по формулі:

$$Q_{осв} = F \cdot E \cdot q_{осв} \cdot \eta_{осв}, Вт, \quad (4.2)$$

де E - освітленість, лк [5];

F - площа підлоги в приміщенні, м$^2$;

$q_{осв}$ – питомі тепловиділення, Вт/(м$^2$·лк), [5], залежно від площі та висоти приміщення, а також від типу світильників

$\eta_{осв}$ – частка теплоти, що надходить у приміщення [5].

$Q_{осв} = 864 \cdot 200 \cdot 0{,}058 \cdot 0{,}42 = 4212 Вт$

4.1.3. Надходження теплоти за рахунок сонячної радіації

Даний вид надходжень теплоти розраховується тільки для теплого періоду року. У розрахунку враховується теплота від сонячної радіації, що надходить через вікна та через суміщене покриття, Вт:

$$Q_{рад} = F_{в} \cdot q_{в}^{с.р.} \cdot \beta + F_{сп} \cdot q_{сп}^{с.р.}, \quad (4.3)$$

де $F_в$ та $F_{сп}$ – площа вікон та суміщеного покриття відповідно,м$^2$;

$q_{в}^{с.р.}$ та $q_{сп}^{с.р.}$ - питомі теплонадходження за рахунок сонячної радіації відповідно через вікна та через покриття, Вт/м$^2$;

β – коефіцієнт, що враховує наявність сонцезахисних пристроїв на вікнах.

$Q_{рад} = 186 \cdot 91{,}2 \cdot 0{,}1 + 848 \cdot 17 = 9921 Вт$

Кількість надлишкової теплоти, Вт, залежно від періоду року визначається за рівняннями:

- для теплого періоду року

$$\Sigma Q_n^T = Q_л^T + Q_{рад} + Q_{осв}, \quad (4.4)$$

$$\Sigma Q_n^T = 16676 + 4212 + 9921 = 30809 Вт$$

- для холодного періоду року

$$\Sigma Q^X = Q_{л(n)}^X + Q_{осв}, \quad (4.5)$$

$$\Sigma Q^X = 17365 + 4212 = 21577 Вт$$

## 4.2. Розрахунок виділення вологи від людей в приміщення торгівельного залу

Розрахунок ведеться по вираженню:

$$G_{вл} = g \cdot n \ , \quad (4.6)$$

де n – кількість людей в приміщенні, чол;

g – вологовиділення від однієї людини, г/(год·чол) [5].

$$g^T = 115 г/(год \cdot чол)$$

$$g^X = 75 г/(год \cdot чол)$$

- для теплого періоду року:

$$G_{вл}^T = 115 \cdot 115 = 13225 г/год$$

- холодного періоду року:

$$G_{вл}^X = 115 \cdot 75 = 8625 г/год$$

## 4.3. Виділення діоксиду вуглецю в приміщенні торгівельного залу

Розрахунок ведеться аналогічно розрахунку тепло- і вологонадходжень від людей по вираженню, л/год:

$$G_{CO_2} = g \cdot n, \quad (4.7)$$

де n – кількість людей в приміщенні, чол;

g – виділення діоксиду вуглецю від одного чоловіка, л/год [6].

$g_м^T = 25 л/год$

$G_{CO_2} = 25 \cdot 115 = 2875 л/год$

Результати розрахунків по пунктах 4.4, 4.5 та 4.6 зведені в табл. 4.7.

Таблиця 4.1 - Таблиця шкідливих виділень у торговельному залі

| Найменування | Період | Надходження теплоти, Вт | Надходження вологи, кг/год | Виділення $CO_2$, л/год |
|---|---|---|---|---|
| Торгівельний зал | Т | 30809 | 13225 | 2875 |
| | Х | 21577 | 8625 | 2875 |

## 4.4. Розрахунок повітрообміну в приміщенні торгівельного залу

Приміщення торгівельного залу характеризується тепло- і волого виділеннями, тому повітрообмін там визначається по I-d-діаграмі.

Основною характеристикою зміни параметрів повітря в приміщенні є відношення надлишкової теплоти до вологовиділення, яка називається кутовим коефіцієнтом променю процесу в приміщенні ε, кДж/кг:

$$\varepsilon = \frac{3600 \cdot \Sigma Q}{G_{вл}} \qquad (4.8)$$

Розрахунок повітрообмінів у приміщенні зводиться до побудови процесів зміни параметрів повітря в приміщенні.

### 4.4.1. Теплий період року

1. Відповідно до даних таблиць 1.1 та 1.2 на діаграмі знаходиться місце положення т.Ext ($t_{ext}$ та $I_{ext}$) и т.Wz ($t_{wz}$ та $\varphi_{wz}$).

2. За рівнянням (4.8) розраховується значення променю процесу:

$$\varepsilon^T = \frac{3600 \cdot 30809}{13225} = 8387 кДж/кг$$

3. Приймається робоча різниця температур $\Delta t_p$=7°C . У результаті температура припливного повітря дорівнює 17ºС.

4. Через т. Wz проводиться промінь процесу $\varepsilon^T = 8387 кДж/кг$, на перетині якого з ізотермами $t_{in}$=17ºС та $t_l$=27,3ºС знаходиться місцеположення т.In та т.L, які характеризують стан припливного та видаляємого повітря відповідно.

5. На перетинанні лінії $d_{in}$=const та лінії φ=95% знаходиться положення т.О, яка характеризує стан повітря на виході з поверхневого повітряохолоджувача.

6. В результаті знаходжень положень відповідних точок мають місце наступні процеси обробки повітря в центральному кондиціонері:

- Ext-O – процес охолодження та осушки повітря з поверхневому повітроохолоджувачі;
- O-In – процес підігрівання повітря в повітронагрівачі першого підігріву;
- Ext - O' – сумарний процес обробки повітря к камері зволоження (адіабатичне охолодження та осушка);
- In – Wz – процес зміни параметрів повітря в приміщенні.

7. Необхідний повітрообмін за надлишками теплоти визначається за рівнянням:

$$G = \frac{3,6 \cdot \Sigma Q}{I_l - I_{In}} \qquad (4.9)$$

$$G = \frac{3,6 \cdot 30809}{52 - 37,8} = 7810 кг/год$$

8. Необхідний повітрообмін за надлишками вологи визначається за рівнянням:

$$G = \frac{G_{вл}}{d_l - d_{In}} \qquad (4.10)$$

$$G_{вл} = \frac{13225}{9,9 - 8,1} = 7347 кг/год$$

В якості розрахункової приймається максимальна величина, а саме $G = 7810 кг/год$

9. Витрата холоду на охолодження повітря визначається за рівнянням:

$$Q_X = 0,278 \cdot G \cdot (I_{Ext} - I_O) \qquad (4.11)$$

$$Q_X = 0,278 \cdot 7810 \cdot (54,7 - 32,5) = 48,2 кВт$$

11. Витрата теплоти в повітронагрівачі другого підігріву визначається за рівнянням:

$$Q_T = 0{,}278 \cdot G \cdot \left(I_{In} - I_{O'}\right) \qquad (4.12)$$

$$Q_T = 0{,}278 \cdot 7810 \cdot \left(37{,}8 - 32{,}5\right) = 11{,}5 кВт$$

### 4.4.2. Холодний період року

1. Відповідно до даних таблиць 1.1 та 1.2 на діаграмі знаходиться положення т.Ext ($t_{ext}$ та $I_{ext}$) и т.Wz ($t_{wz}$ та $\varphi_{wz}$).

2. За рівнянням (4.8) визначається чисельне значення променю процесу для холодного періоду року:

$$\varepsilon^T = \frac{3600 \cdot 21577}{8625} = 9006 кДж / кг$$

3. Визначається температура повітря на виході з рекуператора за рівнянням:

$$t_p = t_{ext} - \eta\left(t_{ext} - t_l\right) \qquad (4.13)$$

$$t_p = -24 - 0{,}6\left(-24 - 22{,}4\right) = 3{,}84^0 C$$

4. З т.Ext проводиться лінія $d_{ext}$=0,4 г/кг с.п. до перетинання з ізотермою $t_p$=3,84ºС. В результаті має місце положення т. Р, яка характеризує стан зовнішнього повітря на виході з рекуператора.

3. Температура припливного повітря визначається за рівнянням:

$$t_{in} = t_{wz} - \frac{\Sigma Q_я}{0{,}24 \cdot G} \qquad (4.14)$$

$$t_{in} = 24 - \frac{25518}{0{,}24 \cdot 7810} = 10{,}4^0 C$$

4. Через т. Wz проводиться промінь процесу $\varepsilon^T = 9006 кДж / кг$, на перетинання якого з ізотермами $t_{in}$=10,4ºС та $t_l$=22,4ºС знаходиться положення т.In та т.L, які характеризують стан припливного та видаляємого повітря відповідно.

5. На перетинанні лінії $d_{in}$=const з лінією φ=95% знаходиться положення т.О, яка характеризує стан повітря на виході з повітроохолоджувача.

6. На перетинанні лінії $I_O$=16 кДж/(кг·ºС) з лінією $d_{ext}$=0,4 г/кг с.п. знаходиться положення т.К, яка характеризує параметри повітря на виході на виході з повітронагрівача першого підігріву.

7. В результаті знаходжень положень відповідних точок мають місце наступні процеси обробки повітря в центральному кондиціонері:

- Ext-P – процес підігрівання припливного повітря в рекуператорі;
- P-K – процес підігрівання припливного повітря в підігрівачі першого підігріву;
- K - O – процес зволоження та охолодження повітря в повітроохолоджувачі;
- O – In – підігрівання повітря в повітропідігрівачі другого підігріву перед подаванням в приміщення.

8. Витрата теплоти в повітронагрівачі першого підігріву визначається за рівнянням:

$$Q_T^1 = 0{,}278 \cdot G \cdot \left(I_K - I_P\right) \qquad (4.15)$$

$Q_T = 0{,}278 \cdot 7810 \cdot (13 - 3{,}9) = 19{,}8 кВт$

9. Витрата теплоти в повітронагрівачі другого підігріву визначається за рівнянням:

$$Q_T^2 = 0{,}278 \cdot G \cdot \left(I_{In} - I_O\right) \qquad (4.16)$$

$Q_T = 0{,}278 \cdot 7810 \cdot (21{,}4 - 13) = 18{,}2 кВт$

10. Загальна витрата теплоти на підготовку повітря визначається за рівнянням:

$$\Sigma Q_T = \Sigma Q_T^1 + \Sigma Q_T^2 \qquad (4.17)$$

$\Sigma Q_T = 19{,}8 + 18{,}2 = 38 кВт$

## 4.5. Характеристика прийнятої системи вентиляції для приміщення торгівельного залу

У приміщенні торгівельного залу запроектована припливно – витяжна система вентиляції з механічним спонуканням руху повітря. Припливна та витяжна системи об’єднані в одну з установкою в агрегаті утилізатора для економії теплової енергії в зимовий період. Влітку для складання комфортних умов передбачено охолодження зовнішнього повітря.

## 4.6. Вибір повітророзподільників для приміщення торгівельного залу

Для здійснення подавання повітря в приміщенні торговельного залу приймаються стельові дифузори Kvadra - 450 у кількості 12 штук. Дифузори обладнані камерами статичного тиску для забезпечення рівномірного витікання повітряного потоку по перетину повітророзподільників за рахунок різкого зниження швидкості повітря в камері. Площа горловини обраного повітророзподільника становить $F_o = 0{,}083 м^2$

Визначається дійсна швидкість повітря на виході з повітророзподільника, м/с:

$$v_0 = \frac{L}{3600 \cdot n \cdot F_0}$$

$$v_0 = \frac{6600}{3600 \cdot 12 \cdot 0.083} = 1{,}85 м/с \qquad (4.18)$$

Отримана величина швидкості знаходить в межах припустимих норм. Тому обрані повітророзподільники можуть бути прийняті до установки.

Для видалення повітря з приміщення торгівельного залу прийняті стельові дифузори ДП 530х530 в кількості 28 штук. Для цих повітророзподільників передбачена можливість комплектації клапаном для зміни об'єму повітряного потоку, а також вузлом підключення (адаптером) для приєднання до магістрального повітроводу.

## 4.7. Розрахунок повітрообмінів в допоміжних приміщеннях

Для допоміжних приміщень будівлі повітрообмін визначається за кратністю з використанням рівняння:

$$L = k_p \cdot V \qquad (4.19)$$

Значення кратностей повітрообміну для різних приміщень приймаються за [6,7].

