КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет інженерних систем і екології

Кафедра теплогазопостачання і вентиляції

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

на тему:

ОПАЛЕННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЯ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ 2 – ПОВЕРХОВОЇ ОФІСНОЇ БУДІВЛІ У М. КРЕМЕНЧУК

КАСІЯНЕНКО СВЯТОСЛАВ МИХАЙЛОВИЧ

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

Київ 2026 р.

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет інженерних систем і екології

Кафедра теплогазопостачання і вентиляції

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Д.е.н., професор Предун К.М.

«___» _____20___ р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

на тему:

ОПАЛЕННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЯ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ 2 – ПОВЕРХОВОЇ ОФІСНОЇ БУДІВЛІ У М. КРЕМЕНЧУК

Виконав студент групи ТВС-23

Спеціальність: будівництво та цивільна інженерія

Спеціалізація: теплогазопостачання і вентиляція

Касіяненко Святослав Михайлович
(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

КАСІЯНЕНКО СВЯТОСЛАВ МИХАЙЛОВИЧ
(прізвище, ім'я та по батькові студента)

1. Тема роботи «Опалення, вентиляція та кондиціонування повітря 2 – поверхової офісної будівлі у м. Кременчук»
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.Опалення

Розділ 3. Вентиляція і кондиціонування

Розділ 4.Автоматика

Розділ 5. Енергозбереження

Розділ 6. Організація будівельно – монтажних робіт

Розділ 7. Охорона праці

5. Графічний матеріал за розділами

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

Розділ 3. Листи 1,2,3,4,5 (по поверхові плани будівлі з нанесенням систем вентиляції і кондиціонування, схеми систем вентиляції та кондиціонування)

Розділ 6. Лист 6 (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. Опалення	
Розділ 3. Вентиляція і кондиціонування	
Розділ 4. Автоматика	
Розділ 5. Енергозбереження	
Розділ 6. Організація будівельно – монтажних робіт	
Розділ 7. Охорона праці	
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 4	Соболевська Л.Г.		
Розділ 6	Сенчук М.П.		
Розділ 7	Клімова І.В.		

9. Дата видачі завдання_____

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

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

Студент _____ Касіяненко С.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

<table>
<tr><td colspan="2">РЕЗЮМЕ (summary)
до атестаційної випускної роботи студента:</td><td colspan="5">Касіяненко Святослав Михайлович</td></tr>
<tr><td>Заклад вищої освіти</td><td colspan="6">Київський національний університет будівництва і архітектури</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Тема АРБ</td><td colspan="6">Опалення, вентиляція та кондиціонування повітря 2 – поверхової офісної будівлі у м. Кременчук</td></tr>
<tr><td colspan="6">Heating, ventilation and air conditioning of a 2-story office building in Kremenchuk</td></tr>
<tr><td>Освітній ступень</td><td colspan="6">Бакалавр</td></tr>
<tr><td>Факультет</td><td colspan="6">Факультет інженерних систем та екології</td></tr>
<tr><td>Кафедра</td><td colspan="6">Теплогазопостачання та вентиляції</td></tr>
<tr><td>Спеціальність</td><td colspan="6">Будівництво та цивільна інженерія</td></tr>
<tr><td>Спеціалізація</td><td colspan="6">Теплогазопостачання та вентиляції</td></tr>
<tr><td>Керівник</td><td colspan="6">Ваколюк Анатолій Степанович, к.т.н., доцент</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Обсяг роботи:</td><td colspan="4">Пояснювальна записка</td><td colspan="2" rowspan="2">Креслень формату А1</td></tr>
<tr><td>сторінок</td><td>розділів</td><td>таблиць</td><td>рисунків</td></tr>
<tr><td>85</td><td>7</td><td>17</td><td>15</td><td>6</td></tr>
<tr><td>Розділ 1</td><td colspan="6">Загальні дані</td></tr>
<tr><td>Розділ 2</td><td colspan="6">Опалення</td></tr>
<tr><td>Розділ 3</td><td colspan="6">Вентиляція і кондиціонування</td></tr>
<tr><td>Розділ 4</td><td colspan="6">Автоматика</td></tr>
<tr><td>Розділ 5</td><td colspan="6">Енергозбереження</td></tr>
<tr><td>Розділ 6</td><td colspan="6">Організація будівельно – монтажних робіт</td></tr>
<tr><td>Розділ 7</td><td colspan="6">Охорона праці</td></tr>
<tr><td>Висновки по роботі:</td><td colspan="6">Запроєктована повітряна та водяна система опалення з насосною циркуляцією, система припливно – витяжної механічної вентиляції, система кондиціонування типу «чилер – фанкойл». Наведена схема автоматизації припливно – витяжної установки, охорони праці при проведенні монтажних робіт, розглянуто питання енергозбереження в системах мікроклімату, складено календарний графік виконання монтажу систем мікроклімату.</td></tr>
<tr><td colspan="7">ключові слова: опалення, вентиляція, кондиціонування, принципова схема автоматики, охорона праці, календарний графік
Keywords: heating, ventilation, air conditioning, schematic diagram of automation, occupational safety, calendar schedule</td></tr>
</table>

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

Студент _____ Касіяненко С.М.
(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. Вибір розрахункових параметрів зовнішнього повітря……

1.2.2. Вибір розрахункових параметрів внутрішнього повітря…….

РОЗДІЛ 2. ОПАЛЕННЯ

2.1. Визначення теплової потужності системи опалення приміщень……

2.2. Прийнята система опалення……

2.3. Підбір радіаторів…….

2.4. Гідравлічний розрахунок трубопроводів системи опалення з використанням фанкойлів…….

2.5. Розрахунок і підбір повітряно – теплової завіси……..

РОЗДІЛ 3. ВЕНТИЛЯЦІЯ І КОНДИЦІОНУВАННЯ

3.1. Розробка систем вентиляції

3.1.1. Розрахунок повітрообміну в офісних приміщеннях ……

3.1.2. Розрахунок повітрообмінів в допоміжних приміщеннях……

3.1.3. Організація повітрообміну в офісних приміщеннях……

3.1.4. Аеродинамічний розрахунок системи ПВ1……..

3.1.5. Вибір устаткування системи ПВ1……..

3.2. Розробка системи кондиціонування

3.2.1. Розрахунок теплонадходжень від людей……..

3.2.2. Розрахунок теплонадходжень від джерел штучного освітлення……

3.2.3. Розрахунок теплонадходжень від сонячної радіації……

3.2.4. Розрахунок теплонадходжень від технологічного обладнання……..

3.2.5. Характеристика системи кондиціонування……..

3.2.6. Підбір основного обладнання системи кондиціонування – фанкойлів та чилера……

РОЗДІЛ 4. АВТОМАТИКА

4.1. Функціональне призначення інтелектуальних систем автоматики…….

4.2. Основні функції……

4.3. Принципова схема автоматики припливно – витяжної установки з роторнім рекуператором та рідинним повітронагрівачем……..

РОЗДІЛ 5. ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

5.1. Заходи, спрямовані на скорочення енергоспоживання в системах вентиляції……..

5.2. Рекуператори теплоти як заходи з енергозбереження……...

5.3. VAV – системи вентиляції як один із заходів енергозбереження ……..

РОЗДІЛ 6. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНО – МОНТАЖНИХ РОБІТ

6.1. Календарне планування монтажу систем ТГПіВ……..

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

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

6.3.1. Монтажне проєктування систем мікроклімату……

6.3.2. Основні принципи монтажу систем мікроклімату……..

6.3.3. Передмонтажна ревізія обладнання та трубопроводів……

6.4. Техніко – економічні показники

РОЗДІЛ 7. ОХОРОНА ПРАЦІ

7.1. Шкідливі виробничі фактори

7.1.1. Шум……

7.1.2. Вібрація…….

7.1.3. Ультрафіолетове випромінювання…….

7.1.4. Дія шкідливих речовин……

7.2. Методи захисту від вібрацій……

7.3. Індивідуальні засоби захисту від шуму…….

7.4. Індивідуальні засоби захисту органів дихання…….

7.5. Розрахунок конструктивних елементів приставних драбин з площадкою….
ЛІТЕРАТУРА……
ДОДАТОК А…….

ВСТУП

Мікроклімат (метеорологічні умови) середовища, тривалий час перебувають люди, суттєво впливає на стан організму працівника, його працездатність протягом робочого дня, зміни. Показники температури , відносної вологості, швидкості руху повітря, теплового випромінювання нагрітих поверхонь характеризують клімат внутрішнього середовища приміщення.

В процесі трудової діяльності людина перебуває у тепловій взаємодії з середовищем, у якому знаходиться. За оптимальних мікрокліматичних умов в організмі людини, завдяки терморегуляції, підтримується постійна температура тіла (36,6 С). Кількість тепла, що утворюється в організмі людини, залежить від його фізичного навантаження, а рівень тепловіддачі – від мікрокліматичних умов середовища. Віддача тепла здійснюється за допомогою випромінювання та випаровування вологи з поверхні шкіри. Чим нижча температура повітря і більша швидкість його руху, тим більше тепла віддається організмом. При високій температурі повітря значна частина тепла втрачається випаровуванням. Разом з потом організм втрачає воду, вітаміни, мінеральні солі. Таким чином, внаслідок зневоднювання, порушується обмін речовин.

Вологість повітря істотно впливає на самопочуття та працездатність. Через високу вологість зменшується віддача тепла за допомогою випаровування. Зниження вологості покращує процес тепловіддачі. Однак, і надто низька вологість викликає висихання слизових оболонок дихальних шляхів. У відповідності до ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень», фізіологічно оптимальна відносна вологість становить 40-60%, допустиме значення не більше 75%.

Від швидкості руху повітря у приміщенні залежить тепловіддача з поверхні шкіри. Підвищення швидкості повітря при низьких температурах викликає його переохолодження. Різкі коливання температури в приміщенні, яке продувається холодним повітрям (протягом), значно порушують терморегуляцію організму і можуть викликати простудні захворювання. Можливості організму пристосовуватись до метеорологічних умов значні, однак не безмежні.

Верхньою межею терморегуляції людини, що знаходиться у стані спокою, прийнято вважати 30–31°С при відносній вологості 85% або 40 С при відносній вологості 30%. При виконанні важкої фізичної праці ця межа значно нижча, рівновага (комфортні умови) зберігається при температурі повітря 12–14 °С.

Завдання роботодавця, для збереження здоров'я працюючих, створити на робочому місці оптимальні, або допустимі мікрокліматичні умови. Оптимальні — це комплекс мікрокліматичних чинників, які в умовах тривалої та систематичної дії на людину створюють комфортні теплові відчуття та збереження нормального теплового стану організму без напруження механізмів терморегуляції. Допустимі мікрокліматичні умови – комплекс мікрокліматичних чинників, які в умовах тривалої та систематичної дії на людину можуть викликати дискомфортні відчуття та зміни теплового стану організму, однак вони швидко минають і нормалізуються за рахунок напруження механізмів терморегуляції в межах фізіологічних пристосувальних можливостей.

Комфортне самопочуття працюючого забезпечується відповідним співвідношенням температури, відносної вологості і швидкості руху повітря.

РОЗДІЛ 1
ЗАГАЛЬНІ ДАНІ

1.1. Характеристика об’єкта

Для розробки систем мікроклімату (опалення, вентиляції та кондиціонування) обрано 2 – поверхову офісну будівлю в м. Кременчук. Переважну більшість приміщень складають офісні приміщенні. Також в межах поверхів знаходяться приміщення технічного призначення, санвузли, зала нарад, актова зала.

Для компенсації втрат теплоти в холодний період року заплановано проєктування системи опалення, для охолодження повітря в теплий період року до комфортних температурних показників - проектування системи кондиціонування, а для асиміляції надлишків теплоти і вологи цілорічно – система вентиляції.

1.2. Вибір розрахункових параметрів повітря

1.2.1. Вибір розрахункових параметрів зовнішнього повітря

Розрахункові параметри зовнішнього повітря для розробки систем мікроклімату обираються за [1] у відповідності до рекомендацій, наведених у [2]. Результати наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Розрахункові параметри зовнішнього повітря

Період року	Опалення та вентиляція		Кондиціонування	
	Температура ºС	Ентальпія кДж/кг	Температура ºС	Ентальпія кДж/кг
Теплий	+25	+54,7	+29	+26,5
Холодний	-23	-22,2	-23	-22,2

1.2.2. Вибір розрахункових параметрів внутрішнього повітря

До параметрів внутрішнього повітря відносяться: температура, відносна вологість та швидкість руху повітря. Вони обираються у відповідності до вимог, наведених у [2] і подані в таблиці 1.2.

Температура повітря в робочій зоні:

- теплий період $t_{wz}^{T} = 24^{o}C$;

- холодний період $t_{wz}^{X} = 20^{o}C$.

Температура припливного повітря:

- теплий період $t_{in}^{T} = 22\ ^{o}C$;

- холодний період,^{0}C:

$$t_{in}^{X} = t_{wz}^{X} - \Delta t \qquad (1.1)$$

$$t_{in}^{X} = 20 - 2 = 18^{o}C$$

де Δt- припустима різниця температур, Δt= 2 ^{o}C.

Температура видаляємого повітря,^{0}C, розраховується за рівнянням:

$$t_{l} = t_{wz} + gradt(H - h_{рз}) \qquad (1.2)$$

де *grad t* –градієнт температур;

H – висота приміщення, м; H=3 м;

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

- теплий період: $t_{l} = 24 + 1(3 - 2) = 25^{o}C$

- холодний період: $t_{l} = 20 + 0{,}5(3 - 2) = 20{,}5^{0}C$

Таблиця 1.2 – Розрахункові параметри внутрішнього повітря

Період року	Температура в робочій зоні, °С	Швидкість руху повітря в робочій зоні, м/с	Відносна вологість у робочій зоні, %	Температура припливного повітря, °С	Температура повітря, що видаляється, °С
Теплий	24	0,5	65	22	25
Холодний	20	0,2	45	18	20

РОЗДІЛ 2
ОПАЛЕННЯ

2.1. Визначення теплової потужності системи опалення приміщень

Визначення теплової потужності системи опалення приміщень виконується за методикою, наведеною в [3].

Трансмісійні втрати теплоти приміщення, Вт, визначаються за рівнянням:

$$\Phi_{T,i} = \Sigma_k f_k \cdot A_k \cdot U_k \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e), \qquad (2.1)$$

де f_k – поправочний температурний коефіцієнт для k-будівельного огородження, що враховує додаткові тепловтрати через мости холоду ;

A_k – площа теплопередачі k-ї будівельної конструкції огороджень приміщення, м^2;

U_k – коефіцієнт передачі теплоти від внутрішнього повітря через k-ту будівельну конструкцію огородження приміщення до зовнішнього середовища, Вт/м^2·°С.

При виконанні розрахунку приймається, що фактичні значення опорів теплопередачі огороджувальних конструкцій дорівнюють або перевищують мінімально припустиме значення для І кліматичної зони, до якої належить м. Кременчук, у відповідності до [4]:

- зовнішні стіни $R_{ЗС}$=4,33 (м^2·°К)/Вт;
- горищне перекриття неопалювального горища $R_{ГП}$=7 (м^2·°К)/Вт;
- перекриття над підвалом, що опалюється $R_{ПЛ}$=5 (м^2·°К)/Вт;
- вікна $R_{В}$=0,9 (м^2·°К)/Вт;
- зовнішні двері $R_{ЗД}$=0,9 (м^2·°К)/Вт.

Вентиляційних втрат теплоти приміщення, Вт, визначаються за рівнянням:

$$\Phi_{V,i} = 0{,}34 \cdot V_{min,i} \cdot (\theta_{int,i} - \theta_e), \qquad (2.2)$$

де $V_{min,i}$ – мінімальна кількість зовнішнього повітря, яка подається до приміщення, у відповідності до національними гігієнічних вимог, м^3/год:

$$V_{min,i} = n_{min} \cdot v_i \ , \qquad (2.3)$$

де n_{min} – мінімальна кратність повітрообміну за санітарно-гігієнічними вимогами [3].

Теплова потужність системи опалення приміщення, Вт, визначається як:

$$\Phi_{HL,i} = \Phi_i + \Phi_{RH,i} + \Phi_{Q,i}, \qquad (2.4)$$

Розрахунок виконується в табличній формі.

Результати розрахунку наведені в таблиці 2.1.

2.2. Прийнята система опалення

В офісній будівлі проектним рішенням прийняті системи опалення з використанням канальних та касетних фанкойлів, а також радіаторна система опалення.

Опалення за допомогою фанкойлів реалізовано в офісних приміщеннях. Фанкойли передбачено встановлювати під підшивною стелею. В цій системі параметри гарячої води дорівнюють 45/40ºС. Такі температурні показники теплоносій набуває у спеціальному вузлі А, розміщеному в підвальному приміщенні будівлі. Туди теплоносій з параметрами 80/60ºС надходить від основного джерела теплоти – дахової котельні. Ці ж самі фанкойли в теплий період року використовуються як елемент системи кондиціонування для охолодження повітря в приміщенні.

Опалення вестибюля так само здійснюється за допомогою фанкойлів, які розміщені в конструкції підлоги. Вони працюють параметрами теплоносія 80/60°С.

Опалення сходових клітин, санвузлів, приміщень технічного призначення реалізовано за допомогою радіаторів.

Таблиця 2.1 – Теплова потужність системи опалення приміщень

Приміщення			Огороджувальна конструкція					Теплові мости													
№ Приміщення/Найменування	Площа приміщення, A_i, м^2	Температура, $\Theta_{int,i}$, °С	Позначення	Довжина, a, м	Ширина (висота), b(h), м	Площа, $A_к$, м^2	Коефіцієнт теплопередачі, U_k, Вт/м^2*°С	Поправочний коефіцієнт додаткових тепловтрат, $e_к$	Коефіцієнт теплопередачі теплового мосту, ψ_l, Вт/(м·°С)	Довжина теплового мосту, l, м	Поправочний коефіцієнт додаткових тепловтрат, e_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-гігієничний повітрообмін в приміщенні, $V_{min,i}$, м^3/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
Поверх на відм. 0.000																						
2	263,1	16	ЗС	16	6,6	102,96	0,231	1	0	-	1	-	-	23,78	-	4674	680	231	6007	2631	2043	8050
Вестибюль			ЗС	18	6,6	119,46	0,231	1	0	-	1	-	-	27,59	-							
			В	9,4	5,00	47,00	1,111	1	0	-	1	-	-	52,22								
			В	9,40	5,00	47,00	1,111	1	0	-	1	-	-	52,22	-							
			Д	1,40	2,00	2,80	1,111	1	0	-	1	-	-	3,11								
														155,81								

3	25,19	20	ЗС	4,7	3,3	15,444	0,231	1	0	-	1	-	-	3,57	-	532	83	28	1244	252	-169	1075
Кабінет керівника			В	2,84	2,70	7,67	1,111	1	0	-	1	-	-	8,52	-							
														12,09								
4	18,12	20	ЗС	3,6	3,3	11,946	0,231	1	0	-	1	-	-	2,76	-	1138	60	20	569	181	956	1526
Кабінет нач.відділу			ЗС	6,1	3,3	20,13	0,231	1	0	-	1	-	-	4,65	-							
			В	1,9	2,7	5,022	1,111	1	0	-	1	-	-	5,58	-							
			В	4,70	2,70	12,69	1,111	1	0	-	1	-	-	14,10	-							
														27,09								
5	100,9	20	ЗС	14	3,3	46,2	0,231	1	0	-	1	-	-	10,67	-	1633	333	113	4755	1009	624	5378
Офісне приміщення			В	9,40	2,70	25,38	1,111	1	0	-	1	-	-	28,20	-							
														38,87								
6	42,3	20	ЗС	6	3,3	19,8	0,231	1	0	-	1	-	-	4,57	-	523	140	47	1993	423	100	2094
Офісне приміщення			В	2,63	2,70	7,10	1,111	1	0	-	1	-	-	7,89	-							
														12,46								
7	44,53	20	ЗС	5,4	3,3	17,82	0,231	1	0	-	1	-	-	4,12	-	589	147	50	2098	445	143	2242
Офісне приміщення			В	3,30	2,70	8,91	1,111	1	0	-	1	-	-	9,90	-							
														14,02								

8	43,3	20	ЗС	5,4	3,3	17,82	0,231	1	0	-	1	-	-	4,12	-	589	143	49	2040	433	156	2196
Офісне приміщення			В	3,30	2,70	8,91	1,111	1	0	-	1	-	-	9,90	-							
														14,02								
10	16,45	14	ЗС	6,7	16,5	110,55	0,231	1	0	-	1	-	-	25,53	-	1793	271	92	3138	165	1628	4766
СК №1			ЗС	3,1	16,6	51,46	0,231	1	0	-	1	-	-	11,88	-							
			В	1	8	8	1,111	1	0	-	1	-	-	8,89	-							
			Д	1,2	2,2	2,64	1,111	1	0	-	1	-	-	2,93	-							
			ДП	3,7	6,7	24,79	0,141	1	0	-	1	-	-	3,49	-							
														52,73								
11	10,94	22	ЗС	4,6	3,3	15,18	0,231	1	0	-	1	-	-	3,51	-	247	36	12	540	109	137	677
СВ			В	1,26	1,50	1,89	1,111	1	0	-	1	-	-	2,10	-							
														5,61								
12	3,77	14	ЗС	1,7	3,3	5,511	0,231	1	0	-	1	-	-	1,27	-	96	12	4	152	38	59	211
ТП			В	0,63	2,00	1,26	1,111	1	0	-	1	-	-	1,40	-							
														2,67								
16	41,63	20	ЗС	5,4	3,3	17,82	0,231	1	0	-	1	-	-	4,12	-	589	137	47	1962	416	172	2134
Офісне приміщення			В	3,30	2,70	8,91	1,111	1	0	-	1	-	-	9,90	-							
														14,02								
17	42,3	20	ЗС	6	3,3	19,8	0,231	1	0	-	1	-	-	4,57	-	872	140	47	1993	423	449	2443
Офісне приміщення			В	5,40	2,70	14,58	1,111	1	0	-	1	-	-	16,20	-							
														20,77								
19	28,53	20	ЗС	5	3,3	16,5	0,231	1	0	-	1	-	-	3,81	-	491	94	32	1344	285	206	1551
Офісне приміщення			В	2,63	2,70	7,10	1,111	1	0	-	1	-	-	7,89	-							
														11,70								

21	17,52	20	ЗС	2,6	3,3	8,58	0,231	1	0	-	1	-	-	1,98	-	83	58	20	826	175	-92	734
Охорона														1,98								
Поверх на відм. 3.300																						
1	15,25	20	ЗС	2,6	3,3	8,58	0,231	1	0	-	1	-	-	1,98	-	326	50	17	719	153	174	893
Кабінет нач. Відділу			В	1,93	2,70	5,21	1,111	1	0	-	1	-	-	5,79	-							
														7,77								
2	34,58	20	ЗС	6,4	3,3	20,955	0,231	1	0	-	1	-	-	4,84	-	535	114	39	1630	346	189	1818
Офісне приміщення			В	2,63	2,70	7,10	1,111	1	0	-	1	-	-	7,89	-							
														12,73								
3	56,2	20	ЗС	10	3,3	34,155	0,231	1	0	-	1	-	-	7,89	-	1002	185	63	2648	562	440	3088
Офісне приміщення			В	5,32	2,70	14,36	1,111	1	0	-	1	-	-	15,96	-							
														23,85								
4	65,95	20	ЗС	12	3,3	39,6	0,231	1	0	-	1	-	-	9,15	-	1569	218	74	3108	660	909	4017
Офісне приміщення			В	9,40	2,70	25,38	1,111	1	0	-	1	-	-	28,20	-							
														37,35								

5	49,51	20	ЗС	8,3	3,3	27,39	0,231	1	0	-	1	-	-	6,33	-	1665	163	56	2333	495	1169	3503
Офісне приміщення			ЗС	6,7	3,3	22,11	0,231	1	0	-	1	-	-	5,11								
			В	4,7	2,7	12,69	1,111	1	0	-	1	-	-	14,10								
			В	4,7	2,70	12,69	1,111	1	0	-	1	-	-	14,10	-							
														39,63								
10	19,45	20	ЗС	4,3	3,3	14,19	0,231	1	0	-	1	-	-	3,28	-	469	64	22	917	195	275	1191
Госп. відділ			В	2,63	2,70	7,10	1,111	1	0	-	1	-	-	7,89	-							
														11,17								
13	17,28	18	ЗС	6,6	3,3	21,78	0,231	1	0	-	1	-	-	5,03	-	597	57	19	776	173	424	1200
Служб. прим.			В	3,30	2,70	8,91	1,111	1	0	-	1	-	-	9,90	-							
														14,93								
14	14,35	20	ЗС	3,2	3,3	10,56	0,231	1	0	-	1	-	-	2,44	-	245	47	16	676	144	101	778
Кімната нарад			В	1,13	2,70	3,05	1,111	1	0	-	1	-	-	3,39	-							
														5,83								
15	15,18	20	ЗС	3,4	3,3	11,22	0,231	1	0	-	1	-	-	2,59	-	353	50	17	715	152	201	917
Кабінет			В	1,94	2,70	5,24	1,111	1	0	-	1	-	-	5,82	-							
														8,41								
17	10,94	22	ЗС	4,6	3,3	15,18	0,231	1	0	-	1	-	-	3,51	-	321	36	12	540	109	211	751
СВ			В	1,26	2,70	3,40	1,111	1	0	-	1	-	-	3,78	-							
														7,29								
18	3,77	16	ЗС	1,7	3,3	5,511	0,231	1	0	-	1	-	-	1,27	-	102	12	4	161	38	64	225
ТП			В	0,63	2,00	1,26	1,111	1	0	-	1	-	-	1,40	-							
														2,67								
19	4,32	16	ЗС	1,7	3,3	5,511	0,231	1	0	-	1	-	-	1,27	-	102	14	5	184	43	58	243
ТП			В	0,63	2,00	1,26	1,111	1	0	-	1	-	-	1,40	-							
														2,67								

22	10,94	22	ЗС	4,6	3,3	15,18	0,231	1	0	-	1	-	-	3,51	-	321	36	12	540	109	211	751
СВ			В	1,26	2,70	3,40	1,111	1	0	-	1	-	-	3,78	-							
														7,29								

2.3. Підбір радіаторів

Підбір фанкойлів буде виконано в розділі «Вентиляція і кондиціонування» з урахуванням холодильної потужності приміщень, так проєктом передбачено, що влітку фанкойли є частиною системи кондиціонування «чилер – фанкойл» і працюють на охолодження повітря в приміщеннях, а взимку – частиною системи опалення і використовуються для підігрівання внутрішнього повітря до комфортних показників.