Результати розрахунку зведені в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 - Розрахунок повітрообміну в приміщеннях торгівельного комплексу

| № прим | Найменування приміщення | Об'єм приміщення, $м^3$ | Кратність | | Повітрообмін, $м^3$/год | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | п | в | п | в |
| 6 | Електрощитова | 59 | - | 1 | - | 60 |
| 7 | Водовимірювальний вузол | 58,3 | - | 1 | - | 60 |
| 9 | Гардероб | 51,8 | 4 | - | 200 | - |
| 10 | Комора прибирального інвентарю | 15,4 | - | 1 | - | 15 |
| 11 | Кімната для переговорів | 73 | 1 | 1 | 75 | 75 |
| 12 | Кімната товаровіда | 73 | 1 | 1 | 75 | 75 |
| 13 | Кабінет завідуючого секцією | 73 | 1 | 1 | 75 | 75 |
| 14 | Кабінет старшого касира | 73 | 1 | 1 | 75 | 75 |
| 15 | ІТП | 44,8 | 1 | 1 | 45 | 45 |
| 16 | Кімната програмістів | 60 | 1,5 | 1,5 | 90 | 90 |
| 17 | Кабінет завідуючого магазином | 88 | 1 | 1 | 90 | 90 |
| 18 | Санвузол | 50 $м^3$ на 1 унітаз | - | - | - | 50 |
| 19 | Санвузол | 50 $м^3$ на 1 унітаз | - | - | - | 50 |
| 26 | Душова | 15,04 | - | 5 | - | 75 |
| 27 | Санвузол | 50 $м^3$ на 1 унітаз, 25 $м^3$ на 1 умивальник | - | - | - | 75 |
| 29 | Машинне відділення | 22,3 | - | 3 | - | 60 |
| 31 | ЦТП | | | | | |
| | **СУММА** | | | | **900** | **970** |
| | Дисбаланс | | | | 70 | |
| 48 | Коридор | За балансом | | | 70 | |
| | **РАЗОМ** | | | | **970** | **970** |

## 4.8. Вибір повітророзподільників для допоміжних приміщень

Для подавання та видалення повітря в допоміжних приміщеннях будівлі прийняті жалюзійні гратки (ОРВ), що регулюються, та стельові (ПД). Результати підбору розмірів живого перетину граток зведені в табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Вибір повітророзподільників для допоміжних приміщень

| № | Найменування приміщення | Повітророзподільник | | Кількість, шт | | Швидкість повітря, м/с | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | п | в | п | в | п | в |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 6 | Електрощитова | - | ОРВ200х200 | - | 1 | - | 0,52 |
| 7 | Водовимірювальний вузол | - | ОРВ200х200 | - | 1 | - | 0,52 |
| 9 | Гардероб | ПД 400х400 | - | 2 | - | 0,46 | - |
| 10 | Комора прибирального інвентарю | - | ОРВ150х150 | - | 1 | - | 0,23 |
| 11 | Кімната для переговорів | ОРВ 200х150 | ОРВ 200х150 | 1 | 1 | 0,86 | 0,86 |
| 12 | Кімната товаровіда | ОРВ 200х150 | ОРВ 200х150 | 1 | 1 | 0,86 | 0,86 |
| 13 | Кабінет завідуючого секцією | ОРВ 200х150 | ОРВ 200х150 | 1 | 1 | 0,86 | 0,86 |
| 14 | Кабінет старшого касира | ОРВ 200х150 | ОРВ 200х150 | 1 | 1 | 0,86 | 0,86 |
| 15 | ІТП | ОРВ 150х100 | ОРВ150х100 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 16 | Кімната програмістів | ОРВ 200х200 | ОРВ 200х200 | 1 | 1 | 0,78 | 0,78 |
| 17 | Кабінет завідуючого магазином | ОРВ 200х200 | ОРВ 200х200 | 1 | 1 | 0,78 | 0,78 |
| 18 | Санвузол | - | Kvadra-300 | - | 1 | - | 0,77 |
| 19 | Санвузол | - | Kvadra-300 | - | 1 | - | 0,77 |
| 26 | Душова | - | Kvadra-375 | - | 2 | - | 0,35 |
| 27 | Санвузол | - | ОРВ150х150 | - | 1 | - | 1,15 |
| 29 | Машинне відділення | - | ОРВ 150х150 | - | 1 | - | 0,93 |

Всі отримані значення швидкості повітря в живому перетині граток лежать в межах припустимих норм для приміщень з постійним або з тимчасовим перебуванням людей.

## 4.9. Схема організації повітрообміну в допоміжних приміщеннях

У приміщеннях адміністративно – побутового корпусу запроектована припливно-витяжна система вентиляції з механічним та природнім спонуканням руху повітря.

Припливно – витяжна система ПВ1 забезпечує подавання та видалення повітря з адміністративних приміщень. Механічні системи В3 та В4 видаляють повітря з санвузлів та душових кімнат на першому поверсі, В6 – з приміщення теплового пункту. Витяжні системи з природною спонукою ВП1 та ВП2 обслуговують технічні приміщення на першому поверсі, система ВП3 – на другому, ВП8 здійснює видалення повітря з машинного відділення,ВП9 – з електрощитової, ВП10 – з водомірного вузла, ВП11 – з теплового пункту.

Припливно – витяжна установка ПВ1 обладнана рекуператором. Калорифери обладнані автоматичною системою від заморожування. На системах припливної та витяжної вентиляції передбачені глушники шуму.

## 4.10. Аеродинамічний розрахунок припливно – витяжної системи ПВ2

Розрахунок виконується в наступній послідовності:

1. Розрахункова схема системи ПВ2 ділиться на ділянки, які характеризуються постійним значенням витрати повітря та швидкості руху.
2. Обирається магістральний напрямок як найбільш протяжна та найбільш навантажена частина системи.
3. Площа поперечного перерізу повітроводу, м$^2$, на розрахунковій ділянці визначається по формулі:

$$F_{pi} = \frac{L_i}{3600 \cdot v_{pi}}, \qquad (4.32)$$

де $L_i$ – розрахункова витрата повітря на *i-ій* ділянці, м$^3$/ч;

$v_{pi}$ – рекомендована швидкість руху повітря на *i-ій* ділянці, м/с .

4. По величині $F_{pi}$ підбираються нормовані розміри повітроводу таким чином, щоб фактична площа поперечного перерізу $F_i$ була приблизно рівною $F_{pi}$, тобто $F_i \approx F_{pi}$.

   Результатом розрахунку на цьому етапі є значення $d_i$ або $a_i \times b_i$, які відповідають прийнятій площі поперечного перерізу $F_i$. Для прямокутного повітроводу, крім цього, визначають величину еквівалентного діаметра, м, по формулі:

$$d_{эi} = \frac{2a_i b_i}{a_i + b_i} \tag{4.20}$$

5. Визначається фактичну швидкість руху повітря на ділянці, м/с, по формулі:

$$v_i = \frac{L_i}{3600 F_i} \tag{4.21}$$

6. По величині цієї швидкості визначається динамічний тиск на ділянці, Па:

$$p_{\partial i} = \frac{\rho v_i^2}{2} \tag{4.22}$$

7.Визначаються втрати тиску на тертя на ділянці по формулі:

$$\Delta p_{li} = \lambda \cdot \frac{l}{d_э} \cdot P_{\partial i}, \tag{4.23}$$

де l- довжина ділянки, м;

$\lambda_i$ – коефіцієнт гідравлічного тертя, обумовлений по формулі:

$$\lambda = 0{,}11\left(\frac{k}{d_э} + \frac{68}{\mathrm{Re}}\right)^{0.25} \tag{4.24}$$

k- еквівалентна шорсткість стінок повітроводу, м. Для стальних повітроводів 0,0001м;

Re - критерій Рейнольдса:

$$\mathrm{Re} = \frac{v \cdot d_э}{\nu} \tag{4.25}$$

v - швидкість руху повітря на ділянці, м/с;

ν - кінематична в'язкість, Па/с.

8. Визначається сума коефіцієнтів місцевих опорів на розрахунковій ділянці $(\Sigma\zeta)_i$ [8].

9. Визначаються втрати тиску в місцевих опорах на розрахунковій ділянці по формулі:

$$\Delta p_{мсі} = \sum \zeta \cdot p_{оі}, Па \tag{4.26}$$

10. Визначаються загальні втрати тиску на розрахунковій ділянці по формулі:

$$\Delta p_i = \Delta p_{li} + \Delta p_{мсі} \tag{4.27}$$

11. Визначають втрати тиску в магістралі системи (як суму втрат тиску в розрахункових ділянках магістралі) по формулі:

$$\Delta p_{маг} = \sum_{i=1}^{m} \Delta p_i, Па \tag{4.28}$$

де $m$ – кількість розрахункових ділянок магістралі.

Після розрахунку магістралі виконується розрахунок відгалужень по відомих тисках у вузлах магістралі (трійниках, хрестовинах) і відомим витратам повітря. Порядок виконання аеродинамічного розрахунку для ділянок відгалужень аналогічний як і для магістрального напрямку.

За результатами виконаного розрахунку втрати тиску у відгалуженні повинні дорівнювати тиску у вузлі (де відгалуження приєднується до магістралі). Припустима величина відхилення не повинна перевищувати 15%.

У випадках, коли різниця втрати тисків більша за зазначену величину, на ділянці відгалуження передбачається установка дросель – клапану.

Розрахункова схема системи ПВ2 наведена на рис. 4.1.

Результати аеродинамічного розрахунку системи ПВ2 наведені в табл. 4.4 та 4.5.

## 4.11. Вибір припливно – витяжної установки системи ПВ2

Для системи припливно – витяжної вентиляції ПВ в якості повітрообробного агрегату приймається кондиціонер центральний каркасно – панельний КЦК-6,3 загальнопромислового виконання.

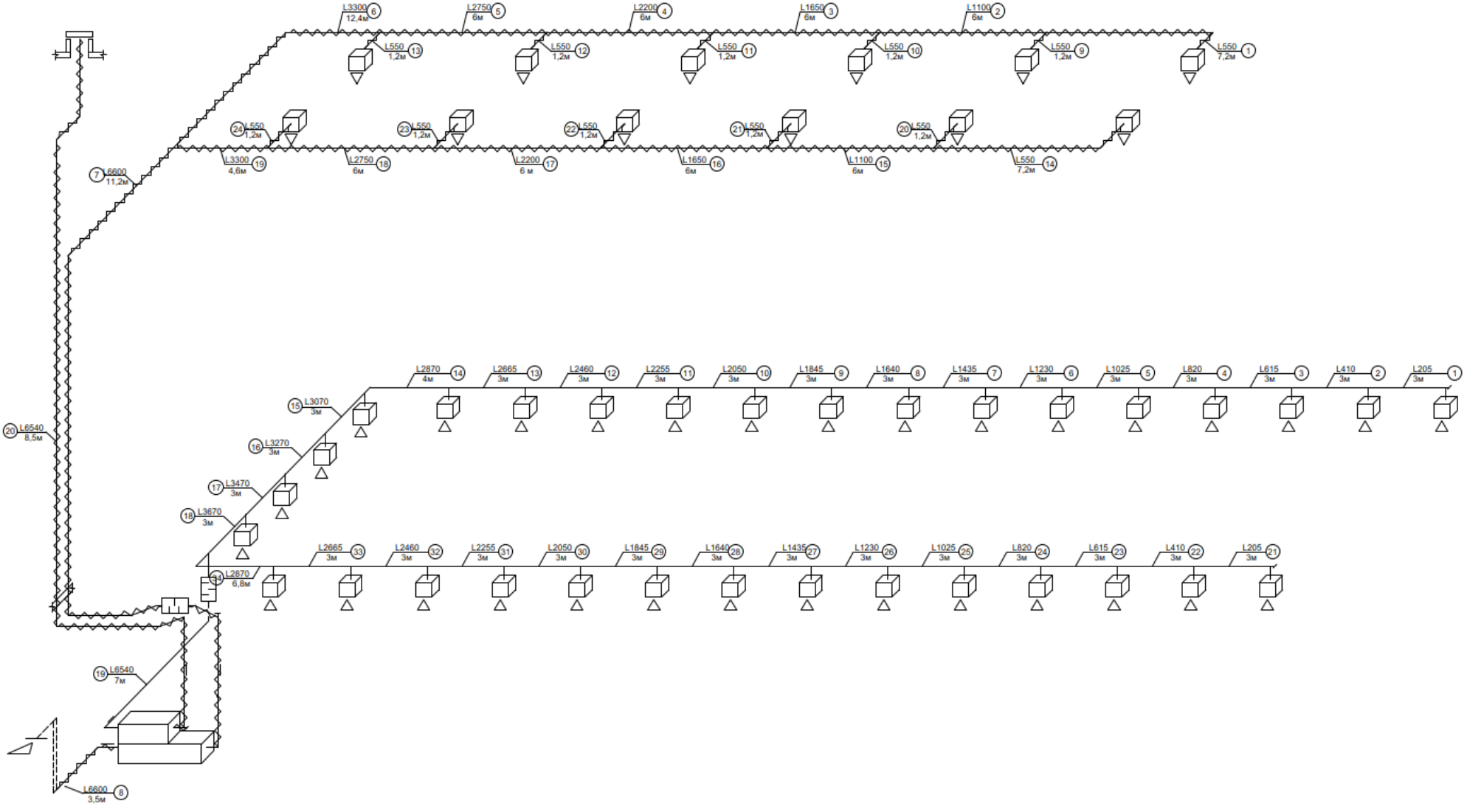



Рис.4.1. Розрахункова схема системи ПВ2

Таблиця 4.4 - Аеродинамічний розрахунок системи П2

| № ділянки | Витрата повітря,L, м³/с | Довжина ділянки, l, м | Орієнтовна швидкість ,$v_{op}$, м/с | Орієнтовна площа перетину повітроводу, Fор, м² | a, м | b, м | Фактична площа перетину повітроводу, Fф, м² | Еквівалентний діаметр або діаметр, $d_{екв}$ або $d_{ш}$, м | Фактична швидкість повітря , vф, м/с | Re | λ | Динамічний тиск, Рд,Па | Втрати тиску по довжині , ΔPl, Па | Сума коефіцієнтів місцевих опорів Σζ | Втрати тиску в місцевих опорах , ΔPмс, Па | Сума втрат тиску на ділянці , ΣΔP, Па |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Магісталь** | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 0,153 | 7,2 | 4,5 | 0,034 | | | 0,031 | 0,200 | 4,87 | 64615 | 0,022 | 14,20 | 11,16 | 3,96 | 56,25 | 67,41 |
| 2 | 0,306 | 6,0 | 5,0 | 0,061 | | | 0,062 | 0,28 | 4,96 | 13902 | 0,029 | 14,79 | 9,22 | 1,7 | 25,14 | 34,36 |
| 3 | 0,458 | 6,0 | 5,0 | 0,092 | | | 0,078 | 0,3150 | 5,88 | 123077 | 0,019 | 20,77 | 7,48 | 1,7 | 35,32 | 42,79 |
| 4 | 0,611 | 6,0 | 6,0 | 0,102 | | | 0,099 | 0,3550 | 6,18 | 145612 | 0,016 | 22,89 | 6,26 | 1,7 | 38,92 | 45,18 |
| 5 | 0,764 | 6,0 | 6,0 | 0,127 | | | 0,126 | 0,4000 | 6,08 | 24328 | 0,216 | 22,19 | 72,07 | 1,7 | 37,73 | 109,80 |
| 6 | 0,917 | 12,4 | 7,0 | 0,131 | | | 0,126 | 0,4000 | 7,30 | 193846 | 0,017 | 31,96 | 17,06 | 2,96 | 94,60 | 111,66 |
| 7 | 1,833 | 11,2 | 7,5 | 0,244 | | | 0,246 | 0,5600 | 7,45 | 276923 | 0,016 | 33,28 | 10,51 | 2,64 | 87,85 | 98,36 |
| 8 | 1,833 | 3,5 | 7,5 | 0,244 | 0,50 | 0,60 | 0,234 | 0,5455 | 7,85 | 284307 | 0,016 | 36,97 | 3,74 | 2,64 | 97,60 | 101,34 |
| | | | | | | | | | | | | | | | **ВСЕГО** | **610,91** |
| **Відгалуження** | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9-13 | 0,153 | 1,2 | 4,5 | 0,034 | | | 0,031 | 0,200 | 4,87 | 64615 | 0,022 | 14,20 | 1,86 | 3,21 | 45,60 | 47,46 |
| 14 | 0,153 | 7,2 | 4,5 | 0,034 | | | 0,031 | 0,200 | 4,87 | 64615 | 0,022 | 14,20 | 11,16 | 3,96 | 56,25 | 67,41 |
| 15 | 0,306 | 6,0 | 5,0 | 0,061 | | | 0,062 | 0,28 | 4,96 | 13902 | 0,029 | 14,79 | 9,22 | 1,7 | 25,14 | 34,36 |
| 16 | 0,458 | 6,0 | 5,0 | 0,092 | | | 0,078 | 0,3150 | 5,88 | 123077 | 0,019 | 20,77 | 7,48 | 1,7 | 35,32 | 42,79 |
| 17 | 0,611 | 6,0 | 6,0 | 0,102 | | | 0,099 | 0,3550 | 6,18 | 145612 | 0,016 | 22,89 | 6,26 | 1,7 | 38,92 | 45,18 |
| 18 | 0,764 | 6,0 | 6,0 | 0,127 | | | 0,126 | 0,4000 | 6,08 | 24328 | 0,216 | 22,19 | 72,07 | 1,7 | 37,73 | 109,80 |
| 19 | 0,917 | 4,6 | 7,0 | 0,131 | | | 0,126 | 0,400 | 7,30 | 193846 | 0,015 | 31,96 | 5,53 | 1,7 | 54,33 | 59,86 |
| 20-24 | 0,153 | 1,2 | 4,5 | 0,034 | | | 0,031 | 0,200 | 4,87 | 64615 | 0,022 | 14,20 | 1,86 | 3,21 | 45,60 | 47,46 |

Продовження табл. 4.4

ΣΔР14-19=350,4 Па
ΣΔР1-6=411,2Па

Ув'язка відгалужень (14-19) з ділянками магістралі (1-6): $\Delta = \frac{411,2 - 350,4}{411,2} = 0,147 < 0,15$

Ув'язка не потрібна.

Таблиця 4.5 - Аеродинамічний розрахунок системи В2

| № ділянки | Витрата повітря,L, м³/с | Довжина ділянки, l, м | Орієнтовна швидкість ,$v_{op}$, м/с | Орієнтовна площа перетину повітроводу, Fор, м² | a, м | b, м | Фактична площа перетину повітроводу, Fф, м² | Еквівалентний діаметр або діаметр, dэ или d, м | Фактична швидкість повітря , vф, м/с | Re | λ | Динамічний тиск, Рд,Па | Втрати тиску по довжині , ΔРl, Па | Сума коефіцієнтів місцевих опорів Σζ | Втрати тиску в місцевих опорах , ΔРмс, Па | Сума втрат тиску на ділянці , ΣΔР, Па |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| **Магістраль** | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 0,057 | 3,0 | 1,0 | 0,057 | 0,30 | 0,20 | 0,060 | 0,24 | 0,95 | 15125 | 0,028 | 0,54 | 0,19 | 3,96 | 2,14 | 2,33 |
| 2 | 0,114 | 3,0 | 2,0 | 0,057 | 0,30 | 0,20 | 0,060 | 0,24 | 1,90 | 4556 | 0,207 | 2,16 | 5,59 | 1,7 | 3,68 | 9,27 |
| 3 | 0,171 | 3,0 | 3,0 | 0,057 | 0,30 | 0,20 | 0,060 | 0,24 | 2,85 | 45374 | 0,023 | 4,86 | 1,40 | 1,7 | 8,27 | 9,67 |
| 4 | 0,228 | 3,0 | 4,0 | 0,057 | 0,30 | 0,20 | 0,060 | 0,24 | 3,80 | 60499 | 0,022 | 8,65 | 2,36 | 1,7 | 14,70 | 17,06 |
| 5 | 0,285 | 3,0 | 4,0 | 0,071 | 0,40 | 0,20 | 0,080 | 0,27 | 3,56 | 63020 | 0,021 | 7,60 | 1,84 | 1,7 | 12,92 | 14,76 |
| 6 | 0,342 | 3,0 | 4,5 | 0,076 | 0,40 | 0,20 | 0,080 | 0,27 | 4,27 | 75623 | 0,021 | 10,94 | 2,56 | 1,7 | 18,60 | 21,16 |
| 7 | 0,399 | 3,0 | 5,0 | 0,080 | 0,50 | 0,20 | 0,100 | 0,29 | 3,99 | 75623 | 0,019 | 9,53 | 1,91 | 1,7 | 16,21 | 18,11 |
| 8 | 0,456 | 3,0 | 5,0 | 0,091 | 0,50 | 0,20 | 0,100 | 0,29 | 4,56 | 86427 | 0,020 | 12,45 | 2,64 | 1,7 | 21,17 | 23,81 |
| 9 | 0,513 | 3,0 | 5,0 | 0,103 | 0,50 | 0,20 | 0,100 | 0,29 | 5,13 | 97230 | 0,020 | 15,76 | 3,28 | 1,7 | 26,79 | 30,07 |
| 10 | 0,569 | 3,0 | 5,5 | 0,104 | 0,50 | 0,20 | 0,100 | 0,29 | 5,69 | 108033 | 0,019 | 19,46 | 3,98 | 1,7 | 33,08 | 37,05 |
| 11 | 0,626 | 3 | 5,5 | 0,114 | 0,60 | 0,20 | 0,120 | 0,30 | 5,22 | 103982 | 0,019 | 16,35 | 3,19 | 1,7 | 27,79 | 30,98 |

Продовження табл.4.5

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12 | 0,683 | 3 | 5,5 | 0,124 | 0,60 | 0,20 | 0,120 | 0,30 | 5,69 | 113435 | 0,019 | 19,46 | 3,74 | 1,7 | 33,08 | 36,82 |
| 13 | 0,740 | 3 | 6,0 | 0,123 | 0,60 | 0,20 | 0,120 | 0,30 | 6,17 | 122888 | 0,019 | 22,83 | 4,33 | 1,7 | 38,82 | 43,15 |
| 14 | 0,797 | 4 | 6,5 | 0,123 | 0,60 | 0,20 | 0,120 | 0,30 | 6,64 | 132341 | 0,019 | 26,48 | 6,63 | 2,21 | 58,52 | 65,15 |
| 15 | 0,853 | 3 | 6,5 | 0,131 | 0,70 | 0,20 | 0,140 | 0,31 | 6,09 | 125834 | 0,019 | 22,26 | 4,05 | 1,7 | 37,85 | 41,89 |
| 16 | 0,908 | 3 | 6,5 | 0,140 | 0,70 | 0,20 | 0,140 | 0,31 | 6,49 | 134032 | 0,019 | 25,26 | 4,55 | 1,7 | 42,94 | 47,48 |
| 17 | 0,964 | 3 | 6,5 | 0,148 | 0,70 | 0,20 | 0,140 | 0,31 | 6,88 | 142229 | 0,018 | 28,44 | 5,07 | 1,7 | 48,35 | 53,42 |
| 18 | 1,019 | 3 | 7,0 | 0,146 | 0,70 | 0,20 | 0,140 | 0,31 | 7,28 | 150427 | 0,018 | 31,81 | 5,63 | 1,7 | 54,08 | 59,71 |
| 19 | 1,817 | 7 | 7,5 | 0,242 | | | 0,246 | 0,56 | 7,38 | 274405 | 0,016 | 32,67 | 6,46 | 1,8 | 58,81 | 65,27 |
| 20 | 1,817 | 8,5 | 7,5 | 0,242 | | | 0,246 | 0,56 | 7,38 | 274405 | 0,016 | 32,67 | 7,84 | 1,84 | 60,12 | 67,96 |
| | | | | | | | | | | | | | | | **ВСЕГО** | **695,12** |
| **Відгалуження** | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | 0,057 | 3,0 | 1,0 | 0,057 | 0,30 | 0,20 | 0,060 | 0,24 | 0,95 | 15125 | 0,028 | 0,54 | 0,19 | 3,96 | 2,14 | 2,33 |
| 20 | 0,114 | 3,0 | 2,0 | 0,057 | 0,30 | 0,20 | 0,060 | 0,24 | 1,90 | 4556 | 0,207 | 2,16 | 5,59 | 1,7 | 3,68 | 9,27 |
| 21 | 0,171 | 3,0 | 3,0 | 0,057 | 0,30 | 0,20 | 0,060 | 0,24 | 2,85 | 45374 | 0,023 | 4,86 | 1,40 | 1,7 | 8,27 | 9,67 |
| 22 | 0,228 | 3,0 | 4,0 | 0,057 | 0,30 | 0,20 | 0,060 | 0,24 | 3,80 | 60499 | 0,022 | 8,65 | 2,36 | 1,7 | 14,70 | 17,06 |
| 23 | 0,285 | 3,0 | 4,0 | 0,071 | 0,40 | 0,20 | 0,080 | 0,27 | 3,56 | 63020 | 0,021 | 7,60 | 1,84 | 1,7 | 12,92 | 14,76 |
| 24 | 0,342 | 3,0 | 4,5 | 0,076 | 0,40 | 0,20 | 0,080 | 0,27 | 4,27 | 75623 | 0,021 | 10,94 | 2,56 | 1,7 | 18,60 | 21,16 |
| 25 | 0,399 | 3,0 | 5,0 | 0,080 | 0,50 | 0,20 | 0,100 | 0,29 | 3,99 | 75623 | 0,019 | 9,53 | 1,91 | 1,7 | 16,21 | 18,11 |
| 26 | 0,456 | 3,0 | 5,0 | 0,091 | 0,50 | 0,20 | 0,100 | 0,29 | 4,56 | 86427 | 0,020 | 12,45 | 2,64 | 1,7 | 21,17 | 23,81 |
| 27 | 0,513 | 3,0 | 5,0 | 0,103 | 0,50 | 0,20 | 0,100 | 0,29 | 5,13 | 97230 | 0,020 | 15,76 | 3,28 | 1,7 | 26,79 | 30,07 |
| 28 | 0,569 | 3,0 | 5,5 | 0,104 | 0,50 | 0,20 | 0,100 | 0,29 | 5,69 | 108033 | 0,019 | 19,46 | 3,98 | 1,7 | 33,08 | 37,05 |
| 29 | 0,626 | 3,0 | 5,5 | 0,114 | 0,60 | 0,20 | 0,120 | 0,30 | 5,22 | 103982 | 0,019 | 16,35 | 3,19 | 1,7 | 27,79 | 30,98 |
| 30 | 0,683 | 3,0 | 5,5 | 0,124 | 0,60 | 0,20 | 0,120 | 0,30 | 5,69 | 113435 | 0,019 | 19,46 | 3,74 | 1,7 | 33,08 | 36,82 |
| 31 | 0,740 | 3,0 | 6,0 | 0,123 | 0,60 | 0,20 | 0,120 | 0,30 | 6,17 | 122888 | 0,019 | 22,83 | 4,33 | 1,7 | 38,82 | 43,15 |
| 32 | 0,797 | 6,8 | 5,5 | 0,145 | 0,60 | 0,20 | 0,120 | 0,30 | 6,64 | 132341 | 0,019 | 26,48 | 11,26 | 2,21 | 58,52 | 69,79 |
| | | | | | | | | | | | | | | | **ВСЕГО** | **364,03** |

ΣΔР1-18=561,81 Па

Ув'язка відгалужень (19-32) з ділянками магістралі (1-18): $\Delta = \frac{561{,}89 - 364{,}03}{561{,}89} = 0{,}35 > 0{,}15$

Ув'язка потрібна. $\zeta_д = \frac{2 \cdot (561{,}89 - 364{,}03)}{1{,}2 \cdot 6{,}64^2} = 7{,}48$ До установки приймається дросель – клапан з кутом нахилу створок 40°.

# РОЗДІЛ 5
# АВТОМАТИКА

## 5.1. Функції системи автоматики

Набір функцій сучасної автоматики дуже широкий. Крім безпосередньої підтримки необхідної температури та повітрообміну, автоматика регулює вологість, підтримує задані параметри якості повітря, стежить за енергозбереженням, контролює справність вентиляційного обладнання. Автоматика виконує свої функції спільно з датчиками і виконавчими пристроями, що підключаються до щита.

До основних функції автоматики для систем вентиляції та кондиціонування повітря можуть бути віднесені:

- підтримання необхідної температури припливного повітря та температури в приміщенні;
- дистанційне включення/вимкнення системи вентиляції;
- управління роботою та продуктивністю вентиляторів; контроль стану теплообмінних агрегатів, таких як термостати перегріву електронагрівачів, захист водяного калорифера від заморожування за температурою повітря та зворотної води тощо;
- контроль рівня забруднення фільтрів;
- автоматичний перехід у режим зима/літо;
- контроль та керування роторними та пластинчастими рекуператорами, тепловими насосами, зволожувачами та осушувачами;
- управління циркуляційним насосом водяного калорифера з урахуванням показань датчиків зовнішньої температури та тиску теплоносія із захистом від сухого ходу;
- керування приводом заслінки зовнішнього повітря;
- контроль роботи припливного вентилятора;
- відключення вентиляційної установки за сигналом пожежної сигналізації

У відповідності до перелічених функцій всі елементи систем автоматики можуть бути розділити на три групи:

- центр контролю та управління процесами. У цьому місці обробляється та оцінюється вся інформація, отримана з датчиків. Після аналізу програма автоматично розсилає команди на підпорядковані елементи системи;
- датчики. Вони збирають інформацію про стан довкілля у приміщенні – температури, рівня вологості, наявності у повітрі різних домішок, летких сполук тощо;
- виконавчі пристрої. Ці елементи системи приводять у дію вузли управління та регулювання та відповідають за оперативне виконання завдань, що надходять від центру контролю.

## 5.2. Автоматика систем вентиляції

Система вентиляції на великих об'єктах являє собою набір різного обладнання. До складу системи вентиляції входять такі елементи:

- фільтри;
- повітроводи;
- калорифери;
- вентилятори;
- шумоглушники;
- повітророзподільники.

Автоматизація систем вентиляції необхідна в першу чергу для відстеження складу повітря в приміщенні, для його оперативної заміни на свіжий, для виведення відпрацьованого повітря, захисних дій – наприклад, запобігання замерзанню обігрівача тощо. Все це відбувається в автоматичному режимі шляхом здійснення наступних процесів:

- відстеження температури калориферу;
- керування виконавчим механізмом - приводом регулюючого клапана;

- зміна швидкості вентилятора;
- оцінка ступеня забруднення фільтрів;
- оцінка складу повітря у приміщенні за допомогою спеціальних датчиків.