В якості радіаторів, які використовуються в системі опалення сходових клітин, санвузлів, приміщень технічного призначення використовуються сталеві панельні радіатори «Purmo» [5]. Дані опалювальні прилади можуть використовуватись як для однотрубних, так і для двотрубних систем опалення з насосною циркуляцією теплоносія. В якості останнього може використовуватись вода або водний розчин з температурою до 110°С.

Теплова потужність опалювальних приладів не повинна бути меншою за розраховану теплову потужність системи опалення приміщення.

Результати підбору радіаторів та їх кількість наведені у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Вибір кількості та тип радіаторів

№ на плані	Найменування приміщення	Теплова потужність СО, $Q_{СО}$, Вт	Типорозмір радіатора	Кількість приладів у приміщенні, шт
Поверх на відм. 0,000				
2	Вестибюль	8068	FWV03	4
10	Сходова клітина	4766	C22 700x500	5
11	Санвузол	677	C22 700x500	1
12	Технічне приміщення	268	C22 500x500	1
13	Технічне приміщення	211	C22 500x500	1
14	Санвузол	747	C22 700x500	1
15	Сходова клітина	2843	C22 700x500	5
Поверх на відм.+3,300				
17	Санвузол	751	C22 700x500	1
18	Технічне приміщення	225	C22 500x500	1
19	Технічне приміщення	243	C22 500x500	1
22	Санвузол	751	C22 700x500	1

2.4. Гідравлічний розрахунок трубопроводів системи опалення з використанням фанкойлів

Метою виконання гідравлічного розрахунку є підбір діаметрів трубопроводів так, щоб забезпечити запроектований розподіл теплоносія в залежності від величини наявного тиску.

Гідравлічний розрахунок виконано в програмному комплексі DANFOSS CO 3.6 . Його результати наведено в Додатку А пояснювальної записки.

2.5. Розрахунок і підбір повітряно – теплової завіси

Для запобігання потрапляння холодного повітря в приміщення вестибюлю в холодний період року в тамбурі (1) передбачена установка повітряно – теплової завіси (ПТЗ). Підбір типорозміру обладнання здійснюється за величиною кількості теплоти, яка витрачається на підігрівання холодного повітря від параметрів зовнішнього повітря до необхідних температурних показників (теплової потужності).

Теплова потужність ПТЗ визначається за рівнянням:

$$Q_{xn}^{X} = 0{,}278 \cdot G \cdot c \cdot \left(t_{wz}^{X} - t_{ext}^{X}\right) \cdot \frac{\tau}{60}, \qquad (2.5)$$

де c – теплоємність повітря в інтервалі температур, кДж/(кг·К);

τ – час, протягом якого відкриті вхідні двері, хв;

G – кількість повітря, яка проходить через вхідні двері, кг/год:

$$G = 16000 \cdot \mu \cdot F \cdot \sqrt{h \cdot \left(\rho_{ext} - \rho_{in}\right) \cdot \rho_{ext}}, \qquad (2.6)$$

μ - коефіцієнт витрати ($\mu = 0{,}18$;)

F – площа дверей, м^2;

h – відстань між центрами припливних і витяжних отворів, м.

$h = 0{,}5 \cdot H_{пр} = 0{,}5 \cdot 2 = 1м$;

ρ_{ext}, ρ_{wz} - густина зовнішнього та внутрішнього повітря відповідно, кг/м^3;

$$\rho_{ext,wz} = \frac{353}{237 + t_{ext,wz}} \qquad (2.7)$$

$$\rho_{ext} = \frac{353}{237 - 24} = 1{,}657 \text{кг/м}^3 \ ;$$

$$\rho_{wz} = \frac{353}{237 + 14} = 1{,}23 \text{кг/м}^3 \ ;$$

$$G^x = 16000 \cdot 0{,}18 \cdot 2{,}4 \cdot \sqrt{1 \cdot (1{,}657 - 1{,}23) \cdot 1{,}412} = 5367 кг / год;$$

$$Q_{xn}^X = 0{,}278 \cdot 5367 \cdot 1{,}005 \cdot (14 + 24) \cdot \frac{3}{60} = 2849 Вт$$

За величиною визначеної теплової потужності до установки приймається ПТЗ Systemair LG8 з наступними характеристиками:

- напруга 400В;
- витрата повітря 2100 м^3/год.;
- потужність нагріву 3-8 кВт.;
- рівень шуму 42 дБ.;
- вага 28 кг.

РОЗДІЛ 3
ВЕНТИЛЯЦІЯ І КОНДИЦІОНУВАННЯ

3.1. Розробка систем вентиляції

3.1.1. Розрахунок повітрообміну в офісних приміщеннях

Величина повітрообміну в офісних приміщеннях визначається як мінімальна в залежності від площі приміщення та кількості людей в ньому з урахуванням вимог, наведених в [2].

Чисельне значення повітрообміну розраховується за рівнянням:

$$L = n \cdot q_p + S \cdot q_в , \qquad (3.1)$$

де n – кількість людей в приміщенні, осіб;

$q_п$ – витрата зовнішнього повітря на 1 людину, дм^3/ (с · людину);

S – площа приміщення, м^2;

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

Проєктом передбачено, що у всіх офісних приміщеннях зберігається повітряний баланс (кількість припливного повітря дорівнює кількості видаляємого).

Результати розрахунку наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Розрахунок повітрообміну офісних приміщень

№ прим	Найменування приміщення	n, людей	$q_р$, дм^3/(с·людину)	S, м^2	$q_в$, дм^3/(с·м^2)	L, дм^3/с	L, м^3/год	Прийнята L, м^3/год
0.000								
3	Кабінет керівника організації	2	7	25,19	0,7	31,63	114,20	120
4	Кабінет начальника відділу	1	7	18,12	0,7	19,68	71,06	70

5	Офісне приміщення	20	7	100,87	1,4	281,22	1015,23	120
6	Офісне приміщення	8	7	42,3	0,7	85,61	309,06	310
7	Офісне приміщення	8	7	44,53	0,7	87,17	314,70	320
8	Офісне приміщення	8	7	43,3	0,7	86,31	311,59	320
16	Офісне приміщення	8	7	41,63	0,7	85,14	307,37	310
17	Офісне приміщення	7	7	42,3	0,7	78,61	283,79	290
19	Офісне приміщення	5	7	28,53	0,7	54,97	198,45	200
20	ДСК	1	7	6	0,7	11,20	40,43	40
21	Кімната охорони	3	7	17,52	0,7	33,26	120,09	120
3.300								
1	Кабінет начальника відділу	2	7	15,25	0,7	24,68	89,08	90
2	Офісне приміщення	7	7	34,58	0,7	73,21	264,28	270
3	Офісне приміщення	9	7	56,2	0,7	102,34	369,46	370
4	Офісне приміщення	9	7	65,95	0,7	109,17	394,10	400
5	Офісне приміщення	5	7	49,51	0,7	69,66	251,47	250
14	Кімната нарад	4	7	14,35	0,7	38,05	137,35	140
15	Кабінет заступника начальника	5	7	15,18	0,7	45,63	164,71	170
11	Офісне приміщення	5	7	54,87	0,7	73,41	265,01	265

Величина повітрообміну в актовому залі була визначена розрахунковим шляхом за допомогою id- діаграми і склала 1580 м^3/год.

3.1.2. Розрахунок повітрообмінів в допоміжних приміщеннях

До категорії допоміжних приміщень адміністративної будівлі відносяться технічні приміщення, санвузли, коридори, вестибюль та чилерна. Для них величина повітрообміну визначатиметься за кратністю та за витратою повітря на 1 санітарний прилад (для санвузлів).

Повітрообмін за кратністю визначається за рівнянням:

$$L = k \cdot Vn, \qquad (3.2)$$

де k – кратність повітрообміну, год$^{-1}$ [6];

Vn – об'єм приміщення, м^3.

Результати розрахунку повітрообмінів в допоміжних приміщеннях наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Розрахунок повітрообмінів для допоміжних приміщень

№ прим.	Найменування приміщення	Vп, м^3	Кратність повітрообміну, год$^{-1}$		Витрата повітря, м^3/год	
			$K_п$	$K_в$	$L_п$	$L_в$
1	2	3	4	5	6	7
Поверх на відм. -3,900						
7	Технічне приміщення	58	-	1	-	60
9	Технічне приміщення	257	-	1	-	260
10	Технічне приміщення	116	-	1	-	120
11	Технічне приміщення	174	-	1	-	175
12	Коридор	116	За балансом	-	715	-
13	Чилерна	100	2	3	200	300
Поверх на відм. 0,000.						
2	Вестибюль	1490	2	-	3000	-
11	Санвузол	29	-	50 м^3/год на один унітаз	-	150
12	Технічне приміщення	11	-	1	-	15
13	Технічне приміщення	11	-	1	-	15

14	Санвузол	29	-	50 м^3/год на один унітаз	-	150
Поверх на відм. +3,300						
18	Санвузол	29	-	50 м^3/год на один унітаз	-	150
19	Технічне приміщення	11	-	1	-	15
20	Технічне приміщення	11	-	1	-	15
21	Санвузол	28	-	50 м^3/год на один унітаз	-	150

3.1.3. Організація повітрообміну в офісних приміщеннях

В приміщеннях адміністративної будівлі запроєктована припливно – витяжна механічна система вентиляції.

Подавання повітря здійснюється за схемою «зверху – вниз». В якості повітророзподільних пристроїв прийняті дифузори «Madel».

Обслуговує офісні приміщення одна вентиляційна система ПВ1. Конструкція припливно – витяжної установки обладнана пластинчастим рекуператором з метою зниження витрат теплоти на підігрівання припливного повітря в холодний період року в середньому на 50%.

Механічна витяжна система В1 забезпечує видалення повітря з допоміжних приміщень поверху на відм. -3.900, система В2 – видалення повітря з приміщень санвузлів на 1-ому, 2 – ому та нижньому технічному поверхах, система В3 - з приміщень санвузлів на 1-ому та 2 – ому поверхах. З приміщень електрощитової (на відм. -3.900) та технічних приміщень на 1-ому та 2-ому поверхах видалення повітря реалізується природнім шляхом.

Подавання зовнішнього повітря в актовий зал передбачено за рахунок припливної механічної системи П1.

3.1.4. Аеродинамічний розрахунок системи ПВ1

Виконання аеродинамічного розрахунку здійснюється в наступній послідовності:

- у вентиляційній системі обирається магістральний напрямок як частина мережі, що має найбільшу протяжність та найбільше навантаження;

- обраний магістральний напрямок поділяється на окремі ділянки, які характеризуються сталістю витрати повітря та його швидкістю;

- визначається орієнтовне значення площі перетину, м^2, кожної ділянки за рівнянням:

$$F_{op} = \frac{L}{3600\upsilon_{max}} \qquad (3.3)$$

де L - витрата повітря, м^3/год.

v_{max}, - орієнтовне значення швидкості руху повітря на кожній ділянці, м/с;

- за величиною орієнтовного значення площі перетину обирається нормована площа. При чому нормована площа за своєю величиною має бути максимально наближена до орієнтовного значення;
- визначається фактична швидкість руху повітря на ділянках, м/с:

$$\upsilon = \frac{L}{3600 \cdot a \cdot b} \qquad (3.4)$$

- для прямокутних повітропроводів визначається величина еквівалентного діаметра, м^2:

$$d_{экв.} = \frac{2ab}{a+b} \qquad (3.5)$$

- на кожній ділянці визначаються втрати тиску на тертя

$$\Delta p_{li} = \lambda \cdot \frac{l}{d_э} \cdot P_{\partial i}, \tag{3.6}$$

де l- довжина ділянки, м;

λ_i – коефіцієнт гідравлічного тертя:

$$\lambda = 0{,}11\left(\frac{k}{d_э} + \frac{68}{\mathrm{Re}}\right)^{0.25} \tag{3.7}$$

k- еквівалентна шорсткість стінок повітроводу, м;

Re - критерій Рейнольдса:

$$\mathrm{Re} = \frac{v \cdot d_э}{\nu} \tag{3.8}$$

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

ν - кінематична в'язкість, Па/с;

- на кожній ділянці визначається сума коефіцієнтів місцевих опорів Σξ;

- на кожній ділянці визначаються втрати тиску в місцевих опорах, Па :

$$\Delta p_{мсі} = \sum \zeta \cdot p_{\partial i}, Па \tag{3.9}$$

- на кожній ділянці розраховуються загальні втрати тиску, Па:

$$\Delta p_i = \Delta p_{li} + \Delta p_{мсі} \tag{3.10}$$

- загальні втрати тиску в магістральному напрямку визначаються як сума втрат тиску на всіх ділянках, які входять до його складу.

Аналогічно до магістрального напрямку здійснюється розрахунок ділянок відгалужень. На кожній ділянці відгалуження встановлюється дросель – клапан з метою балансування втрат тисків для забезпечення рівномірного розподілу повітря по мережі.

У таблиці 3.3 наведено значення коефіцієнтів місцевих опорів на всіх розрахункових ділянках мережі видялємого повітря [7].

Таблиця 3.3 – Значення коефіцієнтів місцевих опорів на ділянках магістрального напрямку видаляємого повітря

№ ділянки	Тип місцевого опору	Кількість	ξ	Σξ
1	2	3	4	5
1	Трійник на поворот	1	1,5	3,7
	Решітка	1	2,2	
2	Трійник на прохід	1	0,21	1,47
	Відвід 90^0	1	1,15	
	Перехід	1	0,11	
3	Трійник на прохід	1	0,21	1,47
	Відвід 90^0	1	1,15	
	Перехід	1	0,11	
4	Трійник на прохід	1	0,21	1,47
	Відвід 90^0	1	1,15	
	Перехід	1	0,11	
5	Трійник на прохід	1	0,21	2,72
	Перехід	1	0,11	
	Відвід 90^0	2	1,2	
6	Трійник на прохід	1	0,21	0,21
7	Трійник на прохід	1	0,21	0,21
8	Відвід 90^0	1	1,2	1,41
	Трійник на прохід	1	0,21	
9	Відвід 90^0	2	1,2	2,61
	Трійник на прохід	1	0,21	
10	Трійник на прохід	1	0,21	0,32
	Перехід	1	0,11	
11				0
12	Вихід в атмосферу	1	1,2	2,32
	Відвід 90^0	4	1,12	

У таблиці 3.4 наведено значення коефіцієнтів місцевих опорів на всіх розрахункових ділянках мережі припливного повітря повітря.

Таблиця 3.4 – Значення коефіцієнтів місцевих опорів на ділянках магістрального напрямку припливного повітря

№ ділянки	Тип місцевого опору	Кількість	ξ	Σξ
1	Трійник на поворот	1	1,5	3,7
	Решітка	1	2,2	
2	Трійник на прохід	1	0,21	0,32
	Перехід	1	0,11	
3	Трійник на прохід	1	0,21	0,32
	Перехід	1	0,11	
4	Трійник на прохід	1	0,21	0,32
	Перехід	1	0,11	
5	Трійник на прохід	1	0,21	0,32
	Перехід	1	0,11	
6	Трійник на прохід	1	0,21	0,21
7	Трійник на прохід	1	0,21	0,21
8	Відвід 90^0	2	1,2	2,4
9	Відвід 90^0	2	1,2	2,51
	Перехід	1	0,11	
10	Відвід 90^0	2	1,2	1,2
11	Вихід в атмосферу	1	1,2	3,0
	Відвід 90^0	3	1,8	

Розрахункова схема системи ПВ1 наведена на рис. 3.1.

Аеродинамічний розрахунок виконується в табличній формі (таблиця 3.5).

Аналогічно до магістрального напрямку виконується розрахунок ділянок відгалужень. На всіх ділянках відгалужень передбачена установка дросель – клапанів з метою забезпечення розрахункового розподілення повітря по всіх ділянках системи.

Результати розрахунку наведені на графічній частині проєкту.

За результатами аеродинамічного розрахунку, а саме витраті повітря на ділянці перед припливно – витяжної установки та втратам тиску в магістральних напрямках припливного та видаляємого повітря, підпирається повітрооообробний агрегат.

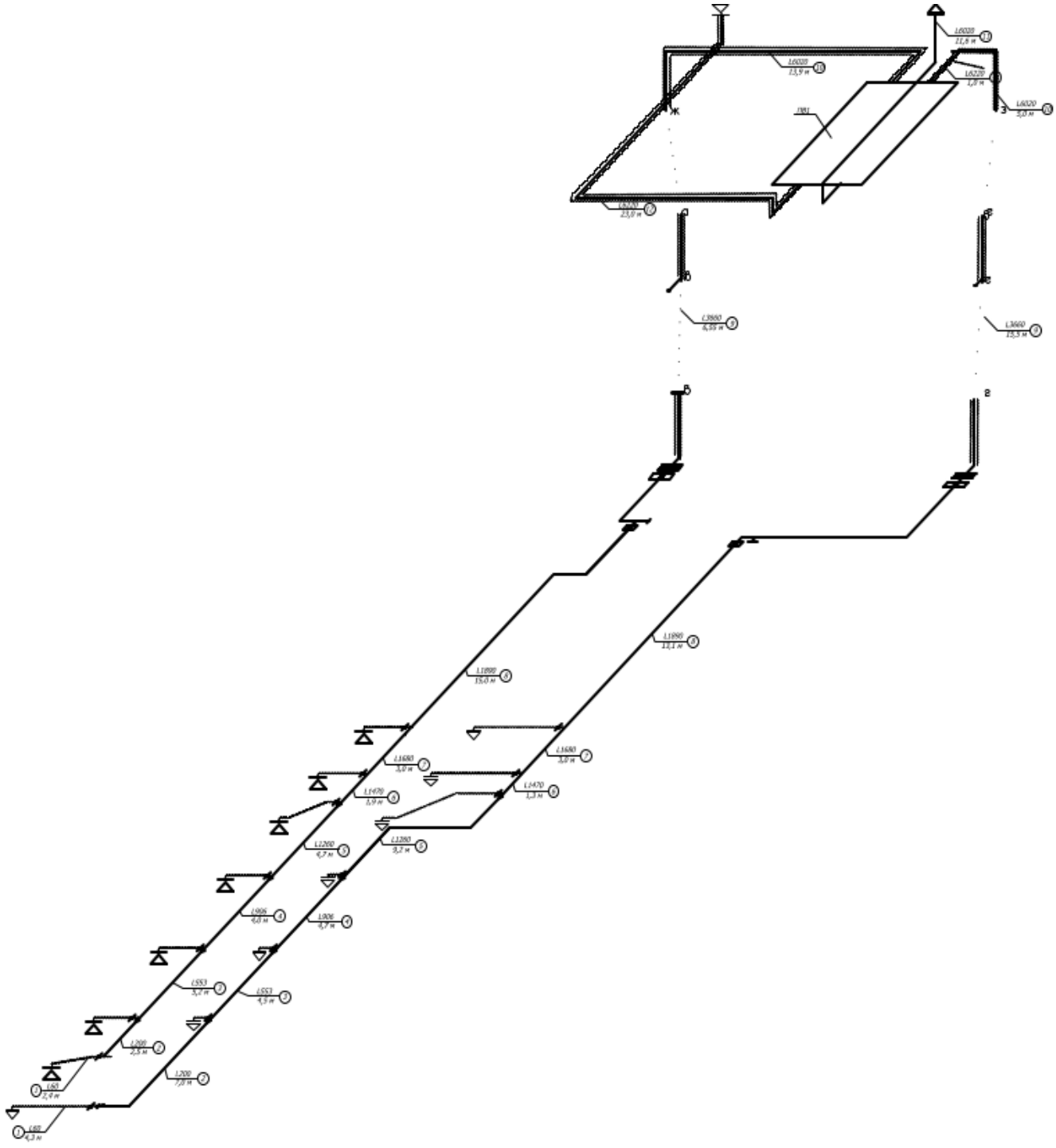

Рис.3.1. Розрахункова схема системи ПВ1

Таблиця 3.5 – Аеродинамічний розрахунок системи ПВ1

№ ділянки	Витрата повітря на ділянці, $м^3$/год	Витрата повітря на ділянці, $м^3$/с	Довжина ділянки, м	Орієнтовна швидкість руху повітря на ділянці, м/с	Орієнтовна площа перетину повітропроводу, $м^2$	a, м	b/d, м	Фактична площа перетину повітропроводу, $м^2$	Еквівалентний діаметр, м	Фактична швидкість руху повітря на ділянці, м/с	Критерій Рейнольдса, Re	Коефіцієнт гідравлічного тертя, λ	Динамічний тиск на ділянці, 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
Приплив																	
1	60	0,017	2,4	1,0	0,017		0,15	0,018	0,150	0,94	9399	0,033	0,53	0,28	3,7	1,98	2,26
2	200	0,056	2,5	2,5	0,022	0,15	0,15	0,023	0,150	2,47	24593	0,027	3,66	1,62	0,32	1,17	2,79
3	553	0,154	5,2	3,0	0,051	0,30	0,15	0,045	0,200	3,41	45333	0,023	6,99	4,23	0,32	2,24	6,47
4	906	0,252	4,0	3,5	0,072	0,35	0,20	0,070	0,255	3,60	60767	0,022	7,76	2,64	0,32	2,48	5,13
5	1260	0,350	4,7	4,0	0,088	0,45	0,20	0,090	0,277	3,89	71509	0,021	9,07	3,22	0,32	2,90	6,13
6	1470	0,408	1,9	4,5	0,091	0,50	0,20	0,100	0,286	4,08	77468	0,021	10,00	1,37	0,21	2,10	3,47
7	1680	0,467	3,0	4,5	0,104	0,50	0,20	0,100	0,286	4,67	88535	0,020	13,07	2,76	0,21	2,74	5,50
8	1890	0,525	15,0	5,3	0,099	0,50	0,20	0,100	0,286	5,25	15000	0,029	16,54	24,78	1,2	19,85	44,63
9	3660	1,017	6,6	5,0	0,203	0,80	0,30	0,240	0,436	4,24	122741	0,018	10,77	2,97	2,51	27,02	30,00
10	6020	1,672	13,9	7,0	0,239	0,80	0,30	0,240	0,436	6,97	201886	0,017	29,13	15,74	1,2	34,95	50,70
11	6020	1,672	11,6	7,0	0,239	0,80	0,30	0,240	0,436	6,97	201886	0,017	29,13	13,14	3	87,39	100,52
																	257,59
Видалення																	
1	60	0,017	4,3	1,0	0,017		0,15	0,018	0,150	0,94	9399	0,033	0,53	0,50	3,7	1,98	2,48
2	200	0,056	7,0	2,5	0,022	0,15	0,15	0,023	0,150	2,47	24593	0,027	3,66	4,54	1,47	5,38	9,92
3	553	0,154	4,5	3,0	0,051	0,30	0,15	0,045	0,200	3,41	45333	0,023	6,99	3,66	1,47	10,28	13,94
4	906	0,252	4,7	3,5	0,072	0,35	0,20	0,070	0,255	3,60	60767	0,022	7,76	3,11	1,47	11,40	14,51
5	1260	0,350	9,2	4,0	0,088	0,45	0,20	0,090	0,277	3,89	71509	0,021	9,07	6,31	2,72	24,68	30,99
6	1470	0,408	1,3	4,5	0,091	0,50	0,20	0,100	0,286	4,08	77468	0,021	10,00	0,94	0,21	2,10	3,04
7	1680	0,467	3,0	4,5	0,104	0,50	0,20	0,100	0,286	4,67	88535	0,020	13,07	2,76	0,21	2,74	5,50
8	1890	0,525	13,1	5,3	0,099	0,50	0,20	0,100	0,286	5,25	15000	0,029	16,54	21,64	1,47	24,31	45,95
9	3660	1,017	15,5	5,0	0,203	0,80	0,30	0,240	0,436	4,24	122741	0,018	10,77	7,04	2,61	28,10	35,14

10	6020	1,672	5,0	7,0	0,239	0,80	0,30	0,240	0,436	6,97	201886	0,017	29,13	5,66	0,32	9,32	14,98
11	6220	1,728	1,0	7,0	0,247	0,80	0,30	0,240	0,436	7,20	208593	0,017	31,10	1,20	0	0,00	1,20
12	6220	1,728	23,0	7,0	0,247	0,80	0,30	0,240	0,436	7,20	208593	0,017	31,10	27,67	2,32	72,14	99,82
																	277,48

3.1.5. Вибір устаткування системи ПВ1

Для обробки припливного повітря перед подаванням його в приміщення приймається припливно – витяжна установка RIRS 5500H EKO 3.0 виробництва SALDA [8].