Система автоматики вентиляції складається з наступних елементів:

- контролер призначений для управління системою вентиляції за допомогою поєднання мікропроцесора та логічної програми, що враховує поточну конфігурацію системи;
- датчики призначені для збору інформації про якісні параметри - склад повітря, рівень вологості, температуру. Вони можуть відрізнятися за рівнем точності уловлювання змін довкілля. У цьому випадку все залежатиме від типу об'єкта – наприклад, для лікарень, лабораторій або хімічного виробництва будуть потрібні більш чутливі датчики;
- виконавчі механізми (регулятори), які поділяються головним чином на пневматичні, гідравлічні та електромеханічні;
- пристрій введення та виведення даних, у тому числі світлосигнальна апаратура. Дозволяє змінювати конфігурацію системи керування та модифікацію параметрів контролера в процесі роботи всієї системи та відображає основні робочі параметри системи;

Контролери та пристрої введення/виведення даних зазвичай розміщуються в щитах управління. Саме в ці щити надходять усі дані про стан навколишнього або оброблюваного середовища, там дані обробляються, аналізуються.

У чому полягають функції щитів управління:

- регулюють продуктивність систем вентиляції;
- відстежують роботу всіх елементів системи вентиляції та центрального кондиціювання;
- діагностують можливі збої в роботі та появу помилок у системі, виконують захисні функції – наприклад, запобігають поломці двигунів у разі перепадів напруги, відключення електроенергії тощо;

- контролюють стан всіх елементів системи окремо – вентилятора, крильчатки, повітроводу, системи фільтрації, повітрозабірних решіток тощо;
- відстежують точність виконання програм, закладених оператором;
- відстежують зовнішню температуру, щоб уникнути зледеніння елементів системи тощо.

5.3. Функціональна схема автоматики припливно – витяжної установки з двома водяними підігрівачами та водяним повітроохолоджувачем

Функціональна схема автоматики припливно – витяжнрої установки з роторним рекуператором, двома водяними підігрівачами (1-го та 2-го підігріву) та водяним охолоджувачем наведена на рис. 5.1.

СПЕЦИФІКАЦІЯ

| Позначення на схемі | Найменування |
|---|---|
| 1 | 2 |
| TE4 | Датчик температури зовнішнього повітря |
| PDA3 | Датчик – індикатор перепаду тиску в фільтрі припливного повітря |
| TE5 | Датчик температури видаляємого повітря на виході з роторного рекуператора |
| PDA2 | Датчик – індикатор перепаду тиску у вентиляторі видаляємого повітря |
| TE3 | Датчик температури зворотного теплоносія водяного нагрівача 1 – го підігріву |
| PDA4 | Датчик – індикатор перепаду тиску в фільтрі видаляємого повітря |
| TS1 | Датчик температури припливного повітря після водяного підігрівача 1 – го підігріву |

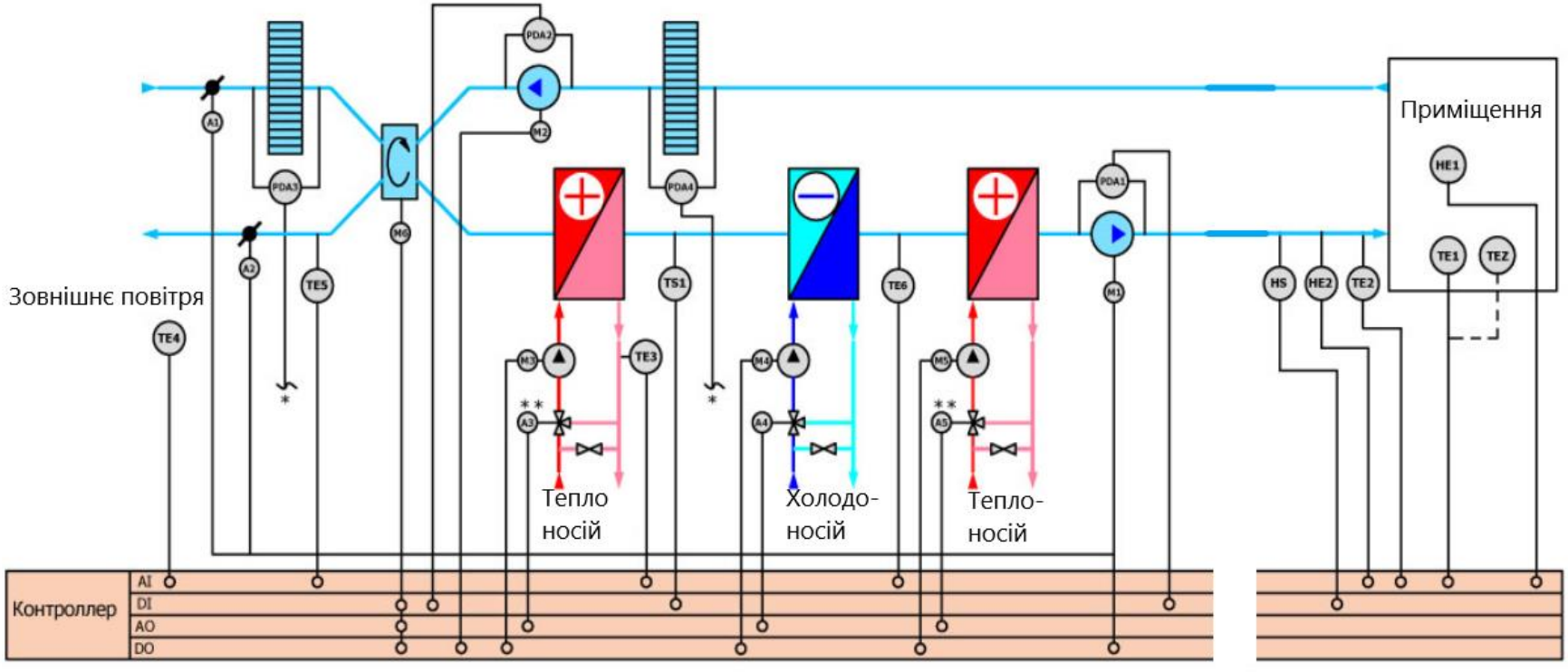



Рис.5.1. Функціональна схема автоматики припливно – витяжної установки з роторним рекуператором, двома водяними підігрівачами (1-го та 2-го підігріву) та водяним охолоджувачем:

* сигналізатори перепаду тиску, які контролюють засмічення фільтрів, підключаються до схеми щита управління;

**клапани водяних нагрівачів 1-го та 2-го підігріву А3 та А5 управляються одним виходом контролера шляхом підключення до контролеру одного або другого нагрівача контактом реле, яке управляється дискретним виходом контролера

| 1 | 2 |
|---|---|
| TE6 | Датчик температури припливного повітря після водяного охолоджувача |
| PDA1 | Датчик – індикатор перепаду тиску у вентиляторі припливного повітря |
| HS | Перемикач електричних ланцюгів вимірювання, встановлений на щиті |
| TE2 | Датчик температури припливного повітря (перед входом в приміщення) |
| TE1 | Датчик температури внутрішнього повітря (в приміщенні) |

**Перелік керуючих сигналів:**

Вентилятор:

- припливний вентилятор – дискретна команда на включення / вимикання
- витяжний вентилятор – дискретна команда на включення / вимикання

Водяний повітронагрівач

- привід регулюючого клапана водяного нагрівача - аналогове управління (0-10) В
- циркуляційний насос водяного нагрівача - дискретна команда на включення / вимикання

Повітроохолоджувач безпосереднього охолодження

- компресорно-конденсаторний блок до 2-х секцій - при безпосередньому управлінні компресором - дискретний керуючий сигнал на пусковий апарат (двопозиційне регулювання або регулювання по ПІД-закону), при наявності комплектної схеми управління - дискретний сигнал дозволу роботи або аналоговий сигнал неузгодженості

Роторний рекуператор

- дискретний сигнал дозволу роботи
- частотний перетворювач двигуна - аналогове управління (0-10) В

**Захист від аварійних режимів роботи**

Вентилятор

- ручне відключення з меню контролера або зовнішньою командою в будь-якому режимі управління
- автоматичне відключення по сигналу про зниження перепаду тиску на вентиляторі

Водяний повітронагрівач 1-го підігріву

- N-хвилинний прогрів нагрівача при ввімкненні вентиляційної установки
- захист вентиляційної установки від «холодного» пуску в режимі роботи «Зима», уставка температури зворотного теплоносія у кінці прогріву, по якій здійснюється захист, залежить від температури зовнішнього повітря (налаштовується температурний графік)*
- захист від заморожування нагрівача в режимах роботи «Зима» - «Літо», уставка температури зворотного теплоносія (мінімальна температура зворотного теплоносія), по якій здійснюється захист, залежить від температури зовнішнього повітря (налаштовується температурний графік)*
- можливість дозволу або заборони автоматичного перезапуску вентиляційної установки після зняття сигналу «загроза заморожування»
- можливість завдання кількості дозволених автоматичних перезапусків вентиляційної установки, що була відключена по сигналу «загроза заморожування»

** Налаштування графіку здійснюється по трьох контрольних температурах зовнішнього повітря (-10 °С, 0 °С, 5 °С). Для кожної контрольної температури зовнішнього повітря задається відповідна їй уставка температури зворотного теплоносія. Поточні значення визначаються по фактичній температурі зовнішнього повітря методом інтерполяції.*

Циркуляційний насос водяного повітронагрівача 1-го підігріву

- можливість вибору режимів роботи
    - ввімкнення при переведенні установки у режим роботи «Зима» та вимкнення при переведенні в режим роботи «Літо» (у режимі «Літо» можливо завдання додаткової умови – включення при роботі регулюючого клапану)
    - ввімкнення у режимі роботи «Зима» тільки при прогріві та роботі вентиляторів, вимкнення при вимкненні вентиляторів або переведенні в режим роботи «Літо» (у режимі «Літо» можливо завдання додаткової умови – включення при роботі регулюючого клапану)

Роторний рекуператор

- захист від обмерзання рекуператора в режимі роботи «Зима» виконується у декілька етапів
    - поступове зниження кількості обертів рекуператора
    - перехід в режим «відтаювання», якщо температура витяжного повітря на виході рекуператора на протязі певного часу не збільшується - вимкнення припливного вентилятора або вимкнення обох вентиляторів
- завдання кількості дозволених автоматичних перезапусків вентиляційної установки, зупиненої за сигналом «відтаювання».

**Аварійна сигналізація**

При виникненні будь-якого з аварійних режимів контролер формує сигнал аварія, який видається з виходу контролера в зовнішні ланцюги. На дісплеї у вікні аварій з'являється аварійне сповіщення з конкретною вказівкою причини аварії. Найбільш значущі аварійні сповіщення з'являється також у вікні поточних параметрів.

Аварійні сигнали можна деблокувати з меню контролера тільки після зникнення сигналу про аварійний значенні параметра, за яким цей сигнал був сформований.

**Енергозбереження**

Можливість включення календарного графіка для автоматичного включення / вимикання установки за часом - дозволяє автоматично відключати вентиляцію в неробочий час і вихідні дні

Можливість включення календарного графіка для зниження / підвищення (зміщення) на N ° C «зимової» і «літньої» уставок регулювання температури - дозволяє автоматично зменшувати витрату енергоносія в певні періоди часу роботи установки

Для установок з водяним нагрівачем 1-го підігріву – підтримання температури зворотного теплоносія при непрацюючому вентиляторі в залежності від температури зовнішнього повітря (налаштовується температурний графік)*

При підтримці температури припливного повітря або повітря в приміщенні максимальне використання енергії рекуперації перед включенням нагрівальної секції в режимі «Зима» або охолоджувальної секції в режимі «Літо».

** Налаштування графіку здійснюється по трьох контрольних температурах зовнішнього повітря (-10 °C, 0 °C, 5 °C). Для кожної контрольної температури зовнішнього повітря задається відповідна їй уставка температури зворотного теплоносія. Поточні значення визначаються по фактичній температурі зовнішнього повітря методом інтерполяції.*

**Архівування**

Всі дані, які можуть знадобитися для аналізу роботи установки, заносяться в журнал подій. Ємність архіву становить 1000 точок. Комірки пам'яті заповнюються послідовно. При заповненні останньої комірки наступна інформація знову записується в 1-у, а інформація, записана в ній раніше, видаляється.

У журналі подій фіксуються значення параметрів при їх появі. До подій відносяться включення та відключення обладнання, спрацювання захисту обладнання в аварійних режимів, поява аварійних сигналів. Користувач також

має змогу обрати параметри, значення яких він хоче архівувати, та налагодити їх збереження через певні проміжки часу [9].

# РОЗДІЛ 6

# ОХОРОНА ПРАЦІ

## 6.1. Аналіз проекту по основним небезпечним та шкідливим факторам, що діють під час монтажу систем опалення та вентиляції

| № | Небезпечні та шкідливі виробничі фактори | Джерело (види робіт) | Кількість, оцінка | Норматив |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Падіння людей з висоти | Монтаж систем вентиляції | h=3 м | ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення» |
| 2 | Падіння предметів з висоти | Монтаж систем вентиляції | h=3 м | ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення» |
| 3 | Електричний струм | Електрозварювальні машини і механізми-робоче освітлення | У=6000/380В<br>У=380 В<br>У=220 В | ДСТУ Б А.3.2-13:2011 Система стандартів безпеки праці. Будівництво. Електробезпечність. Загальні вимоги<br>ПУЕ НПАОП 40.1-1.21-98 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів<br>ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення» |
| 4 | Вібрація | Наладка і пуск системи в дію | v=0,02 м/с | ДСТУ12.1.012 Система стандартів безпеки праці. Вібраційна безпека. Загальні вимоги<br>ДСН 3.3.6.039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації |
| 5 | Виробничий шум | Наладка і пуск системи в дію | Рівень 85 дБ | ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку |
| 7 | Освітлення робочих місць | Монтажні роботи | 300 лК | ДБН В.2.5-28-2006 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення. Зміна № 2» |
| 8 | Атмосферна електрика | Захист від блискавки | середня кількість ударів на 1 км$^2$=7, кат.І | ДБН В. 2.5-38-2008 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд» |
| 10 | Мікроклімат | Температура і вологість в робочій зоні | t=28º С<br>відносна вологість 75%<br>v=0,5 м/с | ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 11 | Пожежна безпека | Захист від пожежі | Категорія вибухонебезпечності Г межа вибухонебезпечності 65г/м$^3$; Ступінь вогнестійкості II. | ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об`єктів будівництва. Загальні вимоги<br>ДБН В.1.2-7:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека<br>ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою |

## 6.2. Аналіз умов праці

При виконанні робіт з монтажу систем вентиляції на монтажника діють потенційно небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Небезпечні та шкідливі виробничі фактори поділяються на наступні групи:

- фізичні;
- хімічні;
- біологічні;
- психофізіологічні.