Структурні елементи припливно – витяжної установки 3.2.

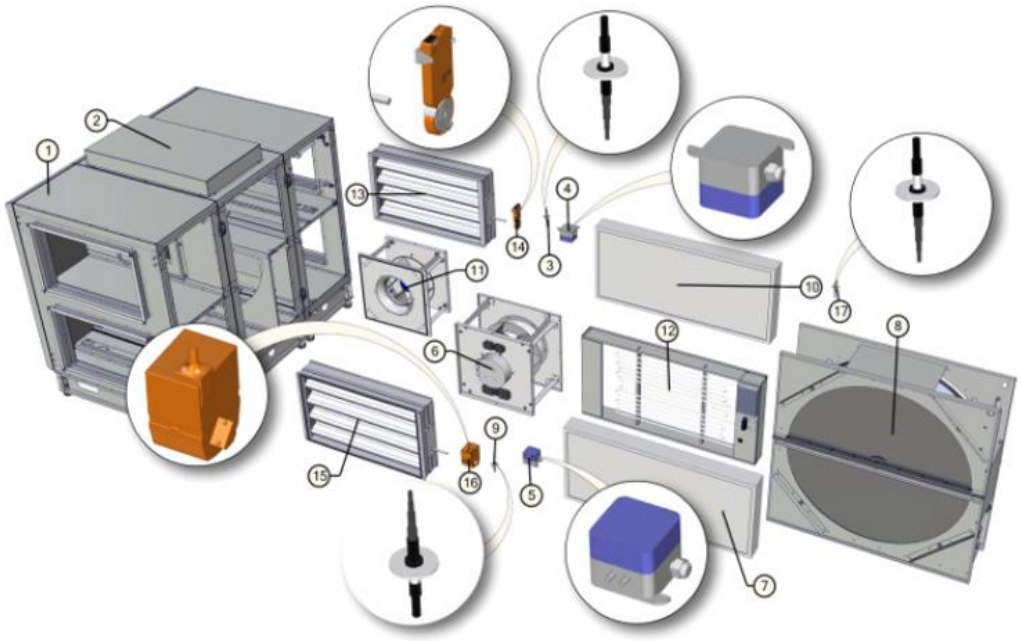

Рис.3.2. Структурні елементи припливно – витяжної установки RIRS 5500H EKO 3.0: 1 – корпус; 2 – блок управління; 3 – датчик вологості та температури видаляємого повітря; 4 – реле тиску фільтра видаляємого повітря; 5 – реле тиску фільтра припливного повітря; 6 – вентилятор видаляємого повітря; 7 – фільтр припливного повітря; 8 – теплообмінник; 9 – датчик температури припливного повітря; 10 – фільтр видаляємого повітря; 11 – вентилятор припливного повітря; 13 – заслінка видаляємого повітря; 14 – привід заслінки видаляємого повітря; 15 - заслінка припливного повітря; 16 – привід заслінки припливного повітря; 17 – датчик температури припливного повітря

3.2. Розробка системи кондиціонування

Розробка системи кондиціонування виконується для охолодження повітря в приміщеннях будівлі в теплий період року. Холодильна потужність даної системи мікроклімату повинна бути не меншою ніж теплове навантаження в кожному приміщенні.

Основними джерелами теплового навантаження в даному випадку виступають:

- люди;
- джерела штучного освітлення;
- сонячна радіація;
- оргтехніка.

3.2.1. Розрахунок теплонадходжень від людей

Розрахунок теплонадходжень даного виду, Вт, виконується за рівнянням:

$$Q_л = q_ч \cdot n_ч \qquad (3.11)$$

де $q_п$ – повне теплонадходження від однієї людини, Вт/особу [9];

n – кількість людей в приміщенні, осіб (50 осіб).

Категорія роботи, яка виконується в офісних приміщеннях може бути віднесена до легкої.

Тому, для теплого періоду при $t_{wz}^т = 22\ ^0C$ $q_ч^т = 145$ Вт/люд.

Результати розрахунків теплонадходжень від людей наведені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Теплонадходження від людей

№	Найменування приміщення	$n_ч$, людей	q, Вт/особу	$Q_Л$, Вт
Поверх на відм. 0.000				
2	Вестибюль	0	0	0
3	Кабінет керівника організації	1	145	145
4	Кабінет начальника відділу	1	145	145
5	Офісне приміщення	15	145	2175
6	Офісне приміщення	7	145	1015
7	Офісне приміщення	7	145	1015
8	Офісне приміщення	7	145	1015
16	Офісне приміщення	6	145	870
17	Офісне приміщення	7	145	1015
19	Офісне приміщення	3	145	435
20	ДСК	1	145	145
21	Кімната охороні	2	145	290
Поверх на відм. 3.300				
1	Кабінет начальника відділу	1	145	145
2	Офісне приміщення	5	145	725
3	Офісне приміщення	9	145	1305
4	Офісне приміщення	9	145	1305
5	Офісне приміщення	7	145	1015
7	Актовий зал	79	145	11455
10	Офісне приміщення	3	145	435
14	Кімната нарад	4	145	580
15	Кабінет заступника начальника відділу	1	145	145

3.2.2. Розрахунок теплонадходжень від джерел штучного освітлення

Розрахунок виконується за рівнянням, Вт:

$$Q_{осв} = E \cdot F \cdot q_{осв} \cdot \eta_{осв} \quad (3.12)$$

де E – питома освітленість, лк; [9];

F – площа поверхні, яка освітлюється, м^2;

$q_{осв}$ – питомі тепловиділення від джерела штучного освітлення, Вт/(м^2/лк);

для люмінесцентних ламп $q_{осв}$= 0,05 Вт/(м^2/лк);

$\eta_{осв}$ – частка теплоти, що надходить у приміщення;

$\eta_{осв}$ = 0,4.

Результати розрахунків теплонадходжень від джерел штучного освітлення наведені в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Теплонадходження від джерел штучного освітлення

№	Найменування приміщення	F, м^2	E, лк	$q_{осв}$, Вт/(м2/лк);	$\eta_{осв}$	$Q_{осв}$, Вт
Поверх на відм. 0.000						
2	Вестибюль	263,1	150	0,05	0,4	789
3	Кабінет керівника організації	25,19	300	0,05	0,4	151
4	Кабінет начальника відділу	18,12	300	0,05	0,4	109
5	Офісне приміщення	100,87	300	0,05	0,4	605
6	Офісне приміщення	42,3	300	0,05	0,4	254
7	Офісне приміщення	44,53	300	0,05	0,4	267
8	Офісне приміщення	43,3	300	0,05	0,4	260
16	Офісне приміщення	41,63	300	0,05	0,4	250
17	Офісне приміщення	42,3	300	0,05	0,4	254
19	Офісне приміщення	28,53	300	0,05	0,4	171
20	ДСК	6	300	0,05	0,4	36
21	Кімната охороні	17,52	300	0,05	0,4	105

Поверх на відм. 3.300						
1	Кабінет начальника відділу	15,25	300	0,05	0,4	92
2	Офісне приміщення	34,58	300	0,05	0,4	207
3	Офісне приміщення	56,2	300	0,05	0,4	337
4	Офісне приміщення	65,95	300	0,05	0,4	396
5	Офісне приміщення	49,51	300	0,05	0,4	297
7	Актовий зал	143,46	300	0,05	0,4	861
10	Офісне приміщення	19,45	300	0,05	0,4	117
14	Кімната нарад	14,35	300	0,05	0,4	86
15	Кабінет заступника начальника відділу	15,18	300	0,05	0,4	91

3.2.3. Розрахунок теплонадходжень від сонячної радіації

Теплота від сонячної радіації в приміщення може надходити через вікна та через покриття. Так як у даному випадку над другим (останнім) поверхом є ще технічний поверх, то покриття не може виступати джерелом теплонадходжень. Тому розрахунок чисельного значення даного виду теплонадходжень виконується тільки для вікон, Вт, з використанням рівняння:

$$Q_{с.р.} = F_B \cdot q_B^{с.р.}, \qquad (3.13)$$

де F_n - площа вікон, м^2;

$q_B^{с.р.}$ - питомі теплонадходження від сонячної радіації через світлопрозорі огороджувальні конструкції, Вт/м^2.

Результати розрахунків теплонадходжень від сонячної радіації наведені в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Теплонадходження від сонячної радіації

№	Найменування приміщення	$F_В$, м^2	$q_{В(с.р.)}$, Вт/м^2	β	$Q_{с.р.}$, Вт
Поверх на відм. 0.000					
2	Вестибюль	94	186	1	17484
3	Кабінет керівника організації	7,67	186	0,4	571
4	Кабінет начальника відділу	7,71	186	0,4	574
5	Офісне приміщення	25,38	186	0,4	1888
6	Офісне приміщення	7,1	186	0,4	528
7	Офісне приміщення	8,91	186	0,4	663
8	Офісне приміщення	8,91	186	0,4	663
16	Офісне приміщення	8,91	186	0,4	663
17	Офісне приміщення	14,58	186	0,4	1085
19	Офісне приміщення	7,1	186	0,4	528
20	ДСК	0	186	0,4	0
21	Кімната охороні	0	186	0,4	0
Поверх на відм. 3.300					
1	Кабінет начальника відділу	5,21	186	0,4	388
2	Офісне приміщення	7,1	186	0,4	528
3	Офісне приміщення	14,36	186	0,4	1068
4	Офісне приміщення	25,38	186	0,4	1888
5	Офісне приміщення	25,38	186	0,4	1888
7	Актовий зал	0	186	0,4	0
10	Офісне приміщення	7,1	186	0,4	528
14	Кімната нарад	3,05	186	0,4	227
15	Кабінет заступника начальнипка відділу	5,24	186	0,4	390

3.2.4. Розрахунок теплонадходжень від технологічного обладнання

Основним технологічним обладнанням в офісних приміщеннях є комп'ютери. Для виконання розрахунків приймається, що від одного комп'ютера в приміщення надходить 300 Вт теплоти.

Результати розрахунків даного виду теплонадходжень наведені в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 – Теплонадходження від технологічного обладнання (комп'ютерів)

№	Найменування приміщення	n, комп	q, Вт/од	$Q_т$, Вт
Поверх на відм. 0.000				
2	Вестибюль	0	0	0
3	Кабінет керівника організації	1	300	300
4	Кабінет начальника відділу	1	300	300
5	Офісне приміщення	15	300	4500
6	Офісне приміщення	7	300	2100
7	Офісне приміщення	7	300	2100
8	Офісне приміщення	7	300	2100
16	Офісне приміщення	6	300	1800
17	Офісне приміщення	7	300	2100
19	Офісне приміщення	3	300	900
20	ДСК	1	300	300
21	Кімната охороні	2	300	600
Поверх на відм. 3.300				
1	Кабінет начальника відділу	1	300	300
2	Офісне приміщення	5	300	1500
3	Офісне приміщення	9	300	2700
4	Офісне приміщення	9	300	2700
5	Офісне приміщення	7	300	2100
7	Актовий зал	0	0	0
10	Офісне приміщення	3	300	900
14	Кімната нарад	4	300	1200
15	Кабінет заступника начальника відділу	1	300	300

Загальні теплонадходження визначаються як сума всіх видів теплоти, яка надходить в приміщення офісної будівлі, що кондиціонуються. Результати розрахунків наведені в таблиці 3.10.

Таблиця 3.10 – Сумарні теплонадходження в приміщення офісної будівлі

№	Найменування приміщення	$\Sigma Q_т$, Вт
Поверх на відм. 0.000		
2	Вестибюль	18273
3	Кабінет керівника організації	1167
4	Кабінет начальника відділу	1127
5	Офісне приміщення	9168
6	Офісне приміщення	3897
7	Офісне приміщення	4045
8	Офісне приміщення	4038
16	Офісне приміщення	3583
17	Офісне приміщення	4454
19	Офісне приміщення	2034
20	ДСК	481
21	Кімната охороні	995
Поверх на відм. 3.300		
1	Кабінет начальника відділу	924
2	Офісне приміщення	2961
3	Офісне приміщення	5411
4	Офісне приміщення	6289
5	Офісне приміщення	5300
7	Актовий зал	12316
10	Офісне приміщення	1980
14	Кімната нарад	2093
15	Кабінет заступника начальника відділу	926

3.2.5. Характеристика системи кондиціонування

Проєктом передбачена система кондиціонування типу «чилер – фанкойл». Фанкойли касетного та касетного типу, які призначені для асиміляції надлишків теплоти в приміщеннях, є основними споживачами холоду.

Джерелом холоду виступає чилер, установка якого передбачена на технічному поверсі на відм. -3.900. Холодоносієм в системі кондиціонування повітря виступає вода з температурними параметрами 7-12°С. Циркуляція холодоносія здійснюється за допомогою насосної станції. Прокладання трубопроводів, по яких переміщується холодоносій від чилера до фанкойлів, здійснюється в конструкції підшивної стелі.

3.2.6. Підбір основного обладнання системи кондиціонування – фанкойлів та чилера

Проєктом передбачена установка 4-трубних фанкойлів «Wito» та «Carrier» , так як вони влітку є частиною системи кондиціонування повітря, а в холодний період року – частиною системи опалення. Підбір обладнання даного типу виконується по холодильному і тепловому навантаженню приміщення.

Конструктивно фанкойл складається зі змішувача, поверхневого повітронагрівача (де за рахунок вимушеної конвекції здійснюється підігрівання повітря, поверхневого повітроохолоджувача (де за рахунок процесів теплопередачі здійснюється охолодження повітря) та повітророзподільника, який в залежності від способу установки може створювати плоский або похилий струмінь.

Результати підбору фанкойлів по приміщеннях наведено в таблиці 3.11.

Таблиця 3.11 – Результати підбору фанкойлів

№	Найменування приміщення	$Q_{СО}$, Вт	$\Sigma Q_{Т}$, Вт	Тип фанкойлу	N, шт.
Поверх на відм. 0.000					
2	Вестибюль	8050	18273	Carrier's Idrofan cassettes 42GW_AC/LEC	7
3	Кабінет керівника організації	1075	1167	VIERRO 33+1 IO-IV	1
4	Кабінет начальника відділу	1526	1127	VIERRO 33+1 IO-IV	1
5	Офісне приміщення	5378	9168	VIERRO 33+1 IO-IV	4
6	Офісне приміщення	2094	3897	VIERRO 33+1 IO-IV	2
7	Офісне приміщення	2242	4045	VIERRO 33+1 IO-IV	2
8	Офісне приміщення	2196	4038	VIERRO 33+1 IO-IV	2
16	Офісне приміщення	2134	3583	VIERRO 33+1 IO-IV	1
17	Офісне приміщення	2443	4454	VIERRO 33+1 IO-IV	2
19	Офісне приміщення	1551	2034	VIERRO 33+1 IO-IV	1
20	ДСК		481	VIERRO 33+1 IO-IV	1
21	Кімната охороні	734	995	VIERRO 33+1 IO-IV	1
Поверх на відм. 3.300					
1	Кабінет начальника відділу	893	924	VIERRO 33+1 IO-IV	1
2	Офісне приміщення	1818	2961	VIERRO 33+1 IO-IV	2
3	Офісне приміщення	3088	5411	VIERRO 33+1 IO-IV	3
4	Офісне приміщення	4017	6289	Carrier's Idrofan cassettes 42GW_AC/LEC	4
5	Офісне приміщення	3503	5300	Carrier's Idrofan cassettes 42GW_AC/LEC	2
7	Актовий зал		12316	VIERRO 33+1 IO-IV	6
10	Офісне приміщення	1191	1980	VIERRO 33+1 IO-IV	1
14	Кімната нарад	778	2093	VIERRO 33+1 IO-IV	1
15	Кабінет заступника начальника відділу	917	926	VIERRO 33+1 IO-IV	1

Загальна холодильна потужність встановлених фанкойлів дорівнює 126,46 кВт. По цій величини здійснюється підбір чилера. До установки приймається чилер з виносним конденсатором холодильною потужністю 132,7 кВт. Основні характеристики обладнання наведені в таблиці 3.12.

Таблиця 3.12 – Основні характеристики чилера

Країна виробник	Італія
Споживана потужність	41.8 кВт
Вага	1513 кг
Холодопродуктивність	132.7 кВт
Рівень шуму	55.5 дБ
Кількість компресорів	2
EER	3.17
Номінальний потік рідини	22.8
Холодильних контурів	4
Число кроків регулювання	4
Кількість і тип випарника	no.1 coaxial evaporator
Продуктивність вбудованого насоса	15,4 ÷ 31
Обсяг бака	390
TOTAL ELECTRIC DATA	IP54 protection rating, chillers suitable for outdoor installation
Загальна номінальна споживана потужність	50.2
Електроживлення	400/3/50

РОЗДІЛ 4
АВТОМАТИКА

4.1. Функціональне призначення інтелектуальних систем автоматики

Основне функціональне призначення інтелектуальних систем автоматики полягає в комплексному управлінні всіма структурними елементами вентиляційної системи. Система автоматики передбачає регулювання приводів повітряних заслінок, контроль забруднення повітряних фільтрів з метою забезпечення якості повітря в приміщенні для тривалого перебування людей, контроль температури теплоносія, захист рекуператора від обмерзання.

До однієї шафи керування максимально можуть бути підключені шість вентиляторів. Передбачена можливість використання термоконтактів, індивідуального захисту струму, захисту від обриву ременя, симісторного регулятора для однофазних двигунів.

За низьких зовнішніх температур програма включає системи з водяним калорифером за допомогою спеціального «зимового» запуску. Це дозволяє безпечно та гарантовано (з першого разу) здійснювати старт вентиляційної установки з водяним калорифером. Залежно від зовнішньої температури, розраховується необхідна початкова температура зворотної води. На час запуску змінюється значення температури, що підтримується, і коефіцієнти PID-регулятора.

Програми керування підтримують роботу в стандартному протоколі обміну по мережі Modbus RTU (вибирається опційно), що забезпечує просту інтеграцію до системи керування будинком верхнього рівня (крім V1, V2, V3/n).

4.2. Основні функції

ЗАПУСК систем здійснюється через меню контролера, автоматично за таймером або пультом керування за його наявності.

НАГРІВ повітря за допомогою управління виконавчими механізмами встановленими у вузлі регулювання UWS для установок з водяним нагріванням та керування електричним нагрівачем за допомогою виносних блоків Канал-САУ-SSR-1...3 для установок з електричним нагріванням. Контролює температуру повітря за канальним датчиком температури та кімнатним.

УПРАВЛІННЯ ПОВІТРЯНИМ КЛАПАНОМ – відкриття клапанів здійснюється за допомогою керування електроприводами 220 В, трипозиційне керування, контроль відкриття відсутній.

КОНТРОЛЬ РОБОТИ ВЕНТИЛЯТОРА (вентиляторів) за допомогою диференціальних реле тиску (30-300 Па) дозволяє контролювати працездатність.

КОНТРОЛЬ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯНОГО ФІЛЬТРУ – захист від засмічення повітряного фільтра (фільтрів) за допомогою диференціальних реле тиску (100-1500 Па), дозволяє проводити своєчасне сервісне обслуговування та запобігає збоям у роботі системи вентиляції.

ДВА ТЕМПЕРАТУРНІ РЕЖИМИ РОБОТИ системи: «ЗИМА» та «ЛІТО». Перемикання між температурними режимами може здійснюватися як вручну з панелі керування, так і автоматично по зовнішньому датчику температури.

Для систем з водяним нагрівачем у режимі «ЗИМА» при вимкненому вентиляторі автоматично підтримується температура зворотного теплоносія в повітронагрівачі на мінімально допустимому рівні за допомогою регулюючого клапана. Запуск системи супроводжується попереднім прогріванням теплообмінника. При цьому час прогрівання, а також режим роботи насоса задаються при налагодженні. Для систем з електричним нагрівачем передбачається захист від перегріву під час роботи установки та після її відключення шляхом тимчасової затримки на відключення припливного вентилятора.

До функцій захисту можна віднести:

- контроль цілісності ланцюга датчика температури;
- контроль роботи двигуна вентилятора;
- контроль забруднення фільтра;
- робота по таймеру;
- захист електричного нагрівача від перегріву;
- захист водяного нагрівача від замерзання;
- захист рекуператорів від обмерзання [10].

4.3. Принципова схема автоматики припливно – витяжної установки з роторнім рекуператором та рідинним повітронагрівачем

На дану систему автоматики покладені наступні функції:

- регулювання і управління:
  а) регулювання температури припливного повітря або повітря в приміщенні;
  б) управління насосом теплоносія;
  в) прогрівання нагрівача перед пуском;
  г) контроль температури зворотного теплоносія;
- захист:
  а) захист рідинного нагрівача від заморожування;
  б) контроль роботи вентиляторів;
  в) відключення вентиляції за сигналом пожежної безпеки;
  г) захист двигуна вентилятора від перенавантаження;
  д) обмеження температури припливного повітря;
  е) захист теплообмінника від обмерзання;
- інформація:
  а) інформація про температуру зовнішнього, внутрішнього та видаляємого повітря;
  б) інформація про рівень забрудненості фільтра;
  в) інформація про аварійні стани.

До переліку обладнання комплекту автоматики входить:

- щит автоматичного керування та силового живлення;
- термоперетворювачі опору;
- привід повітряної заслінки;
- термостат;
- датчик диференційного тиску;
- регулюючий клапан з приводом;
- насос;
- частотний перетворювач рекуператора.

Принципова схема автоматики припливно – витяжної установки з роторнім рекуператором та рідинним повітронагрівачем наведена на рис.4.1.

СПЕЦИФІКАЦІЯ

Позначення на схемі	Найменування
TE1	Датчик температури повітря в приміщенні
TE2	Датчик температури припливного повітря
TE3	Датчик температури зворотного теплоносія
TE4	Датчик температури зовнішнього повітря
TE5	Датчик температури видаляємого повітря
TEZ	Датчик – задатчик температури внутрішнього повітря
Y1,4	Привід повітряної заслінки
Y2	Привід регулюючого клапана рідинного повітронагрівача
PDA1,4	Реле перепаду тиску (контроль засмічення фільтра)
PDA2	Неле перепаду тиску (контроль роботи припливного вентилятора)
PDA3	Неле перепаду тиску (контроль роботи вентилятора видаляємого повітря)
TS1	Термостат припливного повітря
A1,2,3	Частотні перетворювачі

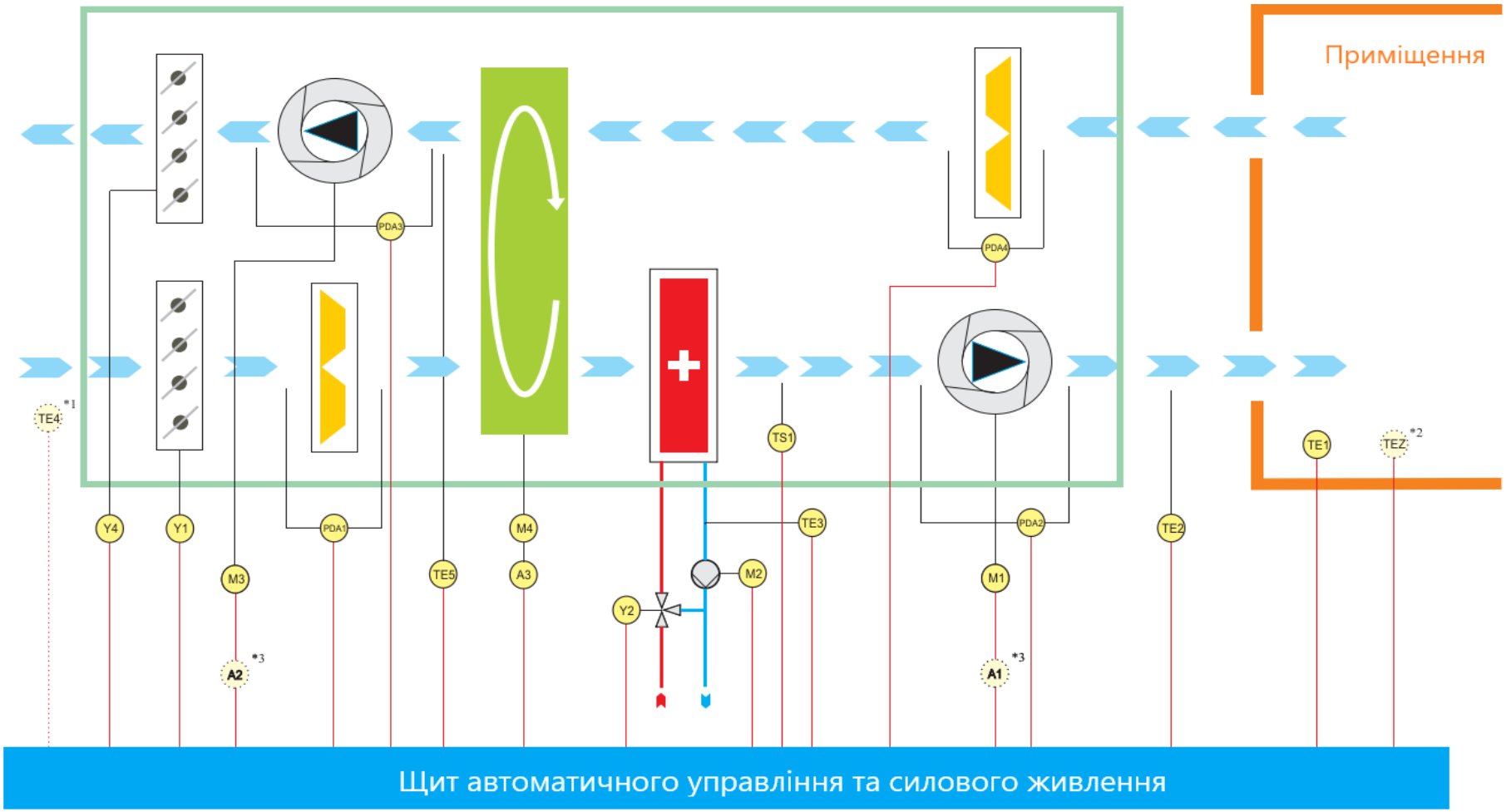

Рис.4.1. Принципова схема автоматики припливно – витяжної установки з роторнім рекуператором та рідинним повітронагрівачем

РОЗДІЛ 5
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

5.1 Заходи, спрямовані на скорочення енергоспоживання в системах вентиляції

Можна перелічити три фактори, які унеможливлюють енергозбереження:

- конструктив будівлі;
- концепція проєктування системи вентиляції;
- прийняте вентиляційне обладнання (його ККД).

Що стосується продуманого конструктиву будівлі, то це не тільки використання сучасних будівельних матеріалів та утеплювачів. В будівлях різного призначення суттєва кількість теплоти втрачається через покриття та перекриття (підлогу). Тому мінімізація цих видів тепловтрат – одна з основних задач. Також доцільно ретельно продумувати конструкцію вентиляційних систем, аеродинаміку в приміщеннях, щоб максимально зменшити вірогідність наявності вентиляційних каналів, через які відбувається втрати теплоти.

Правильно обрана концепція проєктування систем вентиляції – запорука успіху. Ідеально, щоб з кожного куба видаляємого повітря утилізовувалась теплота і використовувалась для підігрівання припливного. Для цього у вентиляційних установках використовують рекуператори. Ефективність рекуперації напряму залежить від вологості повітря: чим вона вища, тим більш ефективний процес рекуперації.

Тип вентиляційного обладнання також впливає на рівень енергоефективності. Прикладом може слугувати установки з постійною та змінною витратою повітря.

Виробники першого типу установок (Maico, Zehnder, Salda) пропонують обладнання, яке завжди працює на максимальну величину повітрообміну та подає повітря навіть тоді, коли в приміщеннях немає людей.

Система за змінною витратою повітря забезпечує позонний контроль вмісту діоксиду вуглецю або відносної вологості завдяки змінної витрати повітря. Якщо рівень перевищений, VAV-клапани системи відкриваються, і установка підбирає та подає об'єм повітря, який потрібен, щоб стабілізувати рівень CO_2 в приміщеннях. Реалізація таких систем забезпечує зниження енергоспоживання за рахунок того, що подавання повітря не відбувається в ті приміщення, де в цьому немає потреби [11].

5.2 Рекуператори теплоти як заходи з енергозбереження

Аналіз даних щодо стану виробництва та застосування тепло – утилізаційного обладнання демонструє, що на сьогодні в системах вентиляції переважно використовується два типи утилізаторів: пластинчасті рекуперативні (рис.5.1) та обертово – регенеративні (рис.6.2).

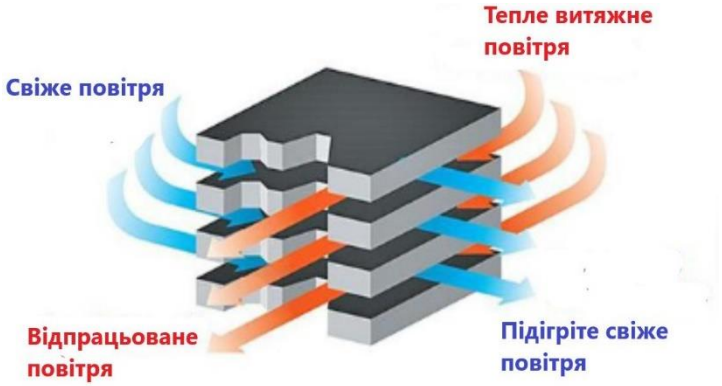

Рис. 5.1. Пластинчастий рекуперативний утилізатор теплоти видаляємого повітря

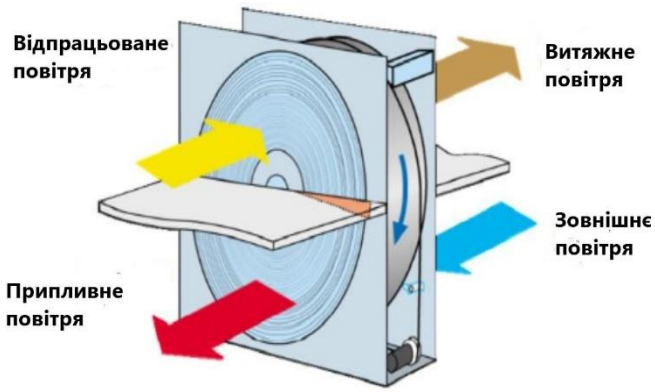

Рис. 5.2. Обертово-регенеративний утилізатор теплоти видаляємого повітря

Найбільш перспективними є обертово-регенеративні утилізатори по ряду причин:

а) так як процес тепломасоообміну здійснюється по великій питомій поверхні насадки, яка для цього використовується, агрегат характеризується мінімальними габаритами. Це дає можливість зекономити площу приміщення для розміщення обладнання;

б) регулювання швидкості обертання ротора дозволяє управляти ефективністю рекуператора;

в) наявність вологообміну між припливним та видаляємим повітрям.

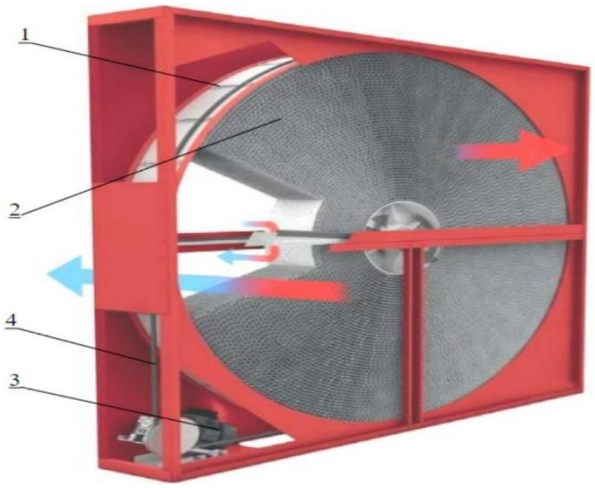

Рис. 5.3. Конструктивне виконання роторного утилізатора теплоти

Насадка ротора (1) характеризується високою теплоємністю. У процесі роботи вона поперемінно нагрівається і охолоджується тепловиділяючим і теплопоглинальними повітряними потоками.Теплоутілізуюча насадка утворена вузькими трикутними каналами, які виготовлені з тонкої фольги (2). Товщина насадки (в напрямку повітряних потоків), як правило, становить 200 мм, висота повітряних каналів (рис. 6.4) - від 1,8 до 2,4 мм. При такому виконанні геометричні співвідношення у повітряних каналах утворюється ламінарна течія. Товщина фольги зазвичай становить 0,06/0,2 мм (рис. 5.4). Для забезпечення обертання установки використовується електродвигун (3) і ременна передача (4). Ефективність роторних теплоутилізаторів може варіюватись від 60 до 85% . Втрати тиску на припливі та видаленні можуть змінюватись від 75 до 500 Па.

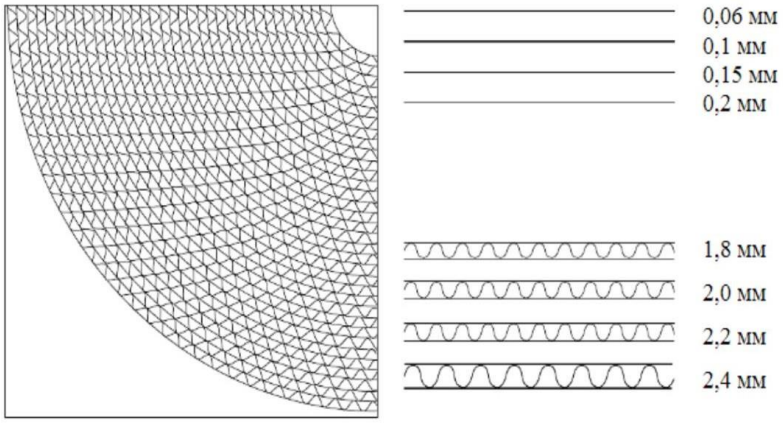

Рис. 6.4. Геометричні параметри повітряних каналів

Економічна доцільність використання рекуператорів в системах вентиляції очевидна і напряму залежить від перепадом температур між припливним та видаляємим повітрям. Чим більше ця різниця температур, тим більш ефективно працює установка. Єдиною перешкодою для їх застосовування є небезпека обмерзання пластин теплообмінної поверхності при температурах зовнішнього повітря нижче 0 °С. Це призводить до зниження

їх ефективності, нестабільного робочого процесу системи вентиляції і збільшення витрат на її експлуатацію.

У процесі рекуперації теплоти здійснюється збільшення температури припливного повітря і зменшення видаляємого. При цьому відносна вологість останнього збільшується аж до стану насичення . При подальшому охолодженні повітря нижче температури замерзання має місце кристалізація вологи, яка сконденсувалась. У результаті може мати місце суттєве підвищення ефективності теплообміну за рахунок прихованої теплоти випаровування. Як негативні результати процесу можуть розглядатись зниження теплопередачі за рахунок наявності шару рідини, який сформувався на поверхні пластин, а також зменшення живого перетину повітряних каналів. Останнє призводить до збільшення втрат статичного тиску.

У тих випадках, коли припливне повітря має достатньо низьку температуру, конденсат, який накопичується в середині утилізатора замерзає, повністю перекриваючи повітряні канали з боку видаляємого повітря.

Проведені дослідження в напрямку удосконалення конструкцій існуючих теплоутилізаційних установок дають можливість зробити висновок про необхідність розробки утилізаторів з новими конструкціями. При цьому основним фактором має бути можливість забезпечення ефективної та безаварійної роботи при від'ємних температурах припливного повітря. Утворення інію в каналах видаляємого повітря обумовлено сукупністю наступних факторів: температури і вологості видаляємого повітря, відношення витрат припливного та видаляємого повітря, швидкості обертання ротора.

З метою запобігання обмерзання пластин утилізатора в холодний період року використовують наступні заходи:

- попереднє підігрівання припливного повітря вище температури обмерзання за рахунок використання додаткових електричних нагрівачів або водяних калориферів. Але при цьому ефективність утилізації знижується в 1,5 – 2 рази;

- регулювання масового відношення повітряних потоків по притоку та видаленню. Обмерзання теплообмінника може бути виключено якщо зменшити кількість холодного припливного повітря відносно кількості теплого видаляємого повітря. За цих умов кількість теплоти, яка асимілюється припливним повітрям не призводить до перехолодження видаляємого повітря. Але при цьому масове відношення повітряних потоків не повинно перевищувати 0,5. Такий захід використовується достатньо часто, так як у будь – якому випадку установка байпасу є доцільним і дозволяє в теплий період року регулювати параметри повітря на припливі. При цьому додаткові засоби є достатньо невеликими і переважно пов'язані з необхідністю використання відповідних засобів автоматики і органів управління;
- розморожування рекуператорів. Відтаювання теплообмінників відбувається шляхом перемикання режимів роботи. При досягненні відповідного рівня обмерзання здійснюється відключення подавання припливного повітря. У результаті через рекуператор проходить тільки тепле видаляєме повітря. За рахунок цього теплообмінник розморожується.

З енергетичної точки зору наведені вище технічні рішення не є ефективними і при цьому різко знижується загальна ефективність рекуперації.

5.3 VAV – системи вентиляції як один із заходів енергозбереження

До основних переваг використання VAV-систем вентиляції можна віднести:

- індивідуальне керування параметрами повітря в окремих приміщеннях;
- можливість використання датчиків діоксиду вуглецю, датчиків відносної вологості та реле часу для регулювання витрати повітря, яка надходить у приміщення;
- скорочення необхідних капіталовкладень, а також вартості монтажу та введення в експлуатацію;
- зменшення енергоспоживання;

- спрощення пусконалагоджувальних робіт;

- безперервне керування витратою повітря в різних елементах системи;

- інтеграція з системами керування будівлею з використанням протоколів обміну даними MPbus, BACnet, MODbus та EIB/KNX;

- проста модернізація системи при появі нових умов.

Характерною ознакою та перевагою VAV-системи є можливість зменшення витрати повітря, яка пересувається системою, у порівнянні із системою вентиляції зі сталою витратою повітря (CAV). Витрата повітря CAV – системах вентиляції визначається, виходячи з максимального теплового навантаження приміщень, які вона обслуговує. Але практика показує, що в процесі експлуатації будівлі мають місце нерівномірні теплові навантаження протягом дому, а також протягом року. Вони обумовлені сонячною активність в той чи інший період, наявністю або відсутністю людей в приміщеннях, роботою або простоєм технологічного обладнання. Виходячи з цього можна зробити висновок, що потреба в максимальні витраті повітря у всіх приміщеннях будівлі одночасно не завжди має місце. Тому використання VAV – регуляторів в системах вентиляції, які здатні змінювати витрату повітря в залежності від необхідності є достатньо обґрунтованим.

Як уже зазначалося раніше, системи зі змінною витратою повітря вирізняються найменшим рівнем енергоспоживання та найвищою ефективністю серед вентиляційних систем. Однією з ключових відмінностей від традиційних вентиляційних систем є підтримання постійної температури повітря, що подається. Керування кліматом забезпечується шляхом подачі точного обсягу повітря, необхідного в конкретний момент часу. Кількість повітря для подачі до приміщення визначається за допомогою набору опорних параметрів (температура повітря, відносна вологість, рівень CO2 тощо).

Отже, стає можливим реалізувати принцип вентиляції на вимогу. Застосування систем зі змінною витратою повітря дозволяє досягти суттєвої економії енергоресурсів. У будь-якій системі вентиляції основними споживачами є механічний привод та нагрівач (охолоджувач) повітря. Оскільки температура повітря в системі є

незмінною (хоча й відрізняється в режимах нагрівання та охолодження), нагрівач або охолоджувач повітря працює при стабільних параметрах.

Отже, стає можливим виключити коливання температури й зафіксувати споживання енергії на постійному рівні. Особливу увагу слід звернути на спосіб керування роботою вентилятора у складі системи зі змінною витратою повітря. Робота повітророзподільних пристроїв зі змінною витратою повітря не залежить від тиску в системі. Кожний повітророзподільний пристрій у системі облаштовано датчиком для вимірювання поточної величини об'ємної витрати повітря, яка потім порівнюється зі значенням із набору опорних параметрів для регулювання положення заслінки. Це позбавляє необхідності підтримання високого динамічного тиску в системі за допомогою вентилятора.

Замість цього вентиляторові достатньо забезпечити мінімально достатній тиск, необхідний для подачі повітря до найвіддаленішого повітророзподільного пристрою в системі. Отже, при зменшенні навантаження відбувається зниження обертів вентиляторів, а разом з цим — і енергоспоживання [12].

РОЗДІЛ 6
ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНО – МОНТАЖНИХ РОБІТ

6.1 Календарне планування монтажу систем ТГПіВ

Календарний план – проєктно – технологічні документи, які встановлюють послідовність, інтенсивність та терміни виробництва робіт, а також потребу в ресурсах. Результатом календарного планування – є календарний графік виконання робіт. Він визначає календарні терміни початку та закінчення виконання робіт, а також кількість матеріалів та технічних ресурсів, які необхідні на окремому проміжку часу.

Основною задачею календарного планування – складання такого календарного графіку, який був би оптимальним та задовольняв би реальним умовам виробництва.

Критерій оптимальності календарного плану визначається періодом планування та конкретними умовами виробництва. За критерій оптимальності може бути прийнятий мінімум простоїв трудових ресурсів та рівномірність їх використання за певний проміжок часу. Під час складання календарного плану до уваги приймаються:

- терміни виконання робіт;
- інтенсивність використання ресурсів;
- ресурси, які виділяються в конкретні календарні періоди.

Матеріально – технічні ресурси, які використовуються при виконанні монтажних робіт систем мікроклімату, можуть бути розподілені на два типи:

- складські (вироби, деталі та інші);
- не складські (машини і механізми, трудові ресурси).

При складанні календарного плану враховують:

- об’єми;
- трудовитрати;
- трудові ресурси, їх чисельність і кваліфікований склад.

Приймається до уваги послідовність виконання робіт. При календарному плануванні вирішують часові, ресурсні та кошторисні задачі. При вершенні перших

встановлюються терміни початку та закінчення робіт. Вирішення ресурсних задач передбачає врахування меж на використання трудових, матеріально – технічних або фінансових ресурсів шляхом врахування потреб у ресурсах та раціональному розподіленню наявних ресурсів або тих, що надходять на об'єкт у процесі будівництва.

Будівельні задачі спрямовані на урахування при складанні календарного плану таких показників як кошторис, заробітна плата, трудові витрати.

При складанні календарних планів монтажу систем мікроклімату необхідно здійснювати його ув'язку з загально – будівельними роботами. Вона полягає в тому, що тривалість і інтенсивність монтажу систем ТГПіВ залежить від календарного плану виконання загальних будівельно – монтажних робіт.

Розробка календарного плану з монтажу систем мікроклімату об'єкту виконується в наступному порядку:

1 - аналіз вихідних даних;

2 - складання переліку і послідовності монтажних операцій;

3 - визначення об'ємів робіт;

4 - вибір методів виконання монтажних робіт та основних будівельних машин, які для цього знадобляться;

5 - визначення необхідної кількості машино - змін та трудовитрат для виконання монтажних робіт;

6 - визначення складу бригад;

7 - визначення тривалості виконання кожного виду робіт і ув1язка їх виконання у зазначений проміжок часу.

6.2 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»;
- КНУ Ресурсні елементні кошторисні норми на монтаж устаткування. Збірник 18 «Устаткування підприємств хімічної і нафтопереробної промисловості».

При цьому роботи групуються в потоки. По кожному потоку підраховується сумарна трудомісткість робіт. Результати розрахунків зводяться в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 - 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 припливного устаткування						
20-42-1	Продуктивністю до 10 $м^3$/год	1 шт.	2	68,17	136,34	
				РАЗОМ	136,34	17,04
2. Установка вентиляторів осьових						
20-32-1	Масою до 0,025 кг	шт.	5	6,21	31,05	3,88
3. Установка глушників шуму						
20-27-7	Пластинчастих	шт	2	1,65	3,3	0,41
4. Прокладання повітроводів						
20-1-1	Діаметром до 200 мм	100 $м^2$	0,78	261,8	204,2	
20-1-2	Периметром до 600мм	100 $м^2$	0,599	261,8	156,82	
20-1-3	800,1000 мм	100 $м^2$	2,17	239,7	520,15	
20-1-10	от 1100 до 1600 мм	100 $м^2$	1,26	207,4	261,32	
				РАЗОМ	1142,49	142,81

5. Установка повітророзподільників						
20-10-1	Масою до 20 кг	1 шт.	81	2,07	167,67	20,96
6. Установка заслінок повітряних уніфікованих						
20-14-1	Діаметром до 250 мм	1 шт.	66	1,8	118,8	
20-14-6	Периметром до 1000 мм	1 шт	10	1,8	18	
20-14-7	Периметром до 1600 мм	1 шт	10	2,01	20,1	
20-14-8	до 2400 мм	1 шт	4	2,5	10	
				РАЗОМ	166,9	20,86
7. Установка клапанів вогнезатримуючих						
20-13-5	Периметром до 1600 мм	1 шт	7	6,83	47,81	
20-13-6	До 3200 мм	1 шт	4	9,28	37,12	
				РАЗОМ	84,93	10,61
8. Установка зонтів над шахтами прямокутного перетину						
20-19-1	Периметром 1000 мм	1 зонт	2	0,83	1,66	
20-19-6	3200 мм	1 зонт	2	2,94	5,88	
				РАЗОМ	7,54	0,94
ОПАЛЕННЯ						
1. Установка агрегатів повітряних опалювальних						
20-34-1	Масою до 0,25 кг	1 агрегат	46	12,75	586,5	73,31
2. Установка радіаторів сталевих						
18-6-2		100 кВт	0,11	111,46	12,26	1,53
3. 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
КОНДИЦІОНУВАННЯ						
1. Прокладання трубопроводів з труб поліетиленових напірних						
15-19-2	Діаметром 25 мм	100 м	2,62	59,06	154,73	
15-19-3	Діаметром 32 мм	100 м	1,14	65,16	74,28	
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	
				РАЗОМ	439,25	54,91
2. Монтаж холодильної машини						
18-24-1	Масою 1,6 т	1 шт	1	294	294	36,75

6.3. Підготовка об’єктів до монтажу систем мікроклімату

Монтажні роботи систем мікроклімату як правило розпочинаються за умови, якщо об’єкт повністю або його частина мають певну будівельну готовність: закінчена частина робочих процесів, виконана підготовка робочих місць, в наявності необхідні підйомні механізми, відведені і підготовлені місця для складання матеріалів, підготовлені побутові і службові приміщенні. Готовність об’єкта до монтажу систем мікроклімату оформлюється актом.

Перед початком монтажу систем мікроклімату виконуються наступні загально – будівельні роботи:

- у приміщеннях, що розташовані вище від 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 стінах, перекриттях та перегородках для подання великогабаритних вузлів та обладнання до місця монтажу; встановлені в будівельних конструкціях закладні деталі для прикріплення трубопроводів; виконана підготовка під покриття підлоги; засклені приміщення; освітлені місця виконання робіт;
- у приміщеннях, що розташовані нижче від нульової відмітки та поряд з об’єктом повинні бути виконані: відлогові канали, фундаменти і майданчики для встановлення обладнання; будівельні конструкції для прокладання трубопроводів і встановлення сантехнічного обладнання; викопані траншеї для випусків каналізації до перших від будинку колодязів та збудовані колодязі з лотками;
- у санвузлах повинні бути наявні перегородки, поштукатурені стіни та стелі; до встановлення сантехнічних приладів – виконана бути виконана гідроізоляція підлоги, покриття підлоги.

6.3.1. Монтажне проєктування систем мікроклімату

При розробці ескізів, креслень використовуються наступні поняття:

деталь – та частина трубопроводу, яка не має з'єднань (відрізок труби, фланець, відвід тощо), а також засоби, які забезпечують кріплення трубопроводів (опора, підвіска тощо);

елемент – частина системи, яка складається з декількох деталей (як правило, трьох або чотирьох), які з'єднані зварюванням, різзю або іншим способом (трубопровід с фланцями, трубопровід з одним – двома відводами тощо);

вузол – поєднання декількох деталей з використанням розбірних і нерозбірних з'єднань, що обмежене транспортними габаритами. Вузли в свою чергу поділяються на плоскі і просторові;

блок – з'єднання декількох трубних вузлів або вузлів та приладів;

секція – з'єднання декількох труб одного діаметра;

ланка – частина зовнішнього трубопроводу, що складається з декількох співвісно з'єднаних труб;

монтажне положення приладу, обладнання, трубопроводу - це таке їх розташування відносно будівельних конструкцій та іншого обладнання, яке забезпечує зручність монтажу і безпечну експлуатацію;

будівельна довжина - розмір, що визначає положення деталі трубопроводу або вузла щодо суміжної деталі чи обладнання систем (наприклад, відстань від осі приладу або відстань між центрами з'єднувальних частин, арматури, відгалужень);

монтажна довжина - дійсна довжина деталі без з'єднувальних частин; монтажна довжина дат елі менша від її будівельної довжини на розмір скидів Х;

заготівельна довжина – повна довжина відрізка прямої труби, що необхідна для виготовлення вигнутої чи прямої деталі; у прямих не зігнутих деталях монтажна і заготівельна довжини однакові. Заготівельні довжини зігнутих деталей визначають за формулами.

6.3.2. Основні принципи монтажу систем мікроклімату

Монтаж систем мікроклімату складається з підготовчих і основних процесів. До підготовчих процесів відносяться наступні:

- транспортування матеріалів і обладнання;
- складування матеріалів і обладнання;
- укрупнювальне збирання.

До основних процесів:

- підготовка до підняття збільшених блоків та обладнання;
- вивіряння та тимчасове закріплення;
- остаточне закріплення у проєктному положенні;
- антикорозійний та теплотехнічний захист.

Методи монтажу поділяються в залежності від ступеня укрупнення збірних елементів:

- дрібно елементний (з окремих конструктивних деталей);
- по елементний (з конструктивних укрупнених елементів);
- блоковий (з геометрично незмінних блоків, які перед цим були зібрані з окремих конструктивних елементів);
- комплектно – блоковий монтаж.

Організація монтажних робіт — це комплекс заходів, спрямованих на збирання, встановлення та закріплення обладнання, конструкцій або інженерних мереж на об'єкті відповідно до проєктної та технологічної документації.