Фізично небезпечні та шкідливі виробничі фактори підрозділяються на наступні:

- машини, що рухаються, і механізми, рухливі частини виробничого устаткування, що пересувають;
- підвищений рівень пилу і загазованості повітря робочої зони;
- знижена або підвищена температура повітря робочої зони;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- підвищена або знижена вологість повітря;
- підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якої може відбутися через тіло людини;
- підвищений рівень статичної електрики;
- відсутність або недолік природного світла;
- недостатня освітленість робочої зони;
- підвищена яскравість світла;

- гострі крайки, задирки й шорсткості на поверхнях заготівель, інструментів та устаткування;
- розташування робочого місця на значній висоті щодо поверхні землі (підлоги).

6.3. Шкідливі фактори і заходи щодо їхнього запобігання

6.3.1. Підвищена температура повітря в робочій зоні

Монтажні роботи можуть проводитись як у приміщенні, так і поза ним. Внаслідок чого монтажники піддаються впливу несприятливих кліматичних умов як у приміщенні ,так і на вулиці.

Відповідно до ДСН 3.3.6.042-099 припустимі параметри мікроклімату для категорії робіт III теплого періоду року наступні:

- температура повітря: верхня межа $28^0$C

нижня межа $13^0$C

- відносна вологість: 75% при $24^0$C і нижче

- швидкість вітру: 06-0,5 м/с.

У відповідності з ДСТУ-Н Б В.1.1 – 27:2010 «Будівельна кліматологія». середня максимальна температура зовнішнього повітря найбільш жаркого місяця для м. Суми становить 28 $^0$C. Допускаються відхилення від максимальних показників, але не більше чим на $3^0$C. При цьому швидкість руху вітру збільшується на 5% при збільшенні температури на кожен градус вище верхньої межі припустимої температури повітря.

Вплив підвищеної температури негативно позначається на стані здоров'я робітників. Зокрема спостерігається головний біль, запаморочення, загальна слабкість. Тривалий вплив високої температури в сполученні з підвищеною вологістю приводить до гіпертонії.

Для нормалізації параметрів мікроклімату приймаються наступні заходи:

- використання спецодягу, що відповідає пори року повітро- і вологонепроникної (з бавовни, льону), що має зручний покрій;

- спеціальний питний режим;

- виконання зварювальних робіт з навітряної сторони;

- раціональний режим праці й відпочинку.

### 6.3.2. Підвищений рівень шуму

Шум на монтажній площадці має місце внаслідок роботи автомобільного транспорту та вантажно-розвантажувальних машин.

Граничні величини шуму на робочих місцях регламентуються ДСН 3.3.6.037-99. Відповідно до цього документа припустимий рівень звукового тиску в робочій зоні виробничих приміщень становить 75дБа.

Тривала дія шуму викликає загальне стомлення, призводить до погіршення слуху, робить дратівний вплив, послаблює увагу, виступає причиною головного болю, запаморочення, безсоння.

Для захисту органів слуху від впливів шуму при виконанні монтажних робіт застосовуються проти шумні навушники, які складаються із двох навушників і пружного оголів’я. Корпус звукоізолюючий пластиковий. Як засіб захисту використовується поглинаюча звук ультра тонка скловата, укладена в корпусі напівсферичної форми. Кожний із двох корпусів - півсфер розташовується на вушній раковині та утримується на місці пружинним наголовником, що з'єднує обидва корпуси рухливою перемичкою, що дозволяє міняти відстань між навушниками.

### 6.3.3. Недостатня освітленість робочої зони

Монтажні роботи можуть здійснюватись у похмуру погоду, вранці, у вечірній час, коли робоча зона недостатньо освітлена. Відповідно до ДБН В.2.5-28-2006 нормою природно висвітлення є 100-200 лк.

Недостатня освітленість негативно впливає на функції органів зору, людина швидко утомлюється, працює менш продуктивно, зростає потенційна небезпека помилкових дій і нещасних випадків.

Для підвищення рівня освітленості робочої зони використовуються прилади штучного освітлення у вигляді світильників і переносних ламп.

## 6.4. Небезпечні фактори і заходи щодо техніки безпеки

### 6.4.1. Машини, що рухаються, і механізми

Джерелом підвищеної небезпеки під час монтажу систем вентиляції є підйомно - транспортні машини і механізми. Основним небезпечним виробничим фактором виступає в даному випадку дія механічної сили. Вона проявляється в наступній формі: наїзд на людей, перекидання машини, травмування робітників конструкціями, що рухаються, частинами, деталями.

Безпечна експлуатація вантажопідйомних механізмів і пристоїв при проведенні монтажних робіт забезпечується за рахунок реаліщації таких заходів, як створення сприятливих умов праці, підвищення кваліфікації обслуговуючого персоналу, забезпечення кваліфікованого технічного нагляду за експлуатацією вантажопідйомної техніки з боку інженерно - технічного персоналу, а також належним контролем за станом трудової дисципліни і виконанням правил технічної експлуатації.

До роботи на вантажопідйомних машинах допускаються робітники не молодше 18 років, що пройшли медичний огляд і навчання за фахом, що здали іспити і отримали посвідчення на право проведення робіт.

Для правильного обслуговування вантажопідйомних машин кранівники, водії автомобілів, слюсарі з ремонту і технічного обслуговування вантажопідйомної техніки забезпечуються виробничими інструкціями.

На вантажопідйомній машині вивішується інструкція для експлуатації, схема стропування вантажів і їхня маса, вантажопідйомність залежно від вильоту стріли, наступна дата випробування і попереджуючі плакатів з техніки безпеки.

### 6.4.2. Поразка електричним струмом

Електроенергія на монтажній площадці використовується для електропривода, освітлення, зварювання.

Під проведення монтажних робіт мають місце несприятливі умови, що створюють небезпеку поразки електричним струмом, тому що в більшості випадків електроустаткування є пересувним або переносним.

Специфічна небезпека при експлуатації електроустановок визначається тим, що струмоведучі провідники, які виявились під напругою в результаті ушкодження ізоляції, не дають ніяких сигналів, які попереджали б людину про небезпеку. Реакція людини на електричний струм виникає лише після його проходження через тіло.

Для забезпечення безпечної роботи при експлуатації електроустановок виконуються наступні вимоги:

- строге дотримання правил технічної експлуатації електроустаткування, що застосовується, електрифікованого інструмента та переносних електросвітильників;

- до роботи з устаткуванням та інструментом, що має електропривод, допускаються особи, що досягли 18 років, що пройшли виробниче навчання по спеціальній програмі, що здали іспит і мають посвідчення на право проведення робіт не нижче II кваліфікаційної групи по електробезпеці;

- переносні струмоприймачі до електромережі приєднуються за допомогою спеціальної вилки та розетки із заземлюючим контактом, що довше робочих контактів в 1,5-2 рази;

- всі тимчасові електропроводки мають бути ізольовані та підвішені на надійних опорах на висоті не менш 2,5 м над робочим місцем та 3 м над проходами;

- електролампи загального освітлення напругою 110 та 220 В підвішуються на висоті 2,5 м від підлоги;

- для попередження людей про небезпеку поразки електричним струмом використають плакати, які діляться на заборонні, застережливі, плакати, що нагадують і дозволяють.

### 6.4.3. Робота на висоті

Більшу частину робочого часу монтажники проводять на висоті. Це призводить до того, що однією з причин виробничого травматизму при виконанні монтажних робіт є падіння з висоти. Воно відбувається при наведенні, установці та закріпленні елементів, під час розстроповки, остаточному оформленню вузлів та особливо при переміщенні на нове робоче місце, при ушкодженні засобів підмащування. Все це може призвести до групового травматизму з важкими результатами для потерпілих.

Для забезпечення безпечної та високопродуктивної праці працюючих на висоті застосовуються засоби колективного захисту у вигляді засобів підмащування, сходів, огороджень.

Як засоби підмащування використаються підмості. Ширина настилів становить 1м, висота проходів для людей - 1,8м.

Робота на висоті до 4м здійснюється із приставних сходів і драбин, виготовлених із твердих порід дерева. Робітники, які призначаються для

виконання робіт на висоті без риштування, забезпечуються запобіжними поясами і взуттям з нековзною підошвою.

При роботі на висоті на риштуваннях кріпильні деталі та інструмент укладаються в переносний ящик, а при роботі без риштування - у сумку, надягнуту через плече.

6.4.4. Гострі крайки, задирки та шорсткість на поверхнях заготівель, інструментів і устаткування

Кінці трубопроводів, що поставляють на монтажну площадку у вигляді транспортабельних вузлів, мають гострі крайки та задирки. Це може стати причиною порізів при проведенні монтажних робіт.

Інструмент, який використовується, зокрема молотки, зубила, ножівки, напилки, також є причиною виробничого травматизму.

Як засоби захисту рук при проведенні монтажних робіт використаються рукавиці комбіновані: корпус із бавовняних або лляних тканин, надолонник - з текстилю.

Для безпечного використання ручного інструмента виконуються наступні вимоги:

- інструмент обирається по типорозмірах, що відповідають його виробничій характеристиці;

- застосовується інструмент тільки для операцій, для яких він безпосередньо призначений;

- використання тільки справного інструмента.

6.4.5 Виникнення пожежі

Основними причинами пожеж при проведенні монтажних робіт є:

- необережне поводження з вогнем;

- незадовільний стан електротехнічних пристроїв і порушення правил їх монтажу;

- невиконання вимог нормативних документів з питань пожежної безпеки.

Найбільш імовірною причиною виникнення пожежі є необережне поводження з вогнем. Під цим розуміють паління в заборонених місцях і виконання вогневих робіт. Вогневими роботами вважають операції, пов'язані з використанням відкритого вогню. До вогневих робіт на монтажній площадці відносяться електрозварювальні та паяльні роботи.

Запобігання виникнення джерела запалювання досягається за рахунок застосування електроустаткування, що відповідає по виконанню класу пожежо- і вибухонебезпечності приміщення; використання устаткування, що задовольняє вимогам по іскробезпеці; заземлення встаткування.

Перед початком вогневих робіт виконавці (електрозварювальники) проходять інструктаж про заходи пожежної безпеки.

У випадку виникнення пожежі на монтажній площадці є наступні первинні засоби пожежогасіння: ручні вогнегасники, ящики з піском, бочки з водою, протипожежні щити з набором інструментів.

## 6.5. Заходи по зниженню впливу шкідливих і небезпечних виробничих факторів

У проекті передбачені заходи, що включають методи і засоби зниження впливу шкідливих факторів під час вентиляційного обладнання та повітропроводів.

Для запобігання негативного впливу метеорологічних параметрів на працюючих передбачений спецодяг, що відповідає періоду будівництва, а також спеціальний питний режим (підсолена, газована вода).

При виконанні монтажу в другу зміну проектом передбачається пристрій системи штучного освітлення.

Для зниження впливу шуму проектом передбачено експлуатувати техніку, що пройшла технічний огляд, а також використовувати засоби індивідуального захисту – беруші.

З метою зниження впливу запиленого і загазованого повітря на працюючих передбачено полив ґрунтових доріг, регулювання двигунів, автотранспорту, виконання зварювальних робіт з навітряної сторони.

### 6.5.1 Вказівки по техніці безпеки

Роботи з монтажу вентиляційного обладнання та повітропроводів виконуються спеціалізованою монтажною організацією.

До початку монтажу особлива увага приділяється запірним елементам. На підприємствах - виробниках всі елементи перевіряють на щільність і міцність. У заготівельних майстернях роблять ревізію.

До початку монтажу мають бути закінчені всі підземні та будівельні роботи, а також виконані фундаменти під обладнання, канали.

Територію площадки перед початком роботи планують і звільняють від всіх непотрібних предметів, будівельних матеріалів, обрізків металу.

Канали і прорізи поблизу обладнання, що монтується, закривають настилами або щитами з упорами. Робочі місця і проходи до них обгороджують тимчасовими огородженнями.

Під час роботи монтажники одягнені в спецодяг і спецвзуття.

Механізми та інвентар, а також інструменти повинні відповідати характеру роботи, яка виконується, і перебувати в справному стані.

При клепці, карбуванні і виконанні інших робіт, при яких відлітають частинки металу, використовуються запобіжні сітчасті окуляри, а для забезпечення безпеки осіб, що проходять мимо, застосовуються сітки та ширми.

Вибір стропувальних елементів (стропів, кліщів, захватів) роблять відповідно до маси вантажу, його габаритів, форми, конструкції та інших особливостей.

Стропи підбирають такої довжини, щоб кут їх відхилення від вертикалі не перевищував $45^0$ щоб уникнути різкого збільшення навантаження.

Навантаження та розвантаження великовагових і довгомірних вантажів роблять під керівництвом майстра.

Щоб уникнути травмування працювати несправним інструментом забороняється.

Ручний інструмент, призначений для роботи з металом (молотки, кувалди, зубила), повинні задовільняти наступним вимогам: відсутність ушкоджень на робочому кінці; відсутність гострих ребер на бічних гранях у місцях затискання їх рукою; відсутність тріщин, заусенців і скосів на потиличній частині, довжина рукоятки має бути не менш 150 мм. Рукоятки при насадженні на них металевих частин ударного механізму повинні бути розклинені. Дерев'яні рукоятки виготовляються з деревини твердих порід.

Робочі поверхні гайкових ключів не повинні мати збитих скосів, а рукоятки - заусенців. Забороняється розгортання та загортання гайок ключами невідповідних розмірів із прокладками металевих пластинок між гайкою і ключем, а також з подовженням гайкових ключів шляхом приєднання іншого ключа або труби.

При роботі в приміщеннях з підвищеною небезпекою рекомендується застосовувати електроінструмент на напругу не вище 42 В.

У приміщеннях без підвищеної небезпеки допускається застосування електроустаткування та електроінструментів на напругу 127 В та 220 В з обов'язковим використанням діелектричних рукавичок, калош, килимів.

Корпус електроінструменту при напрузі живлення вище 42 В незалежно від частоти струму необхідно заземлювати.