Існують наступні етапи та процеси організації монтажу:

- організаційно-технічна підготовка. Передбачає розробку проєктно-кошторисної документації та, першочергово, Проєкту виконання робіт (ПВР). Включає приймання приміщень чи будівельних майданчиків, перевірку готовності фундаментів та кріплень, а також постачання матеріалів;
- попередній (вузловий) монтаж. Виготовлення та укрупнення монтажних вузлів, блоків або технологічних трубопроводів на спеціалізованих

майданчиках (чи заводських умовах) перед подачею їх безпосередньо до місця монтажу;

- безпосередній монтаж. Безпечне підіймання, встановлення в проєктне положення, вивірка, з'єднання (зварювання, болтове кріплення тощо) та закріплення елементів конструкцій.
- контроль та випробування. Проведення неруйнівного контролю, гідравлічних чи електричних випробувань, очищення систем та оформлення виконавчої документації для введення в експлуатацію

Доставку матеріалів, обладнання та конструкцій систем мікроклімату в зону проведення монтажних робіт або до місць складування здійснюють переважно автомобільним транспортом. Основною умовою під час транспортування є забезпечення цілісності вантажу, а також забезпечення доставки в тій послідовності та в ті терміни, які зазначені в графіку виконання монтажних робіт.

6.3.3. Передмонтажна ревізія обладнання та трубопроводів

При довгому зберіганні обладнання і трубопровідної арматури перед монтажем проводять перевірку зберігання і відповідності їх встановленим технічним вимогам. Така перевірка називається передмонтажною ревізією. Під час ревізії проводять зняття тари, повне або часткове вилучення антикорозійного покриття і консервуючого мащення, миття деталей, розборку на вузли і окремі деталі, зміну мастил, прокладок, сальникових виробів, зіпсованих деталей і складання. Предмонтажну ревізію виконують силами замовника або підрядної організації. Роботи по передмонтажній ревізії включають в об’єм монтажних робіт. Предмонтажну ревізію обладнання виконує монтажна організація по окремому договору з замовником. Замовник зобов’язаний передати дефектні відомості, інструкції і паспорти заводів-виготовлювачів на це обладнання, а також технічні умови на поставку його і кошторис витрат. В ході предмонтажної ревізії обладнання перевіряють чи нема задирів на оброблених деталях, рисок на робочих поверхнях підшипників, пошкоджень різьби на кріпленнях, а також величину розбігу в

підшипниках і т.п. Особливій перевірці підлягають прокладки і сальникові ущільнення, при необхідності змінюють мащення підшипників. Виявлені пошкодження під час передмонтажної ревізії усувають. Обладнання, яке поставляється заводами-виготовлювачами та передається під пломбою передмонтажній ревізії не підлягає. Роботи по передмонтажній ревізії обладнання виплачує замовник на основі акту приймання робіт, складеннях по формі №7 загального кошторису на будівництво.

6.4. Техніко – економічні показники

Монтажних робіт систем вентиляції:

- загальний об'єм - 481 м^2 повітропроводів;
- проєктна тривалість монтажних робіт Тс=18 днів;
- трудомісткість робіт Q = 208 люд.-дн;
- виробіток у натуральних показниках L / Q = 481/208 = 2,31 м^2·люд /день.
- коефіцієнт використання робітників у часі:

$$k = \frac{R_{\max}}{R_{ср}} \tag{6.1}$$

де $R_{ср}$ - середня кількість робітників, визначається з вираження:

$$R_{ср} = \frac{Q}{T} \tag{6.2}$$

$$R_{ср} = \frac{208}{18} = 11 осіб$$

$$k = \frac{14}{11} = 1,27.$$

Монтажних робіт системи опалення та кондиціонування:

- загальний обсяг робіт - 1610 м.п. трубопроводів;
- проектована тривалість монтажних робіт Тс=21 день;
- трудомісткість робіт Q = 232 люд.-дн;

- виробіток у натуральних показниках L / Q = 1610/232 = 6,93 м.п.· люд/ день.

- середня кількість робітників $R_{ср} = \frac{232}{21} = 11 осіб$

- коефіцієнт використання робітників у часі $k = \frac{16}{11} = 1{,}45.$

РОЗДІЛ 7
ОХОРОНА ПРАЦІ

7.1. Шкідливі виробничі фактори

7.1.1. Шум

Шум - це сукупність різних за силою і частотою звуків, що заважають сприйняттю необхідних для людини сигналів. Шум несприятливо впливає на людину і може спричинити хворобливий стан, зокрема глухуватість і глухоту. Під впливом шуму у людини прискорюється пульс і дихання. Тривалий шум впливає на центральну нервову та серцево—судинну систему: з'являються симптоми перевтоми, послаблюється увага, підвищується нервова збудливість, знижується працездатність, порушується робота шлунково—кишкового тракту.

За частотою звукові коливання поділяються на три діапазони: інфразвукові з частотою менше 20 Гц, звукові — від 20 до 20000 Гц та ультразвукові — понад 20000 Гц.

Органи слуху людини сприймають звукові коливання в інтервалі частоти від 20 до 20 000 Гц та відчувають зміни гучності в 1 дБ. Вухо людини сприймає шум до 130 дБ. При 150 дБ шум для людини нестерпний. При 180 дБ настає втома металу, внаслідок чого із конструкції можуть вискочити заклепки.

Нормою виробничого шуму е рівень звуку до 85 дБ. Рівень шуму до 20 дБ не заважає розбірливості мови. іі збільшенням рівня шуму до 70 дБ і вище мова стає нерозбірливою.

Шум на виробництві створюють машини, механізми, інструменти недосконалої конструкції, зі спрацьованими деталями.

Найефективнішим засобом боротьби з шумом с зниження його в джерелі створення. Для цього шумні технологічні процеси або обладнання замінюють на малошумні. Щоб зменшити шум на виробництві, використовують звуковбирання та звукоізоляцію, екранування і глушителі шуму, індивідуальні засоби захисту від шуму та інше.

7.1.2. Вібрація

Вібрація - це механічні коливання твердих тіл. З фізичної точки зору між шумом і вібрацією принципової відмінності немає, але людина сприймає їх по- різному: вібрація сприймається вестибулярним апаратом та дотиком, а шум - органом слуху. Джерелом вібрації с механічні, пневматичні та електричні інструменти ударної або обертальної дії, обладнання, яке встановлено без достатньої амортизації та віброізоляції, а також транспортні та сільськогосподарські машини.

Вібрація буває загальна і місцева. За характером впливу на організм загальна вібрація передається на все тіло людини, а місцева — на руки працюючого.

Місцева вібрація викликає погіршення кровопостачання окремих органів, при загальній вібрації порушується діяльність серця та центральної нервової системи.

У разі довготривалої та інтенсивної дії вібрації може виникнути тяжке захворювання - вібраційна хвороба.

Дія вібрації залежить від її частоти. Вібрація з частотою 6 Гц резонансною для всього організму.

Людина при цьому відчуває качку, що діє на вестибулярний апарат і центральну нервову систему. За тривалої дії вібрації такої частоти може виникнути захворювання, що має назву «морської хвороби».

Резонансна частота для органів черевної полості (шлунок, печінка та ін.) дорівнює 7 Гц, для голови - 17-27 Гц. У зв'язку з ним коливання з частотою 5-8 Гц викликає почуття вібрації внутрішніх органів; 17-25 Гц — відчуття вібрації в зубах; 40 Гц відчуття вібрації в стопах.

Заходи боротьби з вібрацією поділяють на колективні та індивідуальні. Колективні методи — це методи зниження вібрації через вплив на джерело збудження і методи зниження вібрації на шляху її поширення. Індивідуальними заходами боротьби з вібрацією вважають використання віброзахисного взуття, прокладок, рукавиць. Засоби індивідуального захисту від вібрації:

- спеціальне віброзахисне взуття;
- рукавиці з м'якими надолонниками;

- пружнодемпфіруючі прокладки та пластини для обхвату вібруючих рукояток та деталей.

Засоби, що використовуються під час реалізації вищезгаданих методів віброзахисту, поділяються на:

- огороджувальні (захисні);
- віброізоляційні;
- віброгасильні й вібропоглинаючі;
- засоби автоматичного контролю, сигналізації та дистанційного керування;

позначення вібруючих поверхонь знаком, або фарбою.

Захисні засоби запобігають доступу людини до ділянок, де діє вібрація. Конструктивно вони можуть бути зроблені у вигляді гратчастих, сітчастих та непрозорих перешкод з металу, деревини тощо. Віброізоляція зменшує рівні вібрації, що передаються від джерела на тіло працюючого. Віброізоляція здійснюється уведенням між джерелом вібрації та працюючим проміжного пружного зв'язку, фундамент машин, збудований на пружних прокладках.

Вібропоглинання — це перетворення енергії механічних коливань (вібрації) в інші види енергії (теплову).

Вібропоглинання може бути здійснене використанням конструктивних матеріалів зі значним внутрішнім тертям, нанесенням на поверхню виробу шару пружнов'язких матеріалів, що мають значне внутрішнє тертя.

7.1.3. Ультрафіолетове випромінювання

Джерелами ультрафіолетових випромінювань у виробничих умовах с електродугове зварювання, плазмове обладнання, газо- розрядні лампи тощо.

Біологічна дія ультрафіолетового випромінювання обумовлена хімічними змінами молекул живих клітин, які його поглинають, і виявляться в порушенні поділу та загибелі клітин. Тривалість впливу великих доз випромінювання може призвести до уражень шкіри та органів зору.

Ефективним методом захисту від ультрафіолетового випромінювання с екранування джерел випромінювання. Робочі місця огороджують ширмами, щитами. Як засоби індивідуального захисту використовують спецодяг, спецвзуття, рукавиці, захисні окуляри та щитки із світлофільтрами.

7.1.4. Дія шкідливих речовин

За фізіологічним впливом шкідливі речовини поділяють на 5 груп:

-подразнюючі, що уражують шляхи дихання, шкіру, слизові оболонки (кислоти, луги, сірчисті сполуки, аміак тощо);

- задушливі (інертні гази, вуглекислий газ, метан, азот тощо); отрути, що призводять до уражень внутрішніх органів, кровоносних судин і нервової системи (спирти, ефіри, бензол, фенол, пил таких токсичних металів, як олово, свинець, ртуть, марганець);

- летючі наркотики, що спричинюють наркотичний вплив на організм (ацетилен, летючі вуглеводи);

- пил (інертний або той, що викликає алергічні реакції).

За ступенем впливу на організм людини шкідливі речовини поділяються на 4 класи небезпеки :

1 - й клас - надзвичайно шкідливі;

2- й клас - високошкідливі;

3- й клас - помірно шкідливі;

4- й клас - малошкідливі.

Робота в умовах запиленого повітря призводить до різних захворювань шкіри, запалення очей (кон'юнктивіту), носової та бронхіальної астми, бронхіту, катару шляхів дихання тощо, а також до тяжких професійних захворювань (силікозу) та хронічних отруєнь працюючих.

Шкідливі пара та гази, що утворюються під час технологічних процесів у виробничих приміщеннях, можуть спричинити порушення нормальної життєдіяльності організму працюючого і викликати гострі та хронічні отруєння.

Ці отруєння можуть викликати як тимчасову, так і постійну непрацездатність робітника [16].

7.2. Методи захисту від вібрацій

Заходи, щодо захисту від дії вібрації поділяють на технічні, організаційні та лікувально-профілактичні. Також вони можуть бути розпо1 ділені як колективні та індивідуальні.

До технічних заходів відносять:

- зниження вібрації в джерелі її виникнення (вибір на стадії проектування кінематичних і технологічних схем, які знижують динамічні навантаження в устаткуванні);
- зниження діючої вібрації на шляху розповсюдження від джерела виникнення (вібропоглинання, віброгасіння, віброізоляція) ;

До організаційних заходів відносять:

- організаційно- технічні (своєчасний ремонт та обслуговання обладнання за технологічним регламентом, контроль вібрації, дистанційне керування вібронебезпечним обладнанням);
- організаційне – режимні (режим праці та відпочинку, заборону залучення до вібраційних робіт осіб молодших 18 років, тощо);

До лікувально1профілактичних заходів відносяться:

- медичний огляд;
- лікувальні процедури (фізіологічні процедури, вітаміно- та фітотерапія).

Найбільш важливим напрямком захисту від вібрації є конструктивні методи зниження віброактивності машин та механізмів – зменшення діючих змінних сил у конструкції та зміна її параметрів (жорсткості, приведеної маси, сили тертя демпферного пристрою). Дані методи базуються на аналізі рівнянь, які описують коливання машин.

У випадках, коли технічними засобами не вдається зменшити рівень вібрацій до норми, передбачають забезпечення працівників засобами індивідуального захисту.

Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) можуть застосовуватися як для всього тіла людини, так і окремо для ніг та рук.

У якості таких засобів використовують віброізолюючі рукавиці і віброізолююче взуття, які мають пружні прокладки, що захищають працівника від впливу високочастотної місцевої вібрації. Ефективність таких рукавиць та взуття не дуже висока, тому що товщина вказаних прокладок не може бути дуже великою. Через це вони не дають помітного зменшення вібрацій на низьких частотах, а на високих (більш 100 Гц) їх ефективність зменшується за рахунок хвильових властивостей тканин людського тіла. Для зниження впливу локальної вібрації, що діє під час роботи з перфораторами та відбійними молотками використовують спеціальні пристрої до ручки керування (з елементами пружності, які згинаються, стискуються або скручуються, з телескопічними або шарнірними елементами) [17].

7.3. Індивідуальні засоби захисту від шуму

Дія шуму на людину залежить від його рівня і характеру, тривалості, індивідуального сприйняття людиною. Чуттєвість до шуму залежить також від частоти і віку людини. При частотах 16-1000 Гц чуттєвість вуха збільшується, на частотах 1000-4000 Гц людина володіє найбільшою чуттєвістю, яка зникає при частотах вище 4000 Гц. Також, починаючи з 20-річного віку, у людини губиться чуттєвість слуху.

Орган слуху людини є складною системою. У внутрішньому вусі є близько 25 000 клітин, що реагують на звук. Всього людина розрізняє 34 тисячі звуків різної частоти.

Логарифмічна шкала дозволяє визначати лише фізичну характеристику шуму. Для фізіологічної оцінки шуму використовують криві рівної гучності по частотному діапазону. Це криві отримані експериментальним шляхом за результатами дослідження властивостей органів слуху людини оцінювати звуки різної частоти по суб'єкту відчуття гучності. Рівні гучності вимірюються в фонах і на частоті 1000 Гц дорівнюють рівням звукового тиску.

Слухове поле, що сприймається вухом людини, наведено на рис. 7.1.

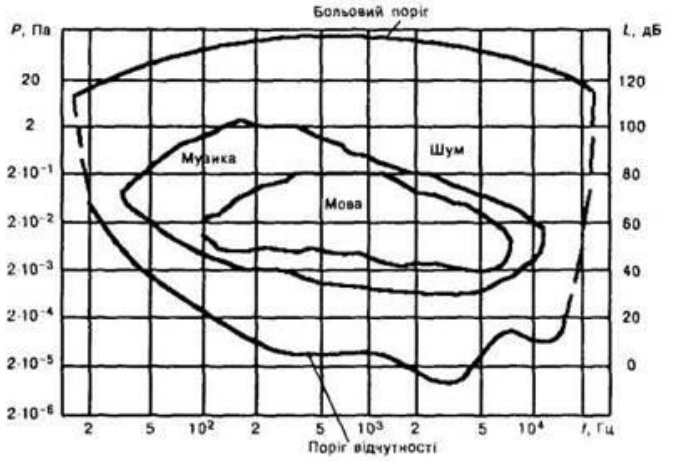

Рис.7.1. Зона слухового сприймання звуків

Орган слуху людини є складною системою. У внутрішньому вусі є близько 25 000 клітин, що реагують на звук. Всього людина розрізняє 34 тисячі звуків різної частоти.

Шкідливий вплив шуму є причиною багатьох серйозних захворювань, діючих на нервову систему. Шум викликає передчасну втому, послаблює увагу, пам'ять, заважає нормальному відпочинку та відновленню сил.

Під впливом шуму розвиваються серцево-судинні захворювання, загострюються виразкові хвороби органів травлення. Причому шумові явища володіють акумуляцією і з часом все сильніше діють на нервову систему.

Шум сприяє подразнюючому впливові на весь організм людини: вповільнює психічні реакції, викликає роздратування, змінює швидкість дихання і частоту пульсу, порушує обмін речовин.

Для зменшення негативного впливу шуму на організм людини застосовують як загально технічні методи зниження шуму, так і індивідуальні засоби захисту.

У разі, якщо зменшити шум до допустимої величини загальнотехнічними заходами неможливо, застосовують ЗІЗ, а саме:

- вкладиші протишумні з матеріалу ФПП-Ш. Беруши для захисту від високочастотного шуму із рівнем до 100 дБ;

- протишумні заглушки Антифони;

- каска протишумна ВЦНІІОТ-2; навушники протишумні ПШ-00 тощо. Навушники мають найбільшу ефективність особливо в області високих частот. Але вони не дуже зручні в експлуатації. Тому їх частіше використовують в тих випадках, коли потрібно періодичне використання;

- вкладиші, які виготовлені з перхлорвінілу типу ФПП, найбільш зручні; завдяки еластичній структурі та малому діаметру волокон вони не руйнують шкіру зовнішнього слухового каналу. Такі вкладиші еластичні і заповнюють слуховий канал і не здійснюють неприємної дії на нього [18].

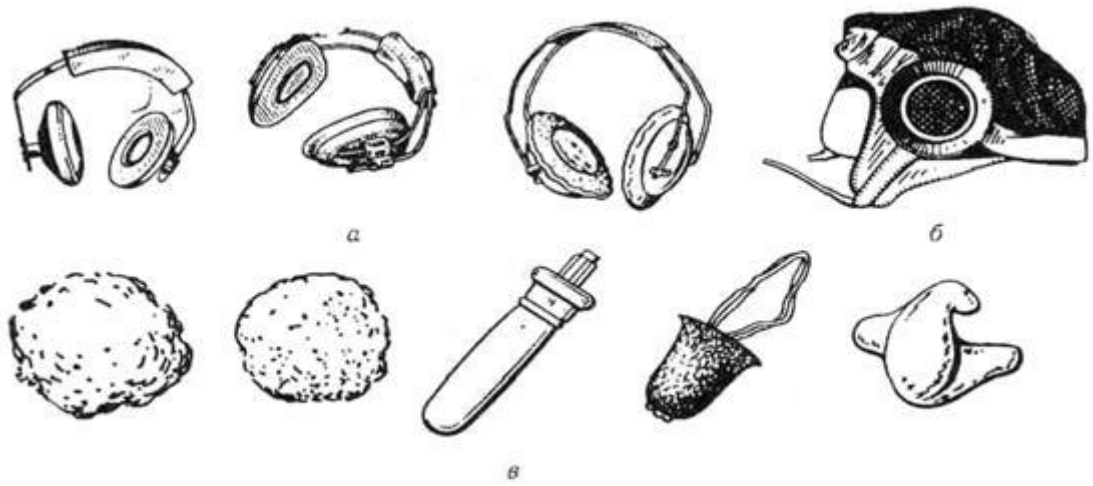

Рис.7.2. Засоби індивідуального захисту органів слуху:
а – навушники; б – шумозаглушувальний шолом; в – протишумові вкладки

7.4. Індивідуальні засоби захисту органів дихання

Захист органів дихання здійснюється за допомогою протигазів та це засіб захисту, що надягається на тіло працівника або його частину, або використовується під час праці. ЗІЗ застосовують тоді, коли безпека робіт не може бути забезпечена конструкцією та розміщенням устаткування, організацією виробничих процесів, архітектурно-планувальними рішеннями та іншими засобами колективного захисту.

Відповідно до Закону України «Про охорону праці» на роботах із шкідливими та небезпечними умовами праці, в особливих температурних умовах, у забрудненому

середовищі робітникам та службовцям безплатно видається спецодяг, спецвзуття та інші засоби індивідуального захисту.

Захист органів дихання здійснюється за допомогою протигазів та респіраторів. За принципом дії протигази поділяються на фільтрувальні та ізолювальні. Фільтрувальні протигази подають у зону дихання очищене повітря із робочої зони, а ізолювальні.

Захист органів дихання здійснюється за допомогою протигазів та повітря із спеціальних ємкостей або чистого середовища, що знаходиться поза робочою зоною. Принцип захисної дії фільтрувальних протигазів заснований на очищені забрудненого повітря з робочої зони за допомогою фільтрувально-поглинальної коробки. Працювати у такому протигазі більше 3 годин протягом робочого дня не допускається. У випадку наявності в повітрі невідомих речовин (більше 0,5% за об'ємом), а також при зменшеному вмісті кисню (менше 18% при нормі 21%) застосовувати фільтрувальні протигази не можна. В таких випадках, а також при роботі у колодязях та ємкостях застосовують лише ізолювальні протигази: шлангові, у яких подача повітря для дихання здійснюються з чистої зони шлангом, або автономні, які підрозділяються на резервуарні та генераційні.

Респіратор – полегшений засіб захисту органів дихання від шкідливих газів, парів, аерозолів, пилу. Він, як правило, складається з двох елементів: півмаски, що ізолює органи дихання від забрудненої атмосфери, та фільтрувальної частини. За призначенням респіратори поділяються на протигазові, протипилові та універсальні.



Рис. 7.3. Респіратори:

А – «Лепесток»; б – РУ-60; в – Ф-62Ш; г – У-2к

Найбільш часто застосовуються: протипилові респіратори ШБ-1 «Лепесток» (вітчизняний аналог «Росток»), У-2к, Ф-62Ш; протигазовий – РПГ-67; універсальний – РУ-60МУ (вітчизняний аналог «Тополя») [19].

7.5. Розрахунок конструктивних елементів приставних драбин з площадкою

У відповідності до ДСТУ Б В.2.8-44:2011 «Майданчики та драбини для будівельно – монтажних робіт» драбини із площадками повинні мати наступне позначення: ЛППС = 2000-1,5х0,6х13.

Несучі елементи поручневого огородження площадок і драбин повинні витримувати навантаження 400Н. Максимальна величина прогину поручня при цьому не повинна перевищувати 0,05м.

Відстань між тятивами необхідно влаштовувати 0,8 м. Відстань між щаблями драбини приймається 0,3 м, відстань від першого щабля до рівня установки – 0,4 м. Сходи встановлюються під кутом 75° до обрію.

Починаючи з висоти 5м (від нижнього кінця) має поручневе огородження по обидва боки з висотою по вертикалі 0,9м.

Висота поручневого огородження площадок 1,2м.

Висота бортового огородження площадок 0,1м.

Сходи зображені на рисунку 7.4.

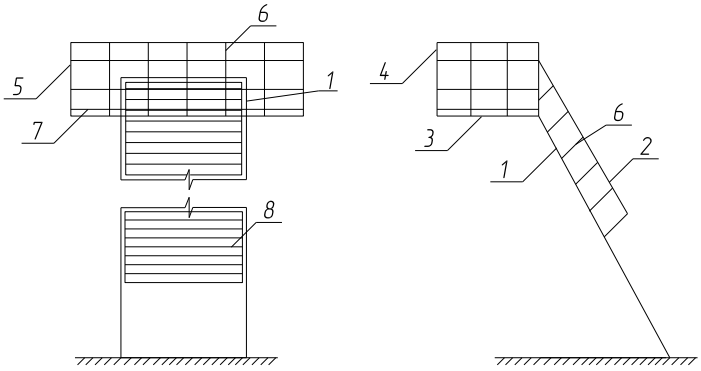

Рис. 7.4. Приставні сходи з площадкою

1 - тятива драбини, 2 - поручневе огородження драбини, 3 - площадка, 4 - поручневе огородження площадки, 5 – стійка, 6 - дуги огородження, 7 - бортове огородження, 8 – щаблі

Схема для розрахунку тятиви представлена на рисунку 7.5.

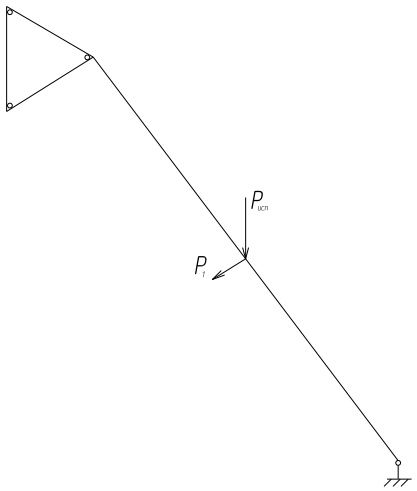

Рис. 7.5. Схема до розрахунку тятиви

Зусилля, прикладене до тятиви (кН) визначається за формулою:

$$P_1 = P_{люд} \cdot \cos 75^o \tag{7.1}$$

$P_1 = 1{,}3 \cdot 0.259 = 0{,}337$ кН

Максимальне значення моменту, кН·м, розраховується за формулою:

$$M_{\max} = \frac{P_1 \cdot L}{4} \tag{7.2}$$

$$M_{\max} = \frac{0.337 \cdot 13.5}{4} = 1.136 \ \ кН \cdot м$$

Необхідне значення опору перетину, см^3, визначається за формулою:

$$W_{тр} = \frac{M_{\max}}{R\gamma c} \tag{7.3}$$

$$W_{тр} = \frac{1{,}136 \cdot 10^3}{0{,}95 \cdot 230} = \frac{1136}{218{,}5} = 5{,}2 \ \ см^3$$

Підбирається перетин із двох двотаврів $W_{тр1} = W_{тр}/2 = 2{,}6$ см^3. Приймається 2 двотаври 10 ($W_x = 39{,}7$ см^3, $A = 24$ см^2).

Виконується перевірка умови:

$$\delta = \frac{M_{\max}}{W_x} + \frac{P_1}{A \cdot \varphi} \le \gamma cR, \tag{7.4}$$

де γ - коефіцієнт поздовжнього вигину.

φ =0,986 при γ =10,66

$$\delta = \frac{1{,}136}{79{,}4} + \frac{0{,}337}{0{,}986 \cdot 24} = 0{,}028 \ \ кН/см^2 = 0{,}28 МПа \le \gamma_c R = 219$$

Умова виконується.

Схема для розрахунку щабля представлена на рисунку 7.6.

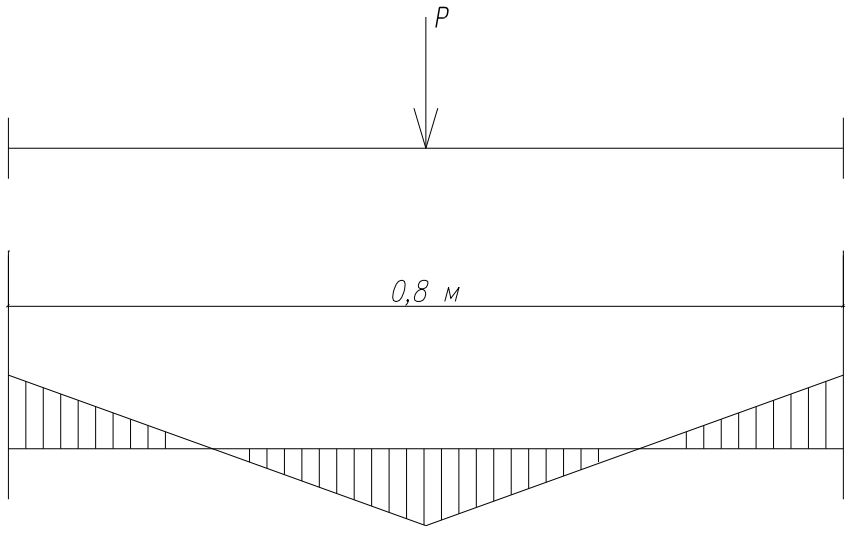

Рис. 7.6. Схема для розрахунку щабля

Максимальне значення моменту, кН·м,розраховується за формулою:

$$M_{max} = \frac{P \cdot L}{8} \qquad (7.5)$$

$$M_{max} = \frac{1{,}3 \cdot 0{,}8}{8} = 0{,}13 \ \ кн \cdot м$$

По формулі (6.3) визначається необхідне значення опору перетину, см^3:

$$W_{тр} = \frac{0{,}13 \cdot 10^3}{0{,}95 \cdot 230} = 0{,}6 \ \ см^3$$

Приймається щабель зі смуги 5х150 мм.

$$W_{расч} = \frac{a \cdot b}{6} = \frac{0.5 \cdot 15^2}{6} = 18.8 \ \ см^3$$

Перевіряється умова (6.4)

$$\delta = \frac{0{,}13}{18.8} + \frac{1{,}3}{7{,}5} = 0{,}18 \ \ кН/см^2 \le \gamma_c R = 218{,}5 МПа$$

Умова виконується.

Схема для розрахунку поручневого огородження площадки представлена на рисунку 7.7.

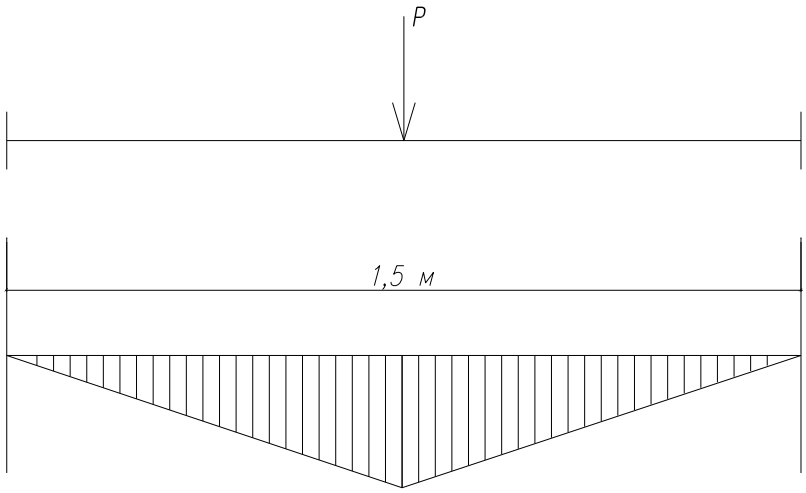

Рис. 7.7 .Схема для розрахунку поручневого огородження площадки

Максимальне значення моменту,кН·м, розраховується за формулою (6.2):

$$M_{\max} = \frac{1{,}3 \cdot 1{,}5}{4} = 0{,}488 \ \ кн \cdot м$$

По формулі (6.3) розраховується необхідне значення опору перетину, см^3:

$$W_{тр} = \frac{0{,}448 \cdot 10^3}{0{,}95 \cdot 230} = 2{,}23 \ \ см^3$$

Приймається поручень зі смуги 6х50 мм.

$$W_{расч} = \frac{a^2 \cdot b}{6} = \frac{0.5 \cdot 6^2}{6} = 3 \ \ см^3$$

Перевіряється умова (7.4)

$$\delta = \frac{0{,}448}{3} + \frac{1{,}3}{3} = 0{,}6 \ \ кН / см^2 = 6 МПа \le \gamma c R = 218{,}5 МПа$$

Умова виконується.

Схема для розрахунку стійки огородження площадки представлена на рисунку 7.8.

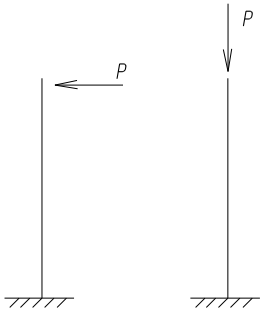

Рис. 7.8. Схема для розрахунку стійки огородження площадки

Максимальне значення моменту для стійки, кН·м, розраховується за формулою:

$$M_{max} = P \cdot L \tag{7.6}$$

$$M_{max} = 1.3 \cdot 1.2 = 1.56 \ \ кН \cdot м$$

За формулою (6.3) визначається необхідне значення опору перетину,см^3:

$$W_{mp} = \frac{1{,}56 \cdot 10^3}{0{,}97 \cdot 230} = 7{,}14 \ \ см^3$$

Приймається швелер 5 (W_x=9,1 см^3, А=6,16 см^2).

Перевіряється умова (6.4)

$$\delta = \frac{1{,}56}{9{,}1} + \frac{1{,}3}{6{,}16} = 0{,}38 \ \ кН/см^2 = 3{,}8 МПа \le \gamma cR = 223{,}1 МПа$$

Умова виконується.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ-Н Б В.1.1 – 27:2010 «Будівельна кліматологія». – К.: Мінрегіонбуд, 2010. – 123 с.
2. ДБН В. 2.5 – 67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування». – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово – комунального господарства України, 2013. – 113 с.
3. 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.
4. ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція будівель». – К. :Міністерство розвитку громад та територій, 2022. – 27 с.
5. Каталог продукції «PURMO» URL: /http://www.purmo.com.ua/
6. ДБН В.2.2 – 28:2010 «Будинки адміністративного та побутового призначення». – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 52 с.
7. Аеродинамічний розрахунок повітроводів / уклад.: Мілейковський В.О., Вахула В. Р. – Київ: КНУБА, 2024. – 60 с.
8. Припливно-витяжні установки з роторним рекуператором Salda RIRS H EKO. URL: https://www.salda.kiev.ua/ua/rirs-h-eko.html
9. 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 р. - 255 с.
10. Автоматика. URL: https://www.ccktm.com/index.php?route=cardfile/cardfile&cardfile_category_id=13
11. Енергозбереження в системах вентиляції. URL: https://alterair.ua/stati/energosberezhenie-v-sistemah-ventilyacii/

12. Оленіна О.Ю. Системи зі змінною витратою повітря (VAV – системи) – максимальна енергоефективність / О.Ю. Оленіна, «Енергоефективність в будівництві та архітектурі», Випуск № 9 – К.: 2017, С. 183-188.
13. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 20 «Вентиляція та кондиціонування повітря». – К.: Міністерство розвитку громад та територій України, 2021. – 150 с.
14. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 18 «Опалення – внутрішнє обладнання». – К.: Міністерство розвитку громад та територій України, 2021. – 56 с.
15. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 15 «Внутрішні санітарно – технічні роботи». – К.: Міністерство розвитку громад та територій України, 2021. – 145 с.
16. Винокурова Л. Е., Васильчук М. В., Гаман М. В. Основи охорони праці: Підручн. для нроф.-техп. навч. закладів. – 2-е вид., допов., перероб.— К. : Вікторія, 2001. 192 с.
17. Основи охорони праці: Підручник. 2-ге видання, доповнене та перероблене. / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний, Д. В. Зеркалов, Р. В. Сабарно, О. І. Полукаров, В. С. Коз'яков, Л. О. Мітюк. За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. - К.: Основа, 2006 - 448 с.
18. Індивідуальні засоби захисту від шуму. URL: https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload/
19. Засоби індивідуального захисту. URL: https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload/ml

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP
уча	тру	Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]
Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			1128
dPцк = 94447 Па				dPгр = -4153 Па				dH =-48.30 м		Lцк = 552.6 м	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											32298
П	В			1.40	18	2533	0.040	0.315	111.8	37.7	2030
				ТС УЗ-3.5		Qn = 3.500 м3/ч		dn 25 мм			
						Q = 0.151 м3/ч		Kv = 10.000 м3/ч			
				ASV-I		настройка 0.9		dn 20 мм			
								Kv = 1.144 м3/ч			
П	В			0.35	18	2533	0.040	0.315	111.8	0.3	54
П	В			2.05	18	2533	0.040	0.315	111.8	0.3	244
П	В			2.35	14	1683	0.020	0.269	117.8	1.0	313
П	В			0.25	14	1683	0.020	0.269	117.8	0.3	40
				165 11 62-66		настройка 5		dn 15 мм			
						авторитет 0.38		Kv = 0.551 м3/ч			
				Отоп.пр.: CV21S-50				n = 11 эл.		l = 1.10 м	1888
О	В			0.35	18	1683	0.020	0.157	35.3	0.3	16
О	В			2.35	18	1683	0.020	0.157	35.3	0.5	89
О	В			2.30	18	2533	0.040	0.312	115.2	0.3	280
О	В			0.20	18	2533	0.040	0.312	115.2	0.3	38
О	В			1.10	18	2533	0.040	0.312	115.2	503.4	24653
				ASV-PV 25		настройка 20		dn 20 мм			
				dPst = 5.00 кПа				Kv = 0.301 м3/ч			
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											32504

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			1127
dPцк = 94464 Па				dPгр = -4136 Па				dH =-47.45 м		Lцк = 549.6 м	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											34626
П	В			1.10	14	850	0.020	0.264	114.3	1.5	178
				165 11 62-66		настройка 5		dn 15 мм			
						авторитет 0.42		Kv = 0.511 м3/ч			
				Отоп.пр.: CV21S-50				n = 5 эл.		l = 0.50 м	2133
О	В			1.20	18	850	0.020	0.155	33.3	1.0	52
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											57475

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			1028
dPцк = 94206 Па				dPгр = -4395 Па				dH =-51.60 м		Lцк = 546.0 м	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											32027
П	В			1.40	18	2533	0.040	0.315	111.8	37.7	2030
				ТС УЗ-3.5		Qn = 3.500 м3/ч		dn 25 мм			
						Q = 0.151 м3/ч		Kv = 10.000 м3/ч			
				ASV-I		настройка 0.9		dn 20 мм			
								Kv = 1.144 м3/ч			

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP
уча	тру	Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]
П	В			0.35	18	2533	0.040	0.315	111.8	0.3	54
П	В			2.05	18	2533	0.040	0.315	111.8	0.3	244
П	В			2.35	14	1683	0.020	0.269	117.8	1.0	313
П	В			0.25	14	1683	0.020	0.269	117.8	0.3	40
				165 11 62-66 настройка 5 dn 15 мм							
				авторитет 0.38 Kv = 0.551 м3/ч							
				Отоп.пр.: CV21S-50 n = 11 эл. l = 1.10 м							1888
О	В			0.35	18	1683	0.020	0.157	35.3	0.3	16
О	В			2.35	18	1683	0.020	0.157	35.3	0.5	89
О	В			2.30	18	2533	0.040	0.312	115.2	0.3	280
О	В			0.20	18	2533	0.040	0.312	115.2	0.3	38
О	В			1.10	18	2533	0.040	0.312	115.2	509.9	24968
				ASV-PV 25 настройка 20 dn 20 мм							
				dPst = 5.00 кПа Kv = 0.300 м3/ч							
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											32219

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.: в помещении .....:							1027
dPцк = 94223 Па dPгр = -4378 Па dH =-50.75 м Lцк = 543.0 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											34355
П	В			1.10	14	850	0.020	0.264	114.3	1.5	178
				165 11 62-66 настройка 5 dn 15 мм							
				авторитет 0.42 Kv = 0.511 м3/ч							
				Отоп.пр.: CV21S-50 n = 5 эл. l = 0.50 м							2133
О	В			1.20	18	850	0.020	0.155	33.3	1.0	52
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											57505

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.: в помещении .....:							928
dPцк = 93964 Па dPгр = -4637 Па dH =-54.90 м Lцк = 539.4 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											31897
П	В			1.40	18	2533	0.040	0.315	111.8	37.7	2030
				ТС УЗ-3.5 Qn = 3.500 м3/ч dn 25 мм							
				Q = 0.151 м3/ч Kv = 10.000 м3/ч							
				ASV-I настройка 0.9 dn 20 мм							
				Kv = 1.144 м3/ч							
П	В			0.35	18	2533	0.040	0.315	111.8	0.3	54
П	В			2.05	18	2533	0.040	0.315	111.8	0.3	244
П	В			2.35	14	1683	0.020	0.269	117.8	1.0	313
П	В			0.25	14	1683	0.020	0.269	117.8	0.3	40
				165 11 62-66 настройка 5 dn 15 мм							
				авторитет 0.38 Kv = 0.551 м3/ч							
				Отоп.пр.: CV21S-50 n = 11 эл. l = 1.10 м							1889
О	В			0.35	18	1683	0.020	0.157	35.3	0.3	16

Итоги - Циркуляционные кольца

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP
уча	тру	Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]
О	В			2.35	18	1683	0.020	0.157	35.3	0.5	89
О	В			2.30	18	2533	0.040	0.312	115.2	0.3	280
О	В			0.20	18	2533	0.040	0.312	115.2	0.3	38
О	В			1.10	18	2533	0.040	0.312	115.2	510.2	24984
				ASV-PV 25		настройка 20			dn 15 мм		
				dPst = 5.00 кПа					Kv = 0.299 м3/ч		
				Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:							32090

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:		в помещении .....:					927
dPцк = 93981 Па				dPгр = -4619 Па		dH =-54.05 м				Lцк = 536.4 м	
				Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:							34225
П	В			1.10	14	850	0.020	0.264	114.3	1.5	178
				165 11 62-66		настройка 5			dn 15 мм		
						авторитет 0.42			Kv = 0.511 м3/ч		
				Отоп.пр.: CV21S-50			n = 5 эл.		l = 0.50 м		2134
О	В			1.20	18	850	0.020	0.155	33.3	1.0	52
				Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:							57391

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:		в помещении .....:					828
dPцк = 93722 Па				dPгр = -4878 Па		dH =-58.20 м				Lцк = 532.8 м	
				Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:							31651
П	В			1.40	18	2533	0.040	0.315	111.8	37.7	2030
				ТС УЗ-3.5		Qn = 3.500 м3/ч			dn 25 мм		
						Q = 0.151 м3/ч			Kv = 10.000 м3/ч		
				ASV-I		настройка 0.9			dn 20 мм		
									Kv = 1.144 м3/ч		
П	В			0.35	18	2533	0.040	0.315	111.8	0.3	54
П	В			2.05	18	2533	0.040	0.315	111.8	0.3	244
П	В			2.35	14	1683	0.020	0.269	117.8	1.0	313
П	В			0.25	14	1683	0.020	0.269	117.8	0.3	40
				165 11 62-66		настройка 5			dn 15 мм		
						авторитет 0.38			Kv = 0.551 м3/ч		
				Отоп.пр.: CV21S-50			n = 11 эл.		l = 1.10 м		1889
О	В			0.35	18	1683	0.020	0.157	35.3	0.3	16
О	В			2.35	18	1683	0.020	0.157	35.3	0.5	89
О	В			2.30	18	2533	0.040	0.312	115.2	0.3	280
О	В			0.20	18	2533	0.040	0.312	115.2	0.3	38
О	В			1.10	18	2533	0.040	0.312	115.2	515.7	25252
				ASV-PV 25		настройка 20			dn 20 мм		
				dPst = 5.00 кПа					Kv = 0.298 м3/ч		
				Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:							31827

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP
уча	тру	Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]
Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			827
dPцк = 93740 Па				dPгр = -4861 Па				dH =-57.35 м		Lцк = 529.8 м	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											33979
П	В			1.10	14	850	0.020	0.264	114.3	1.5	178
				165 11 62-66 настройка 5					dn 15 мм		
						авторитет 0.42		Kv = 0.511 м3/ч			
				Отоп.пр.: CV21S-50			n = 5 эл.		l = 0.50 м		2134
О	В			1.20	18	850	0.020	0.155	33.3	1.0	52
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											57396

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			728
dPцк = 93481 Па				dPгр = -5120 Па				dH =-61.50 м		Lцк = 526.2 м	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											31525
П	В			1.40	18	2533	0.040	0.315	111.8	37.7	2030
				ТС УЗ-3.5		Qn = 3.500 м3/ч			dn 25 мм		
						Q = 0.151 м3/ч		Kv = 10.000 м3/ч			
				ASV-I		настройка 0.9			dn 20 мм		
								Kv = 1.144 м3/ч			
П	В			0.35	18	2533	0.040	0.315	111.8	0.3	54
П	В			2.05	18	2533	0.040	0.315	111.8	0.3	244
П	В			2.35	14	1683	0.020	0.269	117.8	1.0	313
П	В			0.25	14	1683	0.020	0.269	117.8	0.3	40
				165 11 62-66 настройка 5					dn 15 мм		
						авторитет 0.38		Kv = 0.551 м3/ч			
				Отоп.пр.: CV21S-50			n = 11 эл.		l = 1.10 м		1889
О	В			0.35	18	1683	0.020	0.157	35.3	0.3	16
О	В			2.35	18	1683	0.020	0.157	35.3	0.5	89
О	В			2.30	18	2533	0.040	0.312	115.2	0.3	280
О	В			0.20	18	2533	0.040	0.312	115.2	0.3	38
О	В			1.10	18	2533	0.040	0.312	115.2	515.9	25263
				ASV-PV 25		настройка 20			dn 20 мм		
				dPst = 5.00 кПа				Kv = 0.298 м3/ч			
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											31701

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			727
dPцк = 93498 Па				dPгр = -5103 Па				dH =-60.65 м		Lцк = 523.2 м	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											33853
П	В			1.10	14	850	0.020	0.264	114.3	1.5	178
				165 11 62-66 настройка 5					dn 15 мм		
						авторитет 0.42		Kv = 0.511 м3/ч			
				Отоп.пр.: CV21S-50			n = 5 эл.		l = 0.50 м		2134
О	В			1.20	18	850	0.020	0.155	33.3	1.0	52

Итоги - Циркуляционные кольца

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP
уча	тру	Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											57281

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:			в помещении .....:				628
dPцк = 93239 Па				dPгр = -5361 Па			dH =-64.80 м			Lцк = 519.6 м	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											31345
П	В			1.40	18	2533	0.040	0.315	111.8	37.7	2030
				ТС УЗ-3.5 Qn = 3.500 м3/ч dn 25 мм							
				Q = 0.151 м3/ч Kv = 10.000 м3/ч							
				ASV-I настройка 0.9 dn 20 мм							
				Kv = 1.144 м3/ч							
П	В			0.35	18	2533	0.040	0.315	111.8	0.3	54
П	В			2.05	18	2533	0.040	0.315	111.8	0.3	244
П	В			2.35	14	1683	0.020	0.269	117.8	1.0	313
П	В			0.25	14	1683	0.020	0.269	117.8	0.3	40
				165 11 62-66 настройка 5 dn 15 мм							
				авторитет 0.38 Kv = 0.551 м3/ч							
				Отоп.пр.: CV21S-50 n = 11 эл. l = 1.10 м							1888
О	В			0.35	18	1683	0.020	0.157	35.3	0.3	16
О	В			2.35	18	1683	0.020	0.157	35.3	0.5	89
О	В			2.30	18	2533	0.040	0.312	115.2	0.3	280
О	В			0.20	18	2533	0.040	0.312	115.2	0.3	38
О	В			1.10	18	2533	0.040	0.312	115.2	518.4	25381
				ASV-PV 25 настройка 20 dn 20 мм							
				dPst = 5.00 кПа Kv = 0.297 м3/ч							
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											31522

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:			в помещении .....:				627
dPцк = 93256 Па				dPгр = -5344 Па			dH =-63.95 м			Lцк = 516.6 м	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											33673
П	В			1.10	14	850	0.020	0.264	114.3	1.5	178
				165 11 62-66 настройка 5 dn 15 мм							
				авторитет 0.42 Kv = 0.511 м3/ч							
				Отоп.пр.: CV21S-50 n = 5 эл. l = 0.50 м							2134
О	В			1.20	18	850	0.020	0.155	33.3	1.0	52
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											57220

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP
уча	тру	Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]
Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			528
dPцк = 92998 Па				dPгр = -5603 Па				dH =-68.10 м		Lцк = 513.0 м	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											31101
П	В			1.40	18	2533	0.040	0.315	111.8	37.7	2030
				ТС УЗ-3.5		Qn = 3.500 м3/ч		dn 25 мм			
						Q = 0.151 м3/ч		Kv = 10.000 м3/ч			
				ASV-I		настройка 0.9		dn 20 мм			
								Kv = 1.144 м3/ч			
П	В			0.35	18	2533	0.040	0.315	111.8	0.3	54
П	В			2.05	18	2533	0.040	0.315	111.8	0.3	244
П	В			2.35	14	1683	0.020	0.269	117.8	1.0	313
П	В			0.25	14	1683	0.020	0.269	117.8	0.3	40
				165 11 62-66		настройка 5		dn 15 мм			
						авторитет 0.38		Kv = 0.551 м3/ч			
				Отоп.пр.: CV21S-50				n = 11 эл.		l = 1.10 м	1889
О	В			0.35	18	1683	0.020	0.157	35.3	0.3	16
О	В			2.35	18	1683	0.020	0.157	35.3	0.5	89
О	В			2.30	18	2533	0.040	0.312	115.2	0.3	280
О	В			0.20	18	2533	0.040	0.312	115.2	0.3	38
О	В			1.10	18	2533	0.040	0.312	115.2	523.4	25625
				ASV-PV 25		настройка 20		dn 20 мм			
				dPst = 5.00 кПа				Kv = 0.296 м3/ч			
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											31279

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			527
dPцк = 93015 Па				dPгр = -5586 Па				dH =-67.25 м		Lцк = 510.0 м	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											33429
П	В			1.10	14	850	0.020	0.264	114.3	1.5	178
				165 11 62-66		настройка 5		dn 15 мм			
						авторитет 0.42		Kv = 0.511 м3/ч			
				Отоп.пр.: CV21S-50				n = 5 эл.		l = 0.50 м	2134
О	В			1.20	18	850	0.020	0.155	33.3	1.0	52
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											57221

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			428
dPцк = 92756 Па				dPгр = -5844 Па				dH =-71.40 м		Lцк = 506.4 м	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											30784
П	В			1.40	18	2533	0.040	0.315	111.8	41.2	2204
				ТС УЗ-3.5		Qn = 3.500 м3/ч		dn 25 мм			
						Q = 0.151 м3/ч		Kv = 10.000 м3/ч			
				ASV-I		настройка 0.85		dn 20 мм			
								Kv = 1.091 м3/ч			

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP
уча	тру	Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]
П	В			0.35	18	2533	0.040	0.315	111.8	0.3	54
П	В			2.05	18	2533	0.040	0.315	111.8	0.3	244
П	В			2.35	14	1683	0.020	0.269	117.8	1.0	313
П	В			0.25	14	1683	0.020	0.269	117.8	0.3	40
				165 11 62-66 настройка 6 dn 15 мм							
				авторитет 0.34 Kv = 0.578 м3/ч							
				Отоп.пр.: CV21S-50 n = 11 эл. l = 1.10 м							1715
О	В			0.35	18	1683	0.020	0.157	35.3	0.3	16
О	В			2.35	18	1683	0.020	0.157	35.3	0.5	89
О	В			2.30	18	2533	0.040	0.312	115.2	0.3	280
О	В			0.20	18	2533	0.040	0.312	115.2	0.3	38
О	В			1.10	18	2533	0.040	0.312	115.2	531.4	26015
				ASV-PV 25 настройка 20 dn 15 мм							
				dPst = 5.00 кПа Kv = 0.293 м3/ч							
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											30964

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.: в помещении .....:							427
dPцк = 92773 Па dPгр = -5827 Па dH =-70.55 м Lцк = 503.4 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											33286
П	В			1.10	14	850	0.020	0.264	114.3	1.5	178
				165 11 62-66 настройка 5 dn 15 мм							
				авторитет 0.39 Kv = 0.533 м3/ч							
				Отоп.пр.: CV21S-50 n = 5 эл. l = 0.50 м							1961
О	В			1.20	18	850	0.020	0.155	33.3	1.0	52
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											57296