Перед тим як електроінструмент має бути виданим робітникові його перевіряють мегометром на справність заземлюючого проводу і відсутність замикання на корпус, а також на чіткість роботи вимикача і справність роботи на холостому ходу.

До електрозварювальних робіт допускаються особи не молодше 18 років, що мають посвідчення на право виконання таких робіт.

Довжина проводів між живильною мережею і пересувним живильним агрегатом для ручного дугового зварювання не повинна перевищувати 10 м.

Електрозварювальники забезпечуються засобами індивідуального захисту відповідно до типових норм видачі спецодягу, спецвзуття і запобіжних заходів.

### 6.5.2. Оптимізація режиму праці та відпочинку

При виконанні робіт з монтажу задіяні в основному слюсарі-монтажники і зварювальники. Основні технологічні операції виконуються в 1 зміну.

Час безперервної роботи встановлюється відповідно до обліку технологічного, організаційного і санітарно-гігієнічного порядку.

Режими праці та відпочинку встановлюють припустиму і нормовану тривалість безперервної роботи, кількість перерв, їх тривалість і розподіл протягом робочої зміни.

Кожну зміну загальною тривалістю 8 годин можна розділити на окремі інтервали часу з різною інтенсивністю (продуктивністю) роботи:

7-00 - початок зміни;

7-00 - 7-20 - підготовка робочого місця;

7-20 - 8-00 - виконання робіт з інтенсивністю біля 60-70%;

8-00 - 10-00 - виконання робіт з максимальною інтенсивністю - 100%;

10-00 - 11-00 - виконання робіт зі зниженням продуктивності до 70-60%;

11-00 - 12-00 - перерва (прийом їжі та відпочинок);

12-00 - 12-20 - виконання робіт у другу половину зміни з інтенсивністю 75-80%;

12-20 - 15-00 – виконання робіт з продуктивністю 90-100%;

15-00 - 16-00 - кінець зміни з продуктивністю близько 60%.

З вищенаведеного видно, що при виконанні монтажних робіт наступає втомлюваність, що сприяє зниженню продуктивності праці і вимагає оптимізації режиму робочої зміни, яку можна досягти за рахунок перерв; їх варто розподіляти по годинах наступним чином: після 10 годин - додаткова перерва 10 хвилин; після 15 годин - 10 хвилин.

Продуктивність праці по днях тижня також нерівномірна. Початок і кінець трудового тижня (понеділок і п'ятниця) мають меншу продуктивність, ніж вівторок і четвер, а середа показує найбільшу працездатність людини. Тому при плануванні робіт варто враховувати дні тижня (більш складну роботу виконувати до середи).

## 6.6. Розрахунок природного освітлення для приміщення торгівельного залу

Задачею розрахунку є визначення площі світлопрозорих огороджувальних конструкцій , які здатні забезпечити належний рівень штучного освітлення в приміщенні.

Розрахунок виконується для приміщення (1) – торгівельного залу, де проєктом передбачено бічна природна освітленість приміщення, за методикою, наведеною в [11]. Площа пройомів для її забезпечення визначається за рівнянням:

$$S_o = \frac{S_п\, e_н\, k_з\, h_o}{100 t_o r}\, k_{зд} \qquad (6.1)$$

де $S_п$ - площа підлоги приміщення;

$e_н$ - нормоване значення коефіцієнта природної освітленості;

$e_н$=2 для торгівельних залів будівельних матеріалів;

$k_{зд}$ - коефіцієнт запасу, який враховує затінення сусідніми спорудам;

$k_{зд}$ = 1...1.7

$h_0$ - світлова характеристика бічних пройомів;

$t_0$ - загальний коефіцієнт світло пропускання;

r - коефіцієнти, які враховують відображення світла при бічній освітленості;

r =0...10;

$k_З$ = -1,2...1,8 – коефіцієнт запасу;

$t_0$ - загальний коефіцієнт світлопропускання:

$$t_o=t_1t_2t_3t_4t_5 \tag{6.2}$$

де $t_1$ =0,5...0,9 – коефіцієнт світлопропускання матеріалу;

$t_2$ = 0,5...0,9 – коефіцієнт, який враховує втрати світла в переплетіннях віконних пройомів;

$t_3$ = 0,8-0,9 – коефіцієнт, який враховує втрати світла в несучих конструкціях;

$t_4$ = 0,6...1 – коефіцієнт, який враховує втрати світла в сонцезахисних пристроях;

$t_5$ = 0,9 – коефіцієнт, який враховує втрати світла в захисній сітці, яка встановлена під фонарями.

$$t_0 = 0{,}5 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}6 \cdot 0{,}9 = 0{,}108$$

$$S_0 = \frac{890 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 1{,}02}{100 \cdot 0{,}108 \cdot 5} \cdot 1{,}2 = 40{,}35 \text{ м}^2$$

Саме така площа вікон здатна забезпечити необхідний рівень природного освітлення в приміщення торгівельного залу. Фактична площа вікон у даному приміщенні дорівнює 91,28 м$^2$. Вона більша за розраховану. Таким чином можна зробити висновок, що наявна площа світлопрозорих бічних конструкцій повністю забезпечить приміщення необхідним рівнем природного освітлення.

# РОЗДІЛ 7
# ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА СЕРВІСНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦІЇ

## 7.1. Обслуговування систем вентиляції

Після введення в експлуатацію будь-яка припливно-витяжна вентиляційна система потребує періодичного обслуговування. Періодичність сервісних заходів встановлюється відповідно до правил експлуатації конкретних установок і залежить від умов експлуатації системи вентиляції: режиму роботи та простоїв, інтенсивності навантажень, ступеня забруднення повітряних потоків, що нагнітається і видаляється, продуктивності установки та багато іншого.

Періодичність обслуговування відображається у паспорті вентиляційних установок. Розрізняють щоквартальне, піврічне та щорічне обслуговування.

Стандартно роботу припливно-витяжних установок необхідно перевіряти щокварталу. Вентиляційні системи, що мають у своєму складі електрообладнання та частини, що зношуються, вимагають кваліфікованого нагляду для попередження поломок та забезпечення безаварійної роботи. Експлуатація вентиляційного обладнання повинна здійснюватися з дотриманням усіх санітарних норм та вимог пожежної безпеки.

До переліку сервісних заходів перевірки роботи системи вентиляції відносяться:

- перевірка стану всієї системи шляхом візуального огляду у працюючому та вимкненому стані: виявляються зовнішні ознаки пошкоджень стиків повітроводів, порушень кріплень, проводиться оцінка стану металевих конструкцій, мастило підшипників;
- перевірка всієї мережі повітроводів, стану фланцевих з'єднань, періодичне очищення внутрішніх поверхонь від забруднень;

- перевірка роботи повітряних клапанів та заслінок – щільності закривання та ступінь забрудненості: очищення та регулювання клапанів;
- контроль стану фільтрів : при забрудненні – очищення або заміна на новий, періодичність зазвичай раз на півроку. Залежить від сезону – фільтр забивається навесні пухом або пилом з вулиці;
- залежно від періоду здійснюється переналаштування на режим зимової або літньої експлуатації;
- перевірка стану рекуператорів: чищення від забруднень;
- оцінка стану електронагрівачів та захисту від перегріву, перед опалювальним сезоном, очищення щокварталу;
- перевірка стану водяного або фреонового охолоджувачів , дренажної системи, своєчасне очищення не рідше 1 разу на квартал;
- контроль рівня шуму: виявляються джерела сторонніх шумів та перевіряється стан шумоглушників. Перевіряється мережа повітроводів, стики, грати. Контролюється шум підшипників електродвигунів та вентилятора;
- очищення внутрішніх порожнин вентилятора та поверхонь робочого колеса, перевірка балансування;
- вимірювання напруги живлення, споживаних струмів; контроль заземлення, роботи щитів автоматики та датчиків;
- перевірка роботи електроприводів заслінок та триходових клапанів;
- перевірка стану припливних та витяжних пристроїв та очищення ґрат, розподільників та повітропроводів;
- проведення контрольних вимірювань продуктивності, тиску, швидкості руху повітря, температури та вологості після огляду всіх елементів системи. Отримані параметри порівнюються з проектними та паспортними даними [12].

## 7.2. Перевірка фільтрів

Під час роботи вентиляційної системи фільтри поступово засмічуються, що починає поступово знижувати продуктивність системи та збільшує навантаження на вентилятори. Якість повітря поступово починає погіршуватись, збільшується енергоспоживання. Сучасні системи вентиляції обладнані системою автоматики, яка повідомляє про необхідність очищення чи заміни фільтрів.

У документації до обладнання завжди вказаний інтервал очищення або заміни фільтрів. Це рекомендований інтервал, фактичний залежить від умов експлуатації. Наприклад, періодичність чищення фільтрів системи вентиляції, яка встановлена у сільській місцевості та системи, яка встановлена в умовах щільної міської забудови, може відрізнятися у рази.

У житлових приміщеннях фільтри варто перевіряти та чистити кожні 3-6 місяці, тоді як для систем вентиляції промислових або комерційних об’єктів це потрібно робити частіше. Фільтруючі вставки виймаються з фільтробокса та очищуються за допомогою порохотяга. Рекомендується після двох чисток замінити фільтруючу вставку на нову.

## 7.2. Очищення повітропроводів

Через систему повітропроводів постійно відбувається переміщення повітря між приміщенням та зовнішнім середовищем через вентиляційну установку. Навіть наявність системи фільтрації не захищає припливний повітропровід від поступового забруднення пилом, алергенами та іншими речовинами. Витяжна система може бути більш забрудненою, тому що повітря з приміщень не завжди підлягає фільтруванню. З часом це зменшує ефективність системи вентиляції та погіршує якість повітря.

Існують різні методи очищення від механічного видалення забруднень за допомогою щіток до професійного очищення із застосуванням спеціальних вакуумних установок та дезінфікуючих засобів. Такі роботи частіше всього роблять спеціалізовані компанії, які мають відповідний досвід та обладнання.

Періодичність очищення залежить від умов, в яких експлуатуються системи вентиляції. Для житлових приміщень такі роботи варто проводити кожні 5-10 років. Якщо система вентиляції промислового або комерційного призначення, то очищення може знадобитися значно частіше.

Також не слід забувати перевіряти стан повітровода, який з'єднує зовнішню решітку на вулиці та вентиляційну установку у приміщенні.

## 7.3. Перевірка роботи вентиляторів

Під час перевірки роботи вентиляторів звертають увагу на стан лопатей, підшипників, усіх рухомих частин та місця кріплення всіх елементів вентилятора. Підвищений шум при роботі, вібрація або постійні спрацьовування теплового захисту двигуна — це ознаки проблеми, яка може призвести до виходу з ладу та коштовного ремонту.

Тому у разі виявлення таких несправностей необхідно оперативно здійснити їх ремонт або заміну, щоб запобігти більш серйозним проблемам. Адже такі несправності можуть призвести до поломки інших важливих елементів системи, таких як нагрівач, рекуператор, або навіть до пошкодження електронних компонентів, що керують роботою вентиляції.

Це не тільки підвищує ризик аварійної зупинки всієї системи, але й може спричинити значно більші витрати на ремонт і відновлення, а також призвести до тривалих простоїв, що особливо критично для промислових або комерційних об'єктів.

### 7.4. Перевірка стану нагрівачів повітря та рекуператорів

Підігрівання повітря у системах припливної вентиляції відбувається за допомогою нагрівача та/або рекуператора. Вони забезпечують подавання свіжого повітря з постійною комфортною температурою у приміщення. Перевірка їх стану при сервісному обслуговуванні є необхідною частиною таких робіт.

При цьому перевіряється стан нагрівальних елементів на ознаки перегріву, корозії або механічних пошкоджень. Теплообмінники мають буди чистими від пилу та інших забруднень, це забезпечує їх ефективну роботу та знижує навантаження на вентилятори.

Термостати та датчики повинні правильно регулювати температуру нагріву, клапани повинні правильно відкриватися та закриватися.

### 7.5. Перевірка герметичності системи

Через деякий час після монтажу у системі вентиляції можуть виникнути витоки повітря через з’єднання повітроводів або інших елементів. Це може призвести до втрат енергії, зниження загальної продуктивності. Крім цього, такі витоки можуть стати причиною додаткового забруднення повітря ззовні, що може мати негативні наслідки для якості повітря у приміщеннях.

Тому важливо перевіряти систему на герметичність повітроводів та інших елементів. Слід звертати уваги на зміну тиску повітря та зменшення потоку повітря на окремих ділянках, появу сторонніх звуків, свистів та шуму. Якщо є підозри на появу втрат повітря, необхідно звернутись до фахівців для пошуку місць, де вони відбуваються.

Всі такі місця необхідно герметизувати або замінити пошкоджену ділянку. Це допоможе підтримувати стабільну роботу вентиляції з необхідною ефективністю [13].

## 7.6. Технічне обслуговування вогнезатримуючих та зворотних клапанів

Експлуатація клапанів усіх типів, періодичність і обсяг робіт технічного обслуговування повинні здійснюватись у відповідності до вимог технічних умов, паспортів та інструкцій заводів - виготовлювачів, які повинні зберігатися на весь час їх експлуатації. На кожний змонтований вогнезатримуючий клапан повинен бути складений приймальний акт. Технічне обслуговування клапанів, якими обладнані системи вентиляції повинно проводитись згідно з графіками виконання робіт та місцевими інструкціями, складеними з розрахунком вимог інструкцій заводів - виготовлювачів, технічної документації на системи вентиляції та з урахуванням місцевих умов експлуатації та на підставі досвіду експлуатації вентиляційних систем. Результати технічного обслуговування обов'язково заносяться до спеціального журналу або в журнал з експлуатації систем вентиляції.

Вогнезатримуючі пристрої повинні перевірятися у встановлені керівництвом підприємства терміни, але не рідше одного разу на півроку.

Дрібний або поточний ремонт зворотних та вогнезатримуючих клапанів повинен виконуватись згідно з умовами, паспортами та інструкціями заводів - виготовлювачів персоналом, який пройшов спеціальне навчання, склав іспити і отримав посвідчення на право ремонту. До цього виду ремонту повинно входити проведення регулювальних робіт, заміна або поновлення окремих вузлів і деталей.

У випадку необхідності капітального ремонту клапанів, він повинен здійснюватися на спеціалізованій дільниці підприємства або на спеціалізованому підприємстві з ремонту обладнання, яке має на це дозвіл органів Держнаглядохоронпраці.