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.: в помещении .....:							328
dPцк = 92515 Па dPгр = -6086 Па dH =-74.70 м Lцк = 499.8 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											30384
П	В			1.40	18	2533	0.040	0.315	111.8	37.7	2030
				ТС УЗ-3.5 Qn = 3.500 м3/ч dn 25 мм							
				Q = 0.151 м3/ч Kv = 10.000 м3/ч							
				ASV-I настройка 0.9 dn 20 мм							
				Kv = 1.144 м3/ч							
П	В			0.35	18	2533	0.040	0.315	111.8	0.3	54
П	В			2.05	18	2533	0.040	0.315	111.8	0.3	244
П	В			2.35	14	1683	0.020	0.269	117.8	1.0	313
П	В			0.25	14	1683	0.020	0.269	117.8	0.3	40
				165 11 62-66 настройка 5 dn 15 мм							
				авторитет 0.38 Kv = 0.551 м3/ч							
				Отоп.пр.: CV21S-50 n = 11 эл. l = 1.10 м							1889
О	В			0.35	18	1683	0.020	0.157	35.3	0.3	16

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP
уча	тру	Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]
О	В			2.35	18	1683	0.020	0.157	35.3	0.5	89
О	В			2.30	18	2533	0.040	0.312	115.2	0.3	280
О	В			0.20	18	2533	0.040	0.312	115.2	0.3	38
О	В			1.10	18	2533	0.040	0.312	115.2	542.8	26572
				ASV-PV 25		настройка 20			dn 20 мм		
				dPst = 5.00 кПа					Kv = 0.290 м3/ч		
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											30566

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:		в помещении .....:					327
dPцк = 92532 Па				dPгр = -6069 Па		dH =-73.85 м				Lцк = 496.8 м	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											32712
П	В			1.10	14	850	0.020	0.264	114.3	1.5	178
				165 11 62-66		настройка 5			dn 15 мм		
						авторитет 0.42			Kv = 0.511 м3/ч		
				Отоп.пр.: CV21S-50				n = 5 эл.	l = 0.50 м		2134
О	В			1.20	18	850	0.020	0.155	33.3	1.0	52
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											57455

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:		в помещении .....:					228
dPцк = 92273 Па				dPгр = -6328 Па		dH =-78.00 м				Lцк = 493.2 м	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											29839
П	В			1.40	18	2533	0.040	0.315	111.8	41.2	2204
				ТС УЗ-3.5		Qn = 3.500 м3/ч			dn 25 мм		
						Q = 0.151 м3/ч			Kv = 10.000 м3/ч		
				ASV-I		настройка 0.85			dn 20 мм		
									Kv = 1.091 м3/ч		
П	В			0.35	18	2533	0.040	0.315	111.8	0.3	54
П	В			2.05	18	2533	0.040	0.315	111.8	0.3	244
П	В			2.35	14	1683	0.020	0.269	117.8	1.0	313
П	В			0.25	14	1683	0.020	0.269	117.8	0.3	40
				165 11 62-66		настройка 6			dn 15 мм		
						авторитет 0.34			Kv = 0.578 м3/ч		
				Отоп.пр.: CV21S-50				n = 11 эл.	l = 1.10 м		1715
О	В			0.35	18	1683	0.020	0.157	35.3	0.3	16
О	В			2.35	18	1683	0.020	0.157	35.3	0.5	89
О	В			2.30	18	2533	0.040	0.312	115.2	0.3	280
О	В			0.20	18	2533	0.040	0.312	115.2	0.3	38
О	В			1.10	18	2533	0.040	0.312	115.2	561.2	27469
				ASV-PV 25		настройка 20			dn 20 мм		
				dPst = 5.00 кПа					Kv = 0.286 м3/ч		
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											29972

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP
уча	тру	Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]
Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			227
dPцк = 92290 Па				dPгр = -6310 Па				dH =-77.15 м		Lцк = 490.2 м	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											32341
П	В			1.10	14	850	0.020	0.264	114.3	1.5	178
				165 11 62-66		настройка 5			dn 15 мм		
						авторитет 0.39		Kv = 0.533 м3/ч			
				Отоп.пр.: CV21S-50			n = 5 эл.		l = 0.50 м		1960
О	В			1.20	18	850	0.020	0.155	33.3	1.0	52
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											57758

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			13
dPцк = 92113 Па				dPгр = -6487 Па				dH =-80.45 м		Lцк = 487.5 м	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											29609
П	В			1.40	18	3000	0.035	0.271	85.3	73.3	2802
				ТС УЗ-3.5		Qn = 3.500 м3/ч			dn 25 мм		
						Q = 0.129 м3/ч		Kv = 10.000 м3/ч			
				ASV-I		настройка 0.6			dn 20 мм		
								Kv = 0.805 м3/ч			
П	В			0.35	18	3000	0.035	0.271	85.3	0.3	41
П	В			2.05	18	3000	0.035	0.271	85.3	0.3	186
П	В			1.95	18	1500	0.017	0.135	25.4	0.5	54
П	В			1.10	18	1500	0.017	0.135	25.4	0.3	31
				165 11 62-66		настройка 5			dn 15 мм		
						авторитет 0.32		Kv = 0.505 м3/ч			
				Отоп.пр.: CV21S-50			n = 10 эл.		l = 1.00 м		1615
О	В			1.20	18	1500	0.017	0.134	26.8	0.3	35
О	В			1.95	18	1500	0.017	0.134	26.8	0.5	57
О	В			2.30	18	3000	0.035	0.267	89.5	0.3	217
О	В			0.20	18	3000	0.035	0.267	89.5	0.3	29
О	В			1.10	18	3000	0.035	0.267	89.5	773.9	27695
				ASV-PV 25		настройка 20			dn 20 мм		
				dPst = 5.00 кПа				Kv = 0.243 м3/ч			
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											29744

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			13
dPцк = 92113 Па				dPгр = -6487 Па				dH =-80.45 м		Lцк = 483.6 м	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											32638
П	В			1.10	18	1500	0.017	0.135	25.4	1.5	42
				165 11 62-66		настройка 5			dn 15 мм		
						авторитет 0.34		Kv = 0.491 м3/ч			
				Отоп.пр.: CV21S-50			n = 10 эл.		l = 1.00 м		1709
О	В			1.20	18	1500	0.017	0.134	26.8	1.0	41

Итоги - Циркуляционные кольца

Тип уча	Тип тру	Номер Стояк	Номер Участ.	L [м]	dn [мм]	Q [Вт]	G [кг/с]	w [м/с]	R [Па/м]	Dzeta	dP [Па]
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											57684

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			226
dPцк = 92334 Па				dPгр = -6266 Па				dH =-78.00 м			Lцк = 475.7 м
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											28624
П	А			1.45	50	45333	0.594	0.290	31.0	1.5	109
П	А			3.30	40	41733	0.552	0.433	93.9	1.0	400
П	В			1.40	18	4233	0.062	0.483	239.4	11.9	1718
				ТС УЗ-3.5 Qn = 3.500 м3/ч dn 25 мм							
				Q = 0.231 м3/ч Kv = 10.000 м3/ч							
				ASV-I настройка 2.4 dn 20 мм							
				Kv = 2.249 м3/ч							
П	В			0.35	18	4233	0.062	0.483	239.4	0.3	119
П	В			2.05	18	4233	0.062	0.483	239.4	0.3	526
П	В			2.35	18	3383	0.042	0.327	119.2	0.5	307
П	В			2.30	14	1683	0.020	0.269	117.8	1.0	307
П	В			0.25	14	1683	0.020	0.269	117.8	0.3	40
				165 11 62-66 настройка 5 dn 15 мм							
				авторитет 0.32 Kv = 0.547 м3/ч							
				Отоп.пр.: CV21S-50 n = 11 эл. l = 1.10 м							1916
О	В			0.35	18	1683	0.020	0.157	35.3	0.3	16
О	В			2.30	18	1683	0.020	0.157	35.3	0.5	87
О	В			2.35	18	3383	0.042	0.323	124.2	0.5	318
О	В			2.30	18	4233	0.062	0.478	246.5	0.3	601
О	В			0.20	18	4233	0.062	0.478	246.5	0.3	84
О	В			1.10	18	4233	0.062	0.478	246.5	241.8	27884
				ASV-PV 25 настройка 19 dn 20 мм							
				dPst = 6.00 кПа Kv = 0.436 м3/ч							
О	А			3.30	40	41733	0.552	0.428	93.4	1.5	442
О	А			1.00	50	45333	0.594	0.286	30.9	1.1	75
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											28761

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			225
dPцк = 92409 Па				dPгр = -6191 Па				dH =-77.15 м			Lцк = 472.8 м
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											31802
П	В			1.10	14	1700	0.022	0.284	129.6	1.5	203
				165 11 62-66 настройка 5 dn 15 мм							
				авторитет 0.36 Kv = 0.542 м3/ч							
				Отоп.пр.: CV21S-50 n = 11 эл. l = 1.10 м							2179
О	В			1.20	18	1700	0.022	0.166	38.7	1.0	60
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											58165

Итоги - Циркуляционные кольца

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP
уча	тру	Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]
Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			224
dPцк = 92352 Па				dPгр = -6249 Па				dH =-77.15 м		Lцк = 468.1 м	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											31496
П	В			1.10	14	850	0.020	0.264	114.3	1.5	178
				165 11 62-66		настройка 5			dn 15 мм		
						авторитет 0.46		Kv = 0.447 м3/ч			
				Отоп.пр.: CV21S-50			n = 5 эл.		l = 0.50 м		2779
О	В			1.20	18	850	0.020	0.155	33.3	1.0	52
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											57848

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			326
dPцк = 92675 Па				dPгр = -5925 Па				dH =-74.70 м		Lцк = 482.3 м	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											29133
П	А			3.30	40	37500	0.490	0.385	74.3	0.5	279
П	В			1.40	18	3750	0.049	0.383	157.9	24.7	2030
				ТС УЗ-3.5		Qn = 3.500 м3/ч			dn 25 мм		
						Q = 0.183 м3/ч		Kv = 10.000 м3/ч			
				ASV-I		настройка 1.2			dn 20 мм		
								Kv = 1.445 м3/ч			
П	В			0.35	18	3750	0.049	0.383	157.9	0.3	77
П	В			2.05	18	3750	0.049	0.383	157.9	0.3	346
П	В			2.35	18	2900	0.029	0.226	62.4	0.5	159
П	В			2.30	14	1200	0.008	0.099	16.1	1.0	42
П	В			0.25	14	1200	0.008	0.099	16.1	0.3	5
				165 11 62-66		настройка 3			dn 15 мм		
						авторитет 0.35		Kv = 0.209 м3/ч			
				Отоп.пр.: CV21S-50			n = 11 эл.		l = 1.10 м		1755
О	В			0.35	18	1200	0.008	0.057	6.0	0.3	3
О	В			2.30	18	1200	0.008	0.057	6.0	0.5	15
О	В			2.35	18	2900	0.029	0.223	66.3	0.5	168
О	В			2.30	18	3750	0.049	0.378	163.8	0.3	398
О	В			0.20	18	3750	0.049	0.378	163.8	0.3	54
О	В			1.10	18	3750	0.049	0.378	163.8	398.1	28655
				ASV-PV 25		настройка 20			dn 20 мм		
				dPst = 5.00 кПа				Kv = 0.339 м3/ч			
О	А			3.30	40	37500	0.490	0.380	74.0	0.5	278
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											29278

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP
уча	тру	Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]
Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			325
dPцк = 92702 Па				dPгр = -5899 Па				dH =-73.85 м		Lцк = 479.4 м	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											32024
П	В			1.10	14	1700	0.022	0.284	129.6	1.5	203
				165 11 62-66 настройка 6					dn 15 мм		
				авторитет 0.31				Kv = 0.636 м3/ч			
				Отоп.пр.: CV21S-50			n = 11 эл.		l = 1.10 м		1583
О	В			1.20	18	1700	0.022	0.166	38.7	1.0	60
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											58831

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			324
dPцк = 92644 Па				dPгр = -5957 Па				dH =-73.85 м		Lцк = 474.7 м	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											31865
П	В			1.10	14	850	0.020	0.264	114.3	1.5	178
				165 11 62-66 настройка 5					dn 15 мм		
				авторитет 0.38				Kv = 0.543 м3/ч			
				Отоп.пр.: CV21S-50			n = 5 эл.		l = 0.50 м		1886
О	В			1.20	18	850	0.020	0.155	33.3	1.0	52
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											58663

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			426
dPцк = 92969 Па				dPгр = -5631 Па				dH =-71.40 м		Lцк = 488.9 м	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											29412
П	А			3.30	40	33750	0.441	0.346	60.4	0.5	227
П	В			1.40	18	3750	0.049	0.383	157.9	24.7	2030
				ТС УЗ-3.5		Qn = 3.500 м3/ч			dn 25 мм		
				Q = 0.183 м3/ч				Kv = 10.000 м3/ч			
				ASV-I		настройка 1.2			dn 20 мм		
								Kv = 1.445 м3/ч			
П	В			0.35	18	3750	0.049	0.383	157.9	0.3	77
П	В			2.05	18	3750	0.049	0.383	157.9	0.3	346
П	В			2.35	18	2900	0.029	0.226	62.4	0.5	159
П	В			2.30	14	1200	0.008	0.099	16.1	1.0	42
П	В			0.25	14	1200	0.008	0.099	16.1	0.3	5
				165 11 62-66 настройка 3					dn 15 мм		
				авторитет 0.35				Kv = 0.209 м3/ч			
				Отоп.пр.: CV21S-50			n = 11 эл.		l = 1.10 м		1755
О	В			0.35	18	1200	0.008	0.057	6.0	0.3	3
О	В			2.30	18	1200	0.008	0.057	6.0	0.5	15
О	В			2.35	18	2900	0.029	0.223	66.3	0.5	168
О	В			2.30	18	3750	0.049	0.378	163.8	0.3	398
О	В			0.20	18	3750	0.049	0.378	163.8	0.3	54

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP
уча	тру	Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]
О	В			1.10	18	3750	0.049	0.378	163.8	395.9	28496
				ASV-PV 25		настройка 20			dn 20 мм		
				dPst = 5.00 кПа					Kv = 0.340 м3/ч		
О	А			3.30	40	33750	0.441	0.342	60.1	0.5	226
				Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:							29556

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			425
dPцк = 92996 Па				dPгр = -5605 Па				dH =-70.55 м			Lцк = 486.0 м
				Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:							32251
П	В			1.10	14	1700	0.022	0.284	129.6	1.5	203
				165 11 62-66		настройка 6			dn 15 мм		
						авторитет 0.31			Kv = 0.636 м3/ч		
				Отоп.пр.: CV21S-50			n = 11 эл.		l = 1.10 м		1583
О	В			1.20	18	1700	0.022	0.166	38.7	1.0	60
				Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:							58898

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			424
dPцк = 92938 Па				dPгр = -5662 Па				dH =-70.55 м			Lцк = 481.3 м
				Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:							32092
П	В			1.10	14	850	0.020	0.264	114.3	1.5	178
				165 11 62-66		настройка 5			dn 15 мм		
						авторитет 0.38			Kv = 0.543 м3/ч		
				Отоп.пр.: CV21S-50			n = 5 эл.		l = 0.50 м		1886
О	В			1.20	18	850	0.020	0.155	33.3	1.0	52
				Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:							58730

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			526
dPцк = 93263 Па				dPгр = -5337 Па				dH =-68.10 м			Lцк = 495.5 м
				Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:							29639
П	А			3.30	40	30000	0.392	0.308	47.9	0.5	180
П	В			1.40	18	3750	0.049	0.383	157.9	24.7	2030
				ТС УЗ-3.5		Qn = 3.500 м3/ч			dn 25 мм		
						Q = 0.183 м3/ч			Kv = 10.000 м3/ч		
				ASV-I		настройка 1.2			dn 20 мм		
									Kv = 1.445 м3/ч		
П	В			0.35	18	3750	0.049	0.383	157.9	0.3	77
П	В			2.05	18	3750	0.049	0.383	157.9	0.3	346
П	В			2.35	18	2900	0.029	0.226	62.4	0.5	159
П	В			2.30	14	1200	0.008	0.099	16.1	1.0	42
П	В			0.25	14	1200	0.008	0.099	16.1	0.3	5
				165 11 62-66		настройка 3			dn 15 мм		
						авторитет 0.35			Kv = 0.209 м3/ч		

Итоги - Циркуляционные кольца

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP
уча	тру	Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]
				Отоп.пр.: CV21S-50			n = 11 эл.		l = 1.10 м		1755
О	В			0.35	18	1200	0.008	0.057	6.0	0.3	3
О	В			2.30	18	1200	0.008	0.057	6.0	0.5	15
О	В			2.35	18	2900	0.029	0.223	66.3	0.5	168
О	В			2.30	18	3750	0.049	0.378	163.8	0.3	398
О	В			0.20	18	3750	0.049	0.378	163.8	0.3	54
О	В			1.10	18	3750	0.049	0.378	163.8	395.0	28432
				ASV-PV 25		настройка 20			dn 20 мм		
				dPst = 5.00 кПа					Kv = 0.340 м3/ч		
О	А			3.30	40	30000	0.392	0.304	47.8	0.5	179
				Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:							29781

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:			в помещении .....:				525
dPцк = 93290 Па				dPгр = -5311 Па			dH =-67.25 м			Lцк = 492.6 м	
				Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:							32431
П	В			1.10	14	1700	0.022	0.284	129.6	1.5	203
				165 11 62-66		настройка 6			dn 15 мм		
						авторитет 0.31			Kv = 0.636 м3/ч		
				Отоп.пр.: CV21S-50			n = 11 эл.		l = 1.10 м		1583
О	В			1.20	18	1700	0.022	0.166	38.7	1.0	60
				Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:							59013

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:			в помещении .....:				524
dPцк = 93232 Па				dPгр = -5368 Па			dH =-67.25 м			Lцк = 487.9 м	
				Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:							32272
П	В			1.10	14	850	0.020	0.264	114.3	1.5	178
				165 11 62-66		настройка 5			dn 15 мм		
						авторитет 0.38			Kv = 0.543 м3/ч		
				Отоп.пр.: CV21S-50			n = 5 эл.		l = 0.50 м		1886
О	В			1.20	18	850	0.020	0.155	33.3	1.0	52
				Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:							58845

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:			в помещении .....:				726
dPцк = 93852 Па				dPгр = -4749 Па			dH =-61.50 м			Lцк = 508.7 м	
				Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:							29819
П	А			3.30	32	26250	0.343	0.392	98.9	0.9	396
П	А			3.30	32	22500	0.294	0.336	73.0	0.4	264
П	В			1.40	18	3750	0.049	0.383	157.9	24.7	2030
				ТС УЗ-3.5		Qn = 3.500 м3/ч			dn 25 мм		
						Q = 0.183 м3/ч			Kv = 10.000 м3/ч		
				ASV-I		настройка 1.2			dn 20 мм		
									Kv = 1.445 м3/ч		

Итоги - Циркуляционные кольца

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP
уча	тру	Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]
П	В			0.35	18	3750	0.049	0.383	157.9	0.3	77
П	В			2.00	18	3750	0.049	0.383	157.9	0.3	338
П	В			2.40	18	2900	0.029	0.226	62.4	0.5	163
П	В			2.30	14	1200	0.008	0.099	16.1	1.0	42
П	В			0.25	14	1200	0.008	0.099	16.1	0.3	5
				165 11 62-66 настройка 3 dn 15 мм							
				авторитет 0.35 Kv = 0.209 м3/ч							
				Отоп.пр.: CV21S-50 n = 11 эл. l = 1.10 м							1764
О	В			0.35	18	1200	0.008	0.057	6.0	0.3	3
О	В			2.30	18	1200	0.008	0.057	6.0	0.5	15
О	В			2.40	18	2900	0.029	0.223	66.3	0.5	172
О	В			2.25	18	3750	0.049	0.378	163.8	0.3	390
О	В			0.20	18	3750	0.049	0.378	163.8	0.3	54
О	В			1.10	18	3750	0.049	0.378	163.8	384.3	27670
				ASV-PV 25 настройка 20 dn 20 мм							
				dPst = 5.00 кПа Kv = 0.345 м3/ч							
О	А			3.30	32	22500	0.294	0.332	72.8	0.4	262
О	А			3.30	32	26250	0.343	0.387	98.5	1.4	430
				Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:							29960

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.: в помещении .....:							725
dPцк = 93878 Па dPгр = -4722 Па dH =-60.65 м Lцк = 505.8 м											
				Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:							33085
П	В			1.10	14	1700	0.022	0.284	129.6	1.5	203
				165 11 62-66 настройка 6 dn 15 мм							
				авторитет 0.31 Kv = 0.634 м3/ч							
				Отоп.пр.: CV21S-50 n = 11 эл. l = 1.10 м							1592
О	В			1.20	18	1700	0.022	0.166	38.7	1.0	60
				Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:							58938

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.: в помещении .....:							724
dPцк = 93821 Па dPгр = -4780 Па dH =-60.65 м Lцк = 501.0 м											
				Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:							32923
П	В			1.10	14	850	0.020	0.264	114.3	1.5	178
				165 11 62-66 настройка 5 dn 15 мм							
				авторитет 0.38 Kv = 0.541 м3/ч							
				Отоп.пр.: CV21S-50 n = 5 эл. l = 0.50 м							1901
О	В			1.20	18	850	0.020	0.155	33.3	1.0	52
				Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:							58767

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP
уча	тру	Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]
Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			826
dPцк = 94146 Па				dPгр = -4454 Па				dH =-58.20 м		Lцк = 515.3 м	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											30478
П	А			3.30	32	18750	0.245	0.280	51.1	0.4	184
П	В			1.40	18	3750	0.049	0.383	157.9	24.7	2030
				ТС УЗ-3.5 Qn = 3.500 м3/ч dn 25 мм							
				Q = 0.183 м3/ч Kv = 10.000 м3/ч							
				ASV-I настройка 1.2 dn 20 мм							
				Kv = 1.445 м3/ч							
П	В			0.35	18	3750	0.049	0.383	157.9	0.3	77
П	В			2.05	18	3750	0.049	0.383	157.9	0.3	346
П	В			2.35	18	2900	0.029	0.226	62.4	0.5	159
П	В			2.30	14	1200	0.008	0.099	16.1	1.0	42
П	В			0.25	14	1200	0.008	0.099	16.1	0.3	5
				165 11 62-66 настройка 3 dn 15 мм							
				авторитет 0.35 Kv = 0.209 м3/ч							
				Отоп.пр.: CV21S-50 n = 11 эл. l = 1.10 м							1755
О	В			0.35	18	1200	0.008	0.057	6.0	0.3	3
О	В			2.30	18	1200	0.008	0.057	6.0	0.5	15
О	В			2.35	18	2900	0.029	0.223	66.3	0.5	168
О	В			2.30	18	3750	0.049	0.378	163.8	0.3	398
О	В			0.20	18	3750	0.049	0.378	163.8	0.3	54
О	В			1.10	18	3750	0.049	0.378	163.8	383.3	27595
				ASV-PV 25 настройка 20 dn 20 мм							
				dPst = 5.00 кПа Kv = 0.346 м3/ч							
О	А			3.30	32	18750	0.245	0.276	51.0	0.4	184
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											30653

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			825
dPцк = 94172 Па				dPгр = -4428 Па				dH =-57.35 м		Lцк = 512.4 м	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											33274
П	В			1.10	14	1700	0.022	0.284	129.6	1.5	203
				165 11 62-66 настройка 6 dn 15 мм							
				авторитет 0.31 Kv = 0.636 м3/ч							
				Отоп.пр.: CV21S-50 n = 11 эл. l = 1.10 м							1583
О	В			1.20	18	1700	0.022	0.166	38.7	1.0	60
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											59052

Итоги - Циркуляционные кольца

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP
уча	тру	Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]
Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			824
dPцк = 94115 Па				dPгр = -4486 Па				dH =-57.35 м		Lцк = 507.7 м	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											33115
П	В			1.10	14	850	0.020	0.264	114.3	1.5	178
				165 11 62-66		настройка 5			dn 15 мм		
						авторитет 0.38		Kv = 0.543 м3/ч			
				Отоп.пр.: CV21S-50			n = 5 эл.		l = 0.50 м		1886
О	В			1.20	18	850	0.020	0.155	33.3	1.0	52
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											58884

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			926
dPцк = 94440 Па				dPгр = -4160 Па				dH =-54.90 м		Lцк = 521.9 м	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											30663
П	А			3.30	32	15000	0.196	0.224	33.0	0.4	119
П	В			1.40	18	3750	0.049	0.383	157.9	24.7	2030
				ТС УЗ-3.5		Qn = 3.500 м3/ч			dn 25 мм		
						Q = 0.183 м3/ч		Kv = 10.000 м3/ч			
				ASV-I		настройка 1.2			dn 20 мм		
									Kv = 1.445 м3/ч		
П	В			0.35	18	3750	0.049	0.383	157.9	0.3	77
П	В			2.05	18	3750	0.049	0.383	157.9	0.3	346
П	В			2.35	18	2900	0.029	0.226	62.4	0.5	159
П	В			2.30	14	1200	0.008	0.099	16.1	1.0	42
П	В			0.25	14	1200	0.008	0.099	16.1	0.3	5
				165 11 62-66		настройка 3			dn 15 мм		
						авторитет 0.35		Kv = 0.209 м3/ч			
				Отоп.пр.: CV21S-50			n = 11 эл.		l = 1.10 м		1754
О	В			0.35	18	1200	0.008	0.057	6.0	0.3	3
О	В			2.30	18	1200	0.008	0.057	6.0	0.5	15
О	В			2.35	18	2900	0.029	0.223	66.3	0.5	168
О	В			2.30	18	3750	0.049	0.378	163.8	0.3	398
О	В			0.20	18	3750	0.049	0.378	163.8	0.3	54
О	В			1.10	18	3750	0.049	0.378	163.8	384.1	27652
				ASV-PV 25		настройка 20			dn 20 мм		
				dPst = 5.00 кПа					Kv = 0.345 м3/ч		
О	А			3.30	32	15000	0.196	0.221	33.0	0.4	119
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											30836