Під час технічного обслуговування необхідно (у загальному плані):

- перевіряти зовнішній стан клапанів;
- перевіряти стан заземлення клапанів;

- перевіряти комплектність та правильність установлення;
- перевіряти елементи кріплення та герметичність ( візуально) їх з'єднання з повітроводами;
- перевіряти щільність прилягання клапанів у закритому стані;
- перевіряти відповідність положення заслінок (полотен) тому, що було визначене під час налагодження;
- змастити поворотні вузли, вузли тертя клапанів консистентним мастилом;
- перевіряти наявність забруднення та очистити внутрішню поверхню порожнини клапанів через спеціально передбачену знімну кришку.

У загальному плані строки та обсяги технічного обслуговування клапанів згідно з інструкцією з експлуатації такі:

- не рідше ніж один раз за зміну перевірити стан клапанів, стан заземлення клапанів, правильність установлення, елементи кріплення та герметичність (візуально) їх з'єднання з повітроводами, цілісність лакофарбового покриття тощо;
- не рідше ніж один раз у місяць перевірити цілісність кріплення латунних накладок на лопатках, наявність необхідного зазору між ребрами лопаток і стінками корпусу, вільний, без заїдань, поворот лопаток у підшипникових вузлах, наявність мастила і відсутність запилення та забруднення в підшипникових вузлах, відсутність сторонніх речей в середині корпусу клапана тощо;
- не рідше ніж один раз у три місяці перевірити можливість закриття та відкриття клапана за допомогою поворотної рукоятки, підойми та тросів при ручному управлінні, а також перевірити (візуально) справність легкоплавких частин замків ( при їх наявності), перевірити відповідність положення заслінок (полотен) тому, що було визначене під час налагодження, змастити поворотні вузли, вузли тертя клапанів консистентним мастилом;

- не рідше ніж один раз у півріччя перевірити роботу клапана на забезпечення вільного, без заїдань, повороту полотна і рівномірного прилягання площини полотна до поверхні упорів під час закриття клапана, перевірити наявність забруднення та очистити внутрішню поверхню порожнини клапанів через спеціально передбачену знімну кришку;
- не рідше ніж один раз у рік провести повну ревізію зворотних та вогнезатримуючих клапанів [14].

# РОЗДІЛ 8
# ОРГАНІЗАЦІЯ МОНТАЖНИХ РОБІТ

## 8.1. Підготовка об’єктів до монтажу систем мікроклімату

Роботи з монтажу систем мікроклімату можуть розпочатись, якщо об’єкт або його частина (захватка) мають певну будівельну готовність: на об’єкті (захватці) закінчені попередні робочі процеси відповідно до загальної технологічної послідовності спорудження будинку; підготовлені робочі місця; є вантажопідйомні механізми (крани, кран – балки, піднімачи, ліфти тощо); підготовлені місця складування ( в зоні дії вантажопідйомних механізмів), а також побутові і службові приміщення. готовність об’єкта до монтажу систем мікроклімату оформлюється актом.

До початку виконання монтажних робіт мають бути виконані наступні загально – будівельні роботи:

- у приміщеннях, що розташовані вище нульової відмітки наявні міжповерхові та горищне перекриття, сходові марші, перегородки, основи і фундаменти під сантехнічне обладнання;
- залишені або пробиті отвори, рівчаки для прокладання трубопроводів;
- залишені монтажні отвори в перекриттях та перегородках, які передбачені в ПВР для подавання великогабаритних вузлів і обладнання до місць монтажу ;
- встановлені в будівельних конструкціях закладні деталі для кріплення трубопроводів;
- виконана підготовка під покриття;
- виконані покриття підлог або смуги покриття підлог в місцях встановлення нагрівальних і санітарних приладів;
- засклені приміщення;

- очищені від будівельного сміття місця виконання робіт та забезпечений вільний доступ до них;
- спорудженні риштування, настили для роботи на висоті більше ніж 1,5 м;
- освітлені місця виконання робіт та передбачена можливість підключення на поверхах до електромереж електрифікованого інструменту [15].

## 8.2. Складання відомості об'єму робіт та визначення трудовитрат

Калькуляція витрат праці на монтаж систем опалення та вентиляції складається на підставі:

- КНУ Ресурсні елементні кошторисні норми на ремонтно будівельні роботи. Збірник 15 «Внутрішні санітарно – технічні роботи»;
- КНУ Ресурсні елементні кошторисні норми на ремонтно будівельні роботи. Збірник 18 «Опалення – внутрішнє обладнання»;
- КНУ Ресурсні елементні кошторисні норми на ремонтно будівельні роботи. Збірник 20 «Вентиляція та кондиціонування повітря»;

При цьому роботи групуються в потоки. По кожному потоку підраховується сумарна трудомісткість робіт. Результати розрахунків зводяться в таблиці 8.1.

Таблиця 8.1 - Виробнича калькуляція праці

| Обґрун-тування по ДБН | Роботи | Обсяг робіт | | Норма часу на 1 вим. один. люд-год. | Трудо-витрати на весь обсяг робіт люд.-год. | Трудов итрати, люд./ день |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Од. вим. | Кіл-кість | | | |
| ВЕНТИЛЯЦІЯ | | | | | | |
| 1. Установка камер припливних з камерою зрошення | | | | | | |
| 20-42-9 | Продуктивністю до 10 $м^3$/год | 1 шт. | 1 | 90,27 | 90,27 | 11,28 |
| 2. Установка камер припливних | | | | | | |
| 20-42-1 | Продуктивністю до 10 $м^3$/год | 1 шт. | 1 | 68,17 | 68,17 | 8,52 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3. Установка вентиляторів канальних | | | | | | |
| КР15-129-1 | Масою до 0,025 т | 1 шт. | 2 | 7,17 | 14,34 | 7,17 |
| 4. Установка глушників шуму | | | | | | |
| 20-27-7 | Пластинчастих | шт | 4 | 1,65 | 6,6 | 0,83 |
| 5. Прокладання повітроводів | | | | | | |
| 20-1-1 | Діаметром до 200 мм | 100 м$^2$ | 0,82 | 261,8 | 214,68 | |
| 20-1-4 | до 250 мм | 100 м$^2$ | 0,26 | 261,8 | 68,07 | |
| 20-1-5 | до 355 мм | 100 м$^2$ | 0,48 | 239,7 | 115,06 | |
| 20-1-6 | до 450 мм | 100 м$^2$ | 0,5 | 207,4 | 103,7 | |
| 20-1-7 | від 500 до 560 мм | 100 м$^2$ | 0,64 | 207,4 | 132,74 | |
| 20-1-3 | Периметром 800,1000 мм | 100 м$^2$ | 0,22 | 239,7 | 52,73 | |
| 20-1-10 | от 1100 до 1600 мм | 100 м$^2$ | 0,78 | 207,4 | 161,77 | |
| 20-1-12 | до 2400 мм | 100 м$^2$ | 0,18 | 126,14 | 22,71 | |
| | | | | РАЗОМ | 871,46 | 108,93 |
| 6. Установка повітророзподільників | | | | | | |
| 20-10-1 | Масою до 20 кг | 1 шт. | 20 | 2,07 | 41,4 | 5,17 |
| 7. Установка грат жалюзійних | | | | | | |
| 20-11-1 | Площа яких у світлі становить до 0,25 м2 | 1 шт. | 27 | 1,82 | 18,2 | |
| 20-11-2 | До 1 м2 | 1 шт | 32 | 2,36 | 75,52 | |
| | | | | РАЗОМ | 93,72 | 11,72 |
| 8. Установка клапанів протипожежних | | | | | | |
| КР15-123-3 | | 7 шт | 11 | 7,85 | 86,35 | 10,79 |
| 9. Улаштування вузлів проходу витяжних вентиляційних шахт | | | | | | |
| 20-24-1 | Діаметром патрубка до 250 мм | 10 вузлів | 0,6 | 43,86 | 26,32 | |
| 20-24-3 | До 560 мм | 10 вузлів | 0,3 | 56,78 | 17,03 | |
| | | | | РАЗОМ | 43,35 | 5,42 |
| 10. Установка над витяжними шахтами зонтів круглого перерізу | | | | | | |
| 20-20-1 | Діаметром 200 мм | 1 зонт | 3 | 0,61 | 1,83 | |
| 20-20-4 | Діаметром 400 мм | 1 зонт | 1 | 0,97 | 0,97 | |
| 20-20-6 | Діаметром 500 мм | 1 зонт | 2 | 1,31 | 2,62 | |
| 20-20-7 | Діаметром 630 мм | 1 зонт | 1 | 1,56 | 1,56 | |
| | | | | РАЗОМ | 6,98 | 0,87 |
| ОПАЛЕННЯ | | | | | | |
| 1. Установка радіаторів сталевих | | | | | | |
| 18-6-2 | | 100 кВт | 1,82 | 111,46 | 202,85 | 25,36 |
| 2. Установлення гребінок пароводорозподільних з труб сталевих | | | | | | |
| 15-97-1 | Зовнішній діаметр корпусу гребінки 108 мм | 1 гребінка | 3 | 12,94 | 38,82 | 4,85 |
| 3. Установка клапанів на трубопроводах | | | | | | |
| 15-20-2 | Від 25 до 50 мм | 100 шт | 0,39 | 277,15 | 108,09 | 13,51 |
| 4. Прокладання трубопроводів з труб поліетиленових напірних | | | | | | |
| 15-19-1 | Діаметром 20 мм | 100 м | 1,82 | 56,59 | 102,99 | |
| 15-19-2 | Діаметром 25 мм | 100 м | 2,74 | 59,06 | 161,82 | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 15-19-3 | Діаметром 32 мм | 100 м | 1,23 | 65,16 | 80,15 | |
| 15-19-4 | Діаметром 40 мм | 100 м | 1,66 | 69,39 | 115,19 | |
| 15-19-5 | Діаметром 50 мм | 100 м | 1,34 | 70,93 | 95,05 | |
| 15-19-6 | Діаметром 60 мм | 100 м | 0,55 | 74,68 | 41,07 | |
| | | | | РАЗОМ | 596,27 | 74,53 |

8.3. Монтаж системи опалення

В якості трубопроводів для систем опалення проєктом передбачено поліетиленові труби PEX. Робоча температура для труб 70°С, максимальна - 95°С, верхня межа тиску 0,6…1,0 МПа. Ці труби вкриті антидифузійним захистом (протидіє кисню повітря, який дифундує через стінки пластмасового трубопроводу і викликає корозію металевих елементів систем). Багатошарові труби мають значно менший від пластмасових коефіцієнт лінійного розширення. Ці труби постачаються бухтами завдовжки 50, 120 та 250 м. У процесі транспортування і складання вони мають лежати на рівній поверхні. А зберігатись повинні в затінених та неопалювальних приміщеннях.

З'єднання труб із зшитого поліетилену (PEX) виконується за допомогою спеціальних фітингів. Основними методами є:

- аксиальний (насувна гільза) — найнадійніший для прихованого монтажу;
- пресовий (обтискний);
- компресійний (цанговий);
- пуш-фітинги (push).

Основні види з'єднань відрізняються за технологією монтажу та необхідним інструментом:

1. Аксиальне з'єднання (Насувна гільза). Це найнадійніший метод, який забезпечує 100% герметичність без гумових ущільнювачів, що робить його ідеальним для замонолічування у стіни або підлогу.

Як працює: На трубу одягають гільзу, кінець труби розширюють спеціальним інструментом (розширювачем), вставляють штуцер фітинга, а потім

за допомогою аксиального преса насувають гільзу на місце з'єднання. PEX-труба має ефект «пам'яті» і щільно охоплює фітинг.

Інструменти: Експандер (розширювач) та аксиальні прес-кліщі.

2. Прес-фітинги (Обтискні)

Надійний метод, що фіксується за допомогою нерозбірної металевої гільзи.

Як працює: На штуцер фітинга одягають трубу, поверх якої розміщена нержавіюча гільза. Прес-кліщами гільза обтискається по колу.

Інструменти: Прес-кліщі (ручні або акумуляторні) з насадками відповідного діаметра.

Переваги: Висока надійність, підходить для прихованого монтажу (у стяжку).

3. Компресійні (Цангові) фітинги

Найпростіший варіант для самостійного монтажу, оскільки не потребує дорогого професійного інструменту.

Як працює: На трубу одягають гайку та розрізне кільце (цангу). Фітинг вставляють у трубу, а потім закручують гайку ключем, яка затискає кільце на стику.

Інструменти: Звичайні гайкові ключі.

Переваги та недоліки: Розбірне з'єднання. Але такі фітинги не рекомендується ховати в стіни чи підлогу (під стяжку), оскільки з часом вони можуть потребувати підтяжки або втратити герметичність.

4. Пуш-фітинги (Push-системи)

Найсучасніший спосіб швидкого з'єднання, що нагадує пневматичні системи.

Як працює: Труба просто і до упору вставляється у фітинг із внутрішнім замком. З'єднання фіксується автоматично без використання додаткових інструментів.

Переваги: Максимальна швидкість монтажу.

## 8.4. Монтаж систем вентиляції

**Повітрообробні агрегати** поставляються на об’єкт у зібраному вигляді або у вигляді окремих блоків і секцій. До початку їх монтажу готують горизонтальний майданчик у вигляді бетонної плити товщиною 100 мм. Для піднімання і горизонтального переміщення агрегатів у будівельних конструкціях передбачають монтажні прорізи і отвори.

В залежності від розміщення вентиляційної камери в межах будівлі обираються машини і механізми для монтажу вентиляційного обладнання. Для монтажу на нульовій позначці застосовуються автонавантажувачі; на відмітки вище нульової обладнання подається за допомогою автокранів або електричних лебідок і монтажно – тягових механізмів.

Повітропроводи переважно монтуються після закінчення основних будівельних робіт на об’єкті або захватці паралельно із встановленням вентиляційного обладнання. Перед початком монтажу повітропроводи поділяються на укрупнені вузли залежно від способу монтажу, маси деталей, вантажопідіймальності механізмів і місцевих умов, і встановлюють послідовність монтажу цих вузлів. Розмічають місця встановлення кріплень і перевіряють наявність закладних деталей, що передбачені проєктом. Способи і місця встановлення вантажопідіймальних механізмів передбачаються ПВР і погоджуються з генпідрядником.

Окремі ланки і елементи систем вентиляції (прямі ділянки, фасонні елементи, мережне обладнання) з’єднуються різними способами: фланцевим, безфланцевим, розтрубним, рейковим тощо.

Кріплення горизонтальних металевих повітропроводів передбачають на відстані до 4 м одне від одного, якщо діаметр круглого або розмір більшої сторони прямокутного повітропроводу менший за 400 мм, і на відстані 3 м, якщо розміри повітропроводу більші за 400 мм. Кріплення вертикальних металевих повітропроводів розташовуються з частотою до 4 м.

Повітропроводи мають бути закріплені так, щоб їхня маса не передавалась на вентиляційне обладнання. Хомути кріплень повинні щільно прилягати до повітропроводу.

Прямокутні повітропроводи периметром до 1000 мм підвішуються на кріпильних хомутах, а більше ніж 1000 мм – на траверсах. Хомути виготовляють із стрічкової сталі 25х2 і 30х3 мм. Тяги для підвішування повітропроводів виготовляють діаметром 10 і 12 мм з метричною різзю на обох кінцях. Довжина тяг не лімітується. Щоб змінювати довжини підвісок і тяг в невеликих межах використовують регульовані підвіски (талрепи).

Глибина закладання кронштейнів в стіни 250 … 510 мм. Відстань між горизонтальним повітропроводом та стіною або колонною становить 50 мм. Для кріплення повітропроводів використовують також кронштейни , що пристрілюються дюбелями до стін. Кріпити ізольовані повітропроводи необхідно згідно з проєктом, у якому повинні бути вказані конструкції опор і відстані між ними.

Вертикальна труба – кінцева ланка повітропроводу, призначена для видалення повітря в атмосферу або для всмоктування зовнішнього повітря. Роботи з монтажу вентиляційних труб повинні виконуватись ще до влаштування теплоізоляції покриття.

Вентиляційні труби висотою до 6 м і масою до 500 кг можуть бути встановлені за допомогою однієї лебідки в такій послідовності:

- збирають трубу з окремих елементів і прикріплюють до неї розтяжки;
- прикриплюють до покриття три розтяжки з чотирьох;
- до покриття прикріплюють монтажно – тяговий механізм;
- стропують трубу напівавтоматичним стропом;
- піднімають трубу і встановлюють у проєктне положення;
- прикріплюють четверту розтяжку і з’єднують нижній фланець труби з фланцем патрубка, що закріплений в стакані;
- перевіряють вертикальність труби і натягують розтяжки талрепами.

8.5. Техніко – економічні показники

Виконання монтажних робіт систем вентиляції:

- загальний об’єм робіт 389 м$^2$ повітропроводів;

- проєктна тривалість монтажних робіт Тс=21 день;

- трудомісткість робіт Q = 166 люд.-днів;

- виробіток у натуральних показниках L / Q = 389/166 = 2,34 м$^2$·люд /день.

- коефіцієнт використання робочої сили в часі:

$$k = \frac{R_{\max}}{R_{ср}} \qquad (7.1)$$

де $R_{ср}$ – середня кількість робітників:

$$R_{ср} = \frac{Q}{T} \qquad (7.2)$$

$$R_{ср} = \frac{166}{21} = 7 \text{ осіб}$$

$$k = \frac{8}{7} = 1{,}14$$

Монтажних робіт системи опалення:

- загальний об’єм робіт - 934 м.п. трубопроводів;

- проєктна тривалість робіт Тс=18 день;

- трудомісткість робіт Q = 112 люд.-днів;

- виробіток у натуральних показниках L / Q = 934/112 = 8,34 м.п.· люд/ день.

- середня кількість робітників $R_{ср} = \frac{112}{18} = 6$ осіб

- коефіцієнт використання робітників у часі $k = \frac{8}{6} = 1{,}33$

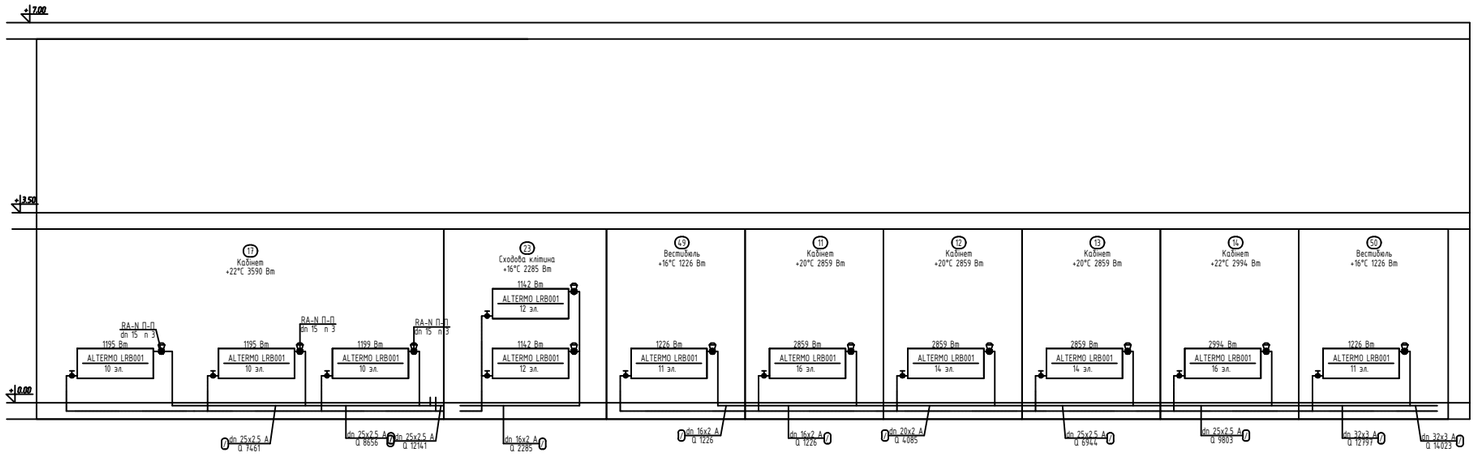
# ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

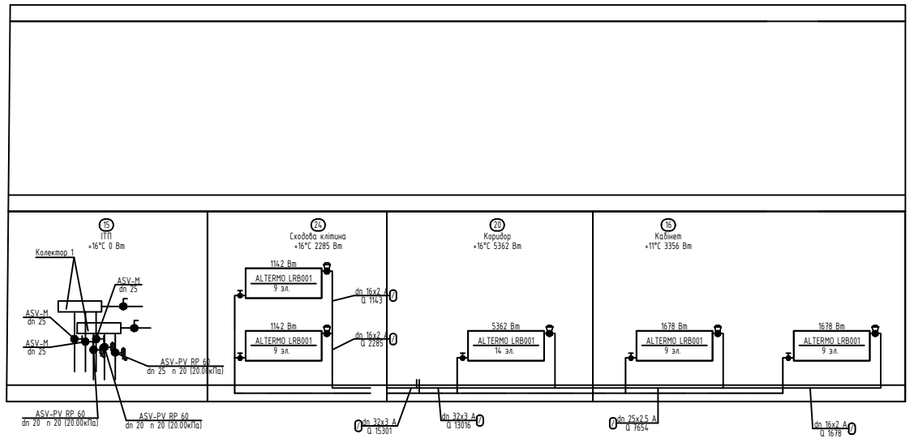

1. ДБН В. 2.5 – 67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування». – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово – комунального господарства України, 2013. – 113 с.
2. ДСТУ-Н Б В.1.1 – 27:2010 «Будівельна кліматологія». – К.: Мінрегіонбуд, 2010. – 123 с.
3. ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція будівель». – К. :Міністерство розвитку громад та територій, 2022. – 27 с.
4. Методичні вказівки «Визначення теплової потужності системи опалення» для студентів спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія.» (спеціалізація «Теплогазопостачання і вентиляція»)./ Уклад.: О.П.Любарець, М.П.Сенчук, В.О.Любарець. – К.: КНУБА, 2016. – 34с.
5. Зінич П.Л. Вентиляція громадських будівель :навчальний посібник Для студ. Вищ. Навч.закл. / П.Л. Зінич; Київськ. Нац.. ун-т буд-ва і архіт. – К.: 2002, 255 с.
6. ДБН В.2.2 – 23:2009 «Підприємства торгівлі». – К.: Мінрегіонбуд, 2009. – 48 с.
7. ДБН В.2.2-9-2009 «Громадські будівлі та споруди». – К : Мінрегіонбуд, 2009. - 51 с.
8. Аеродинамічний розрахунок повітроводів / уклад.: Мілейковський В.О., Вахула В. Р. – Київ: КНУБА, 2024. – 60 с.
9. Мікропроцесорні засоби та програмні продукти у галузі автоматизації і управління. URL: http://www.raut-automatic.kiev.ua/snyato-ua/aeroclim-10-sv-ua.html
10. Інженерні рішення з охорони праці при розробці дипломних проектів інженерно – будівельних спеціальностей: Навчальний посібник. – К. : Основа, 2000 – 336 с.
11. ДБН В.2.5 – 28 : 2018 «Природне і штучне освітлення» - К.: Мінрегіон,2018. – 137 с.

12. Сервісне обслуговування систем вентиляції офісу. URL: https://ventbazar.ua/uk/blog/servisnoe-obsluzhivanie-sistemy-ventilyatsii-ofisa/
13. Обслуговування систем вентиляції: як це робити правильно? URL: https://vents-shop.com.ua/statti-pro-ventilyaciyu-uk/poradi-z-obslugovuvannya-sistem-ventilyacii/?srsltid=AfmBOopNlI2brG30II7i-UjZLv5RaFU5fekpDVAtWjcJUPZbbZ4k7-GT
14. Технічне обслуговування систем вентиляції. URL: https://forca.com.ua/knigi/pravila/sistemi-ventilyaciyi-virobnichih-ob-ektiv-dk-ukrtransgaz_4.html
15. Жуковський С.С., Кінаш Р.І. Технологія заготівельних та спеціальних монтажних робіт: Навч.пос. для студентів вищих навчальних закладів освіти спеціальності 7.092108 «Теплогазопостачання і вентиляія». – Львів: видавництво науково – технічної літератури, 1999. – 448 с.
16. КНУ Ресурсні елементні кошторисні норми на ремонтно будівельні роботи. Збірник 15 «Внутрішні санітарно – технічні роботи» - К. :Міністерство розвитку громад та територій, 2021. – 141 с.
17. КНУ Ресурсні елементні кошторисні норми на ремонтно будівельні роботи. Збірник 18 «Опалення – внутрішнє обладнання» - К. :Міністерство розвитку громад та територій, 2021. – 53 с.
18. КНУ Ресурсні елементні кошторисні норми на ремонтно будівельні роботи. Збірник 20 «Вентиляція та кондиціонування» - К. :Міністерство розвитку громад та територій, 2021. – 147 с.

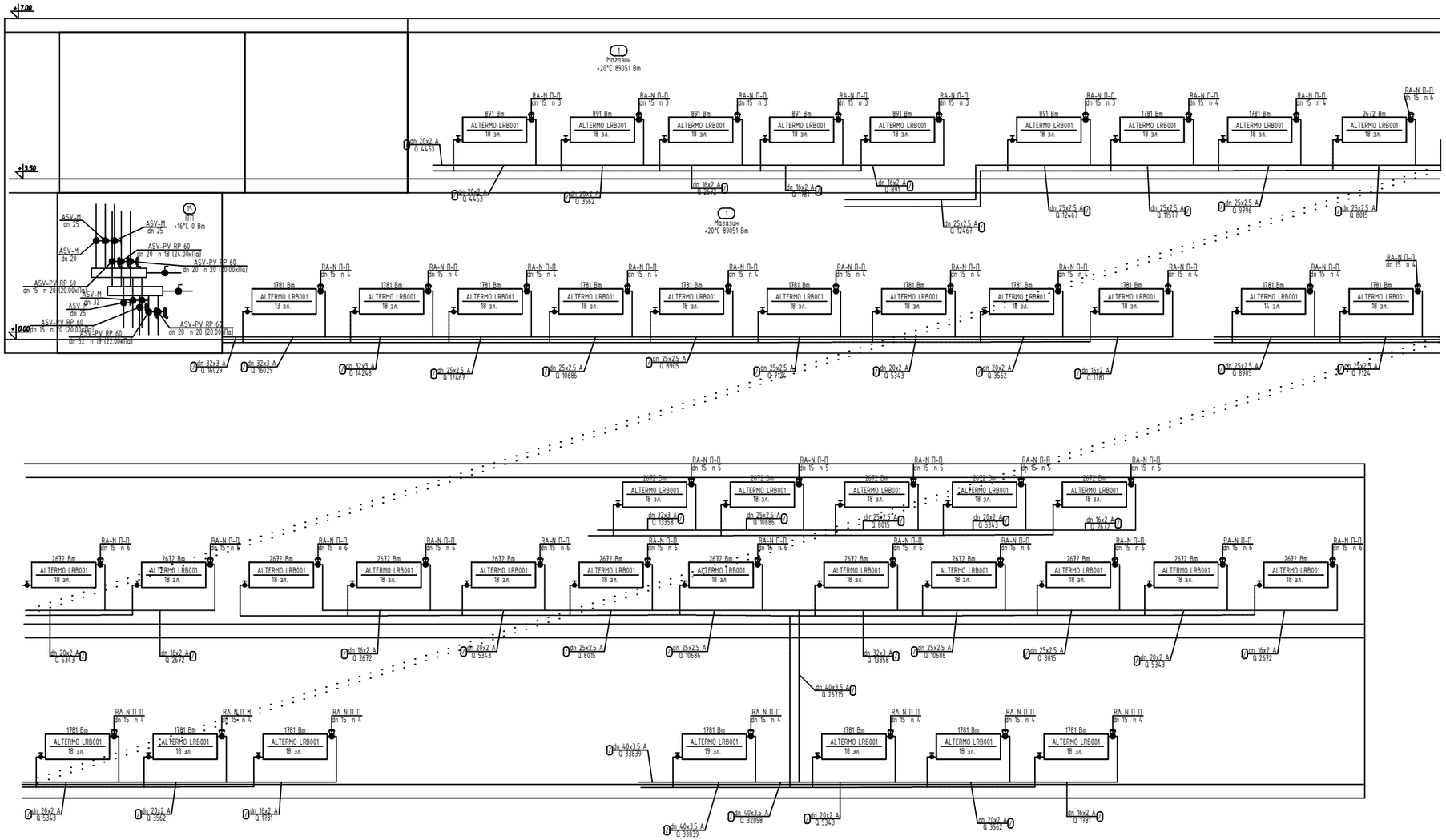
ДОДАТОК А

# РОЗРАХУНОКВА СХЕМА СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ 1



# РОЗРАХУНОКВА СХЕМА СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ 2



# РОЗРАХУНОКВА СХЕМА СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ 3