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP
уча	тру	Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]
Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			925
dPцк = 94467 Па				dPгр = -4134 Па				dH =-54.05 м		Lцк = 519.0 м	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											33393
П	В			1.10	14	1700	0.022	0.284	129.6	1.5	203
				165 11 62-66 настройка 6					dn 15 мм		
				авторитет 0.31				Kv = 0.636 м3/ч			
				Отоп.пр.: CV21S-50			n = 11 эл.		l = 1.10 м		1582
О	В			1.20	18	1700	0.022	0.166	38.7	1.0	60
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											59228

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			924
dPцк = 94409 Па				dPгр = -4192 Па				dH =-54.05 м		Lцк = 514.3 м	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											33234
П	В			1.10	14	850	0.020	0.264	114.3	1.5	178
				165 11 62-66 настройка 5					dn 15 мм		
				авторитет 0.38				Kv = 0.544 м3/ч			
				Отоп.пр.: CV21S-50			n = 5 эл.		l = 0.50 м		1885
О	В			1.20	18	850	0.020	0.155	33.3	1.0	52
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											59060

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			1026
dPцк = 94734 Па				dPгр = -3866 Па				dH =-51.60 м		Lцк = 528.5 м	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											30782
П	А			3.30	25	11250	0.147	0.247	52.2	1.1	205
П	В			1.40	18	3750	0.049	0.383	157.9	24.7	2030
				ТС УЗ-3.5	Qn = 3.500 м3/ч				dn 25 мм		
				Q = 0.183 м3/ч					Kv = 10.000 м3/ч		
				ASV-I	настройка 1.2				dn 20 мм		
									Kv = 1.445 м3/ч		
П	В			0.35	18	3750	0.049	0.383	157.9	0.3	77
П	В			2.05	18	3750	0.049	0.383	157.9	0.3	346
П	В			2.35	18	2900	0.029	0.226	62.4	0.5	159
П	В			2.30	14	1200	0.008	0.099	16.1	1.0	42
П	В			0.25	14	1200	0.008	0.099	16.1	0.3	5
				165 11 62-66 настройка 3					dn 15 мм		
				авторитет 0.35				Kv = 0.209 м3/ч			
				Отоп.пр.: CV21S-50			n = 11 эл.		l = 1.10 м		1755
О	В			0.35	18	1200	0.008	0.057	6.0	0.3	3
О	В			2.30	18	1200	0.008	0.057	6.0	0.5	15
О	В			2.35	18	2900	0.029	0.223	66.3	0.5	168
О	В			2.30	18	3750	0.049	0.378	163.8	0.3	398
О	В			0.20	18	3750	0.049	0.378	163.8	0.3	54

Итоги - Циркуляционные кольца

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP
уча	тру	Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]
О	В			1.10	18	3750	0.049	0.378	163.8	382.2	27522
				ASV-PV 25		настройка 20			dn 20 мм		
				dPst = 5.00 кПа					Kv = 0.346 м3/ч		
О	А			3.30	25	11250	0.147	0.245	52.2	1.6	219
				Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:							30955

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			1025
dPцк = 94761 Па				dPгр = -3840 Па				dH =-50.75 м			Lцк = 525.6 м
				Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:							33598
П	В			1.10	14	1700	0.022	0.284	129.6	1.5	203
				165 11 62-66		настройка 6			dn 15 мм		
						авторитет 0.31			Kv = 0.636 м3/ч		
				Отоп.пр.: CV21S-50			n = 11 эл.		l = 1.10 м		1583
О	В			1.20	18	1700	0.022	0.166	38.7	1.0	60
				Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:							59317

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			1024
dPцк = 94703 Па				dPгр = -3897 Па				dH =-50.75 м			Lцк = 520.9 м
				Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:							33439
П	В			1.10	14	850	0.020	0.264	114.3	1.5	178
				165 11 62-66		настройка 5			dn 15 мм		
						авторитет 0.38			Kv = 0.544 м3/ч		
				Отоп.пр.: CV21S-50			n = 5 эл.		l = 0.50 м		1886
О	В			1.20	18	850	0.020	0.155	33.3	1.0	52
				Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:							59148

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			1126
dPцк = 95029 Па				dPгр = -3572 Па				dH =-48.30 м			Lцк = 535.1 м
				Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:							30986
П	А			3.30	25	7500	0.098	0.165	23.7	0.6	86
П	В			1.40	18	3750	0.049	0.383	157.9	24.7	2030
				ТС УЗ-3.5		Qn = 3.500 м3/ч			dn 25 мм		
						Q = 0.183 м3/ч			Kv = 10.000 м3/ч		
				ASV-I		настройка 1.2			dn 20 мм		
									Kv = 1.445 м3/ч		
П	В			0.35	18	3750	0.049	0.383	157.9	0.3	77
П	В			2.05	18	3750	0.049	0.383	157.9	0.3	346
П	В			2.35	18	2900	0.029	0.226	62.4	0.5	159
П	В			2.30	14	1200	0.008	0.099	16.1	1.0	42
П	В			0.25	14	1200	0.008	0.099	16.1	0.3	5
				165 11 62-66		настройка 3			dn 15 мм		
						авторитет 0.35			Kv = 0.209 м3/ч		

Итоги - Циркуляционные кольца

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP
уча	тру	Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]
				Отоп.пр.: CV21S-50			n = 11 эл.		l = 1.10 м		1755
O	B			0.35	18	1200	0.008	0.057	6.0	0.3	3
O	B			2.30	18	1200	0.008	0.057	6.0	0.5	15
O	B			2.35	18	2900	0.029	0.223	66.3	0.5	168
O	B			2.30	18	3750	0.049	0.378	163.8	0.3	398
O	B			0.20	18	3750	0.049	0.378	163.8	0.3	54
O	B			1.10	18	3750	0.049	0.378	163.8	383.9	27644
				ASV-PV 25		настройка 20			dn 20 мм		
				dPst = 5.00 кПа					Kv = 0.345 м3/ч		
O	A			3.30	25	7500	0.098	0.163	23.8	0.6	86
				Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:							31174

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			1125
dPцк = 95055 Па				dPгр = -3546 Па			dH =-47.45 м			Lцк = 532.2 м	
				Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:							33684
П	B			1.10	14	1700	0.022	0.284	129.6	1.5	203
				165 11 62-66		настройка 6			dn 15 мм		
						авторитет 0.31		Kv = 0.636 м3/ч			
				Отоп.пр.: CV21S-50			n = 11 эл.		l = 1.10 м		1583
O	B			1.20	18	1700	0.022	0.166	38.7	1.0	60
				Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:							59525

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			1124
dPцк = 94997 Па				dPгр = -3603 Па			dH =-47.45 м			Lцк = 527.5 м	
				Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:							33525
П	B			1.10	14	850	0.020	0.264	114.3	1.5	178
				165 11 62-66		настройка 5			dn 15 мм		
						авторитет 0.38		Kv = 0.543 м3/ч			
				Отоп.пр.: CV21S-50			n = 5 эл.		l = 0.50 м		1886
O	B			1.20	18	850	0.020	0.155	33.3	1.0	52
				Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:							59356

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			1226
dPцк = 95323 Па				dPгр = -3278 Па			dH =-45.00 м			Lцк = 541.7 м	
				Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:							31072
П	A			3.30	20	3750	0.049	0.147	28.0	0.9	103
П	B			1.40	18	3750	0.049	0.383	157.9	23.5	1942
				TC УЗ-3.5		Qn = 3.500 м3/ч			dn 25 мм		
						Q = 0.183 м3/ч		Kv = 10.000 м3/ч			
				ASV-I		настройка 1.2			dn 20 мм		
									Kv = 1.445 м3/ч		
П	B			0.35	18	3750	0.049	0.383	157.9	0.3	77

Итоги - Циркуляционные кольца

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP
уча	тру	Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]
П	В			2.05	18	3750	0.049	0.383	157.9	0.3	346
П	В			2.35	18	2900	0.029	0.226	62.4	0.5	159
П	В			2.30	14	1200	0.008	0.099	16.1	1.0	42
П	В			0.25	14	1200	0.008	0.099	16.1	0.3	5
				165 11 62-66 настройка 3 dn 15 мм							
				авторитет 0.35 Kv = 0.209 м3/ч							
				Отоп.пр.: CV21S-50 n = 11 эл. l = 1.10 м							1754
О	В			0.35	18	1200	0.008	0.057	6.0	0.3	3
О	В			2.30	18	1200	0.008	0.057	6.0	0.5	15
О	В			2.35	18	2900	0.029	0.223	66.3	0.5	168
О	В			2.30	18	3750	0.049	0.378	163.8	0.3	398
О	В			0.20	18	3750	0.049	0.378	163.8	0.3	54
О	В			1.10	18	3750	0.049	0.378	163.8	386.4	27816
				ASV-PV 25 настройка 20 dn 20 мм							
				dPst = 5.00 кПа Kv = 0.344 м3/ч							
О	А			3.30	20	3750	0.049	0.145	28.2	1.4	108
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											31260

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:		в помещении .....:					1225
dPцк = 95349 Па dPгр = -3251 Па dH =-44.15 м Lцк = 538.8 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											33699
П	В			1.10	14	1700	0.022	0.284	129.6	1.5	203
				165 11 62-66 настройка 6 dn 15 мм							
				авторитет 0.31 Kv = 0.636 м3/ч							
				Отоп.пр.: CV21S-50 n = 11 эл. l = 1.10 м							1582
О	В			1.20	18	1700	0.022	0.166	38.7	1.0	60
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											59805

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:		в помещении .....:					1224
dPцк = 95291 Па dPгр = -3309 Па dH =-44.15 м Lцк = 534.1 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											33540
П	В			1.10	14	850	0.020	0.264	114.3	1.5	178
				165 11 62-66 настройка 5 dn 15 мм							
				авторитет 0.38 Kv = 0.544 м3/ч							
				Отоп.пр.: CV21S-50 n = 5 эл. l = 0.50 м							1885
О	В			1.20	18	850	0.020	0.155	33.3	1.0	52
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											59637

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP
уча	тру	Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]
Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			626
dPцк = 93558 Па				dPгр = -5043 Па				dH =-64.80 м		Lцк = 502.1 м	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											30215
П	В			1.40	18	3750	0.049	0.383	157.9	24.7	2030
				ТС УЗ-3.5		Qn = 3.500 м3/ч		dn 25 мм			
						Q = 0.183 м3/ч		Kv = 10.000 м3/ч			
				ASV-I		настройка 1.2		dn 20 мм			
								Kv = 1.445 м3/ч			
П	В			0.35	18	3750	0.049	0.383	157.9	0.3	77
П	В			2.05	18	3750	0.049	0.383	157.9	0.3	346
П	В			2.35	18	2900	0.029	0.226	62.4	0.5	159
П	В			2.30	14	1200	0.008	0.099	16.1	1.0	42
П	В			0.25	14	1200	0.008	0.099	16.1	0.3	5
				165 11 62-66		настройка 3		dn 15 мм			
						авторитет 0.35		Kv = 0.209 м3/ч			
				Отоп.пр.: CV21S-50			n = 11 эл.	l = 1.10 м			1754
О	В			0.35	18	1200	0.008	0.057	6.0	0.3	3
О	В			2.30	18	1200	0.008	0.057	6.0	0.5	15
О	В			2.35	18	2900	0.029	0.223	66.3	0.5	168
О	В			2.30	18	3750	0.049	0.378	163.8	0.3	398
О	В			0.20	18	3750	0.049	0.378	163.8	0.3	54
О	В			1.10	18	3750	0.049	0.378	163.8	387.5	27901
				ASV-PV 25		настройка 20		dn 20 мм			
				dPst = 5.00 кПа				Kv = 0.344 м3/ч			
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											30390

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			625
dPцк = 93584 Па				dPгр = -5016 Па				dH =-63.95 м		Lцк = 499.2 м	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											32827
П	В			1.10	14	1700	0.022	0.284	129.6	1.5	203
				165 11 62-66		настройка 6		dn 15 мм			
						авторитет 0.31		Kv = 0.636 м3/ч			
				Отоп.пр.: CV21S-50			n = 11 эл.	l = 1.10 м			1582
О	В			1.20	18	1700	0.022	0.166	38.7	1.0	60
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											58912

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			624
dPцк = 93526 Па				dPгр = -5074 Па				dH =-63.95 м		Lцк = 494.5 м	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											32667
П	В			1.10	14	850	0.020	0.264	114.3	1.5	178
				165 11 62-66		настройка 5		dn 15 мм			
						авторитет 0.38		Kv = 0.544 м3/ч			

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP
уча	тру	Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]
				Отоп.пр.: CV21S-50				n = 5 эл.	l = 0.50 м		1885
О	В			1.20	18	850	0.020	0.155	33.3	1.0	52
				Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:							58744

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			19
dPцк = 92127 Па				dPгр = -6474 Па				dH =-80.45 м			Lцк = 465.4 м
				Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:							28733
П	В			1.40	18	3600	0.042	0.325	117.8	45.3	2552
				ТС УЗ-3.5		Qn = 3.500 м3/ч		dn 25 мм			
						Q = 0.155 м3/ч		Kv = 10.000 м3/ч			
				ASV-I		настройка 0.8		dn 20 мм			
								Kv = 1.037 м3/ч			
П	В			0.35	18	3600	0.042	0.325	117.8	0.3	57
П	В			2.05	18	3600	0.042	0.325	117.8	0.3	257
П	В			1.95	18	1800	0.021	0.162	34.8	0.5	75
П	В			1.10	18	1800	0.021	0.162	34.8	0.3	42
				165 11 62-66		настройка 6		dn 15 мм			
						авторитет 0.32		Kv = 0.604 м3/ч			
				Отоп.пр.: CV21S-50				n = 12 эл.	l = 1.20 м		1626
О	В			1.20	18	1800	0.021	0.160	36.8	0.3	48
О	В			1.95	18	1800	0.021	0.160	36.8	0.5	78
О	В			2.30	18	3600	0.042	0.320	123.3	0.3	299
О	В			0.20	18	3600	0.042	0.320	123.3	0.3	40
О	В			1.10	18	3600	0.042	0.320	123.3	571.5	29484
				ASV-PV 25		настройка 20		dn 20 мм			
				dPst = 5.00 кПа				Kv = 0.283 м3/ч			
				Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:							28836

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			19
dPцк = 92127 Па				dPгр = -6474 Па				dH =-80.45 м			Lцк = 461.5 м
				Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:							31599
П	В			1.10	18	1800	0.021	0.162	34.8	1.5	58
				165 11 62-66		настройка 6		dn 15 мм			
						авторитет 0.35		Kv = 0.582 м3/ч			
				Отоп.пр.: CV21S-50				n = 12 эл.	l = 1.20 м		1754
О	В			1.20	18	1800	0.021	0.160	36.8	1.0	57
				Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:							58659

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			1223
dPцк = 94857 Па				dPгр = -3744 Па				dH =-45.00 м			Lцк = 499.5 м
				Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:							25879
П	А			1.50	50	84529	1.258	0.613	136.1	1.5	492

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP
уча	тру	Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]
П	А			3.30	50	76329	1.139	0.555	111.7	0.5	440
П	А			3.30	50	69343	1.033	0.504	92.2	0.5	363
П	А			3.30	50	62357	0.928	0.452	74.5	0.5	293
П	А			3.30	50	55472	0.833	0.406	60.3	0.5	237
П	А			3.30	50	48486	0.728	0.355	46.2	0.5	182
П	А			3.30	50	41500	0.622	0.304	34.0	0.5	134
П	А			3.30	40	34514	0.517	0.406	82.4	1.0	351
П	А			3.30	40	27528	0.411	0.323	52.6	0.5	198
П	А			3.30	32	20542	0.306	0.349	78.9	0.9	315
П	А			3.30	32	13556	0.201	0.229	34.5	0.4	124
П	А			3.30	25	6570	0.095	0.160	22.4	1.1	87
П	В			1.32	25	6570	0.095	0.387	107.0	21.7	1765
				ТС УЗ-3.5 Qn = 3.500 м3/ч dn 25 мм							
				Q = 0.355 м3/ч Kv = 10.000 м3/ч							
				ASV-I настройка 1.6 dn 25 мм							
				Kv = 3.003 м3/ч							
П	В			0.50	25	6570	0.095	0.387	107.0	0.3	76
П	В			1.23	25	6570	0.095	0.387	107.0	0.3	154
П	В			2.00	25	5770	0.083	0.337	83.5	0.5	195
П	В			2.00	18	4820	0.069	0.540	292.8	1.0	732
П	В			2.60	18	2001	0.038	0.300	102.3	0.5	288
П	В			1.60	18	2001	0.038	0.300	102.3	0.0	164
П	В			2.40	14	1001	0.019	0.253	106.2	1.0	287
П	В			0.35	14	1001	0.019	0.253	106.2	0.3	47
				165 11 62-66 настройка 5 dn 15 мм							
				авторитет 0.29 Kv = 0.470 м3/ч							
				Отоп.пр.: CV21S-50 n = 6 эл. l = 0.60 м							2304
О	В			0.25	14	1001	0.019	0.251	109.0	0.3	37
О	В			2.40	14	1001	0.019	0.251	109.0	1.5	309
О	В			1.50	18	2001	0.038	0.297	104.8	0.0	157
О	В			2.70	18	2001	0.038	0.297	104.8	0.5	305
О	В			2.00	18	4820	0.069	0.534	301.5	1.5	817
О	В			2.00	25	5770	0.083	0.333	86.3	0.5	200
О	В			1.28	25	6570	0.095	0.383	110.3	0.3	163
О	В			0.15	25	6570	0.095	0.383	110.3	0.3	39
О	В			1.33	25	6570	0.095	0.383	110.3	388.4	28631
				ASV-PV 25 настройка 17 dn 25 мм							
				dPst = 8.00 кПа Kv = 0.658 м3/ч							
О	А			3.30	25	6570	0.095	0.158	22.4	1.6	94
О	А			3.30	32	13556	0.201	0.226	34.4	0.4	124
О	А			3.30	32	20542	0.306	0.346	78.6	1.4	343
О	А			3.30	40	27528	0.411	0.320	52.4	0.5	197

Итоги - Циркуляционные кольца

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP
уча	тру	Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]
О	А			3.30	40	34514	0.517	0.401	82.1	1.5	389
О	А			3.30	50	41500	0.622	0.301	33.9	0.5	133
О	А			3.30	50	48486	0.728	0.351	46.1	0.5	181
О	А			3.30	50	55472	0.833	0.402	60.1	0.5	236
О	А			3.30	50	62357	0.928	0.448	74.2	0.5	291
О	А			3.30	50	69343	1.033	0.499	91.7	0.5	360
О	А			3.30	50	76329	1.139	0.550	111.1	0.5	437
О	А			1.05	50	84529	1.258	0.607	135.2	1.1	338
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											25968

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			1223
dPцк = 94939 Па				dPгр = -3661 Па				dH =-43.65 м			Lцк = 497.4 м
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											32470
П	В			1.70	14	1001	0.019	0.253	106.2	1.5	229
				165 11 62-66 настройка 5 dn 15 мм							
				авторитет 0.33 Kv = 0.440 м3/ч							
				Отоп.пр.: CV21S-50 n = 6 эл. l = 0.60 м							2632
О	В			1.60	14	1001	0.019	0.251	109.0	1.0	206
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											59402

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			1222
dPцк = 94955 Па				dPгр = -3645 Па				dH =-44.15 м			Lцк = 492.0 м
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											32018
П	В			0.60	18	2819	0.031	0.240	69.3	1.5	85
П	В			2.00	14	1869	0.025	0.325	165.0	1.5	409
П	В			0.60	14	1869	0.025	0.325	165.0	0.3	115
				165 11 62-66 настройка 5 dn 15 мм							
				авторитет 0.35 Kv = 0.544 м3/ч							
				Отоп.пр.: CV21S-50 n = 12 эл. l = 1.20 м							2819
О	В			0.50	14	1869	0.025	0.322	171.6	0.3	101
О	В			2.00	14	1869	0.025	0.322	171.6	1.0	395
О	В			0.60	18	2819	0.031	0.237	73.2	1.0	72
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											58940

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			1221
dPцк = 95021 Па				dPгр = -3580 Па				dH =-44.15 м			Lцк = 488.0 м
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											32103
П	В			0.60	14	950	0.006	0.081	8.7	1.0	8
				165 11 62-66 настройка 2 dn 15 мм							
				авторитет 0.48 Kv = 0.115 м3/ч							
				Отоп.пр.: CV21S-50 n = 9 эл. l = 0.90 м							3885
О	В			0.50	14	950	0.006	0.079	13.9	1.5	12

Итоги - Циркуляционные кольца

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP
уча	тру	Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											59012

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			1220
dPцк = 94935 Па				dPгр = -3665 Па				dH =-44.15 м			Lцк = 484.0 м
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											31287
П	В			1.20	14	950	0.014	0.179	57.9	1.5	94
				165 11 62-66 настройка 3 dn 15 мм							
				авторитет 0.67 Kv = 0.218 м3/ч							
				Отоп.пр.: CV21S-50 n = 6 эл. l = 0.60 м							5350
О	В			1.10	14	950	0.014	0.177	60.3	1.0	82
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											58123

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			1219
dPцк = 94928 Па				dPгр = -3672 Па				dH =-44.15 м			Lцк = 480.0 м
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											31091
П	В			1.20	14	800	0.012	0.162	48.8	1.5	78
				165 11 62-66 настройка 3 dn 15 мм							
				авторитет 0.72 Kv = 0.190 м3/ч							
				Отоп.пр.: CV21S-50 n = 5 эл. l = 0.50 м							5767
О	В			1.10	14	800	0.012	0.161	50.8	1.0	69
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											57922

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			1123
dPцк = 94590 Па				dPгр = -4010 Па				dH =-48.30 м			Lцк = 492.9 м
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											29009
П	В			1.32	25	6986	0.105	0.429	128.8	18.3	1858
				ТС УЗ-3.5 Qn = 3.500 м3/ч dn 25 мм							
				Q = 0.393 м3/ч Kv = 10.000 м3/ч							
				ASV-I настройка 2 dn 25 мм							
				Kv = 3.456 м3/ч							
П	В			0.50	25	6986	0.105	0.429	128.8	0.3	92
П	В			1.23	25	6986	0.105	0.429	128.8	0.3	186
П	В			2.00	25	6186	0.093	0.379	103.1	0.5	242
П	В			2.00	18	5236	0.080	0.621	376.8	1.0	947
П	В			2.60	18	2001	0.038	0.300	102.3	0.5	288
П	В			1.60	18	2001	0.038	0.300	102.3	0.0	164
П	В			2.40	14	1001	0.019	0.253	106.2	1.0	287
П	В			0.35	14	1001	0.019	0.253	106.2	0.3	47
				165 11 62-66 настройка 5 dn 15 мм							
				авторитет 0.30 Kv = 0.433 м3/ч							
				Отоп.пр.: CV21S-50 n = 6 эл. l = 0.60 м							2707
О	В			0.25	14	1001	0.019	0.251	109.0	0.3	37

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP
уча	тру	Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]
О	В			2.40	14	1001	0.019	0.251	109.0	1.5	309
О	В			1.50	18	2001	0.038	0.297	104.8	0.0	157
О	В			2.70	18	2001	0.038	0.297	104.8	0.5	305
О	В			2.00	18	5236	0.080	0.615	386.5	1.5	1057
О	В			2.00	25	6186	0.093	0.375	106.2	0.5	248
О	В			1.28	25	6986	0.105	0.425	132.5	0.3	197
О	В			0.15	25	6986	0.105	0.425	132.5	0.3	47
О	В			1.33	25	6986	0.105	0.425	132.5	301.5	27410
				ASV-PV 25 настройка 16 dn 25 мм							
				dPst = 9.00 кПа Kv = 0.747 м3/ч							
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											28996

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:			в помещении .....:				1123
dPцк = 94673 Па				dPгр = -3928 Па			dH =-46.95 м			Lцк = 490.8 м	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											32786
П	В			1.70	14	1001	0.019	0.253	106.2	1.5	229
				165 11 62-66 настройка 4 dn 15 мм							
				авторитет 0.34 Kv = 0.409 м3/ч							
				Отоп.пр.: CV21S-50 n = 6 эл. l = 0.60 м							3035
О	В			1.60	14	1001	0.019	0.251	109.0	1.0	206
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											58417

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:			в помещении .....:				1122
dPцк = 94679 Па				dPгр = -3921 Па			dH =-47.45 м			Lцк = 485.4 м	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											32334
П	В			0.60	18	3235	0.041	0.321	115.8	1.5	147
П	В			2.00	14	1869	0.025	0.325	165.0	1.5	409
П	В			0.60	14	1869	0.025	0.325	165.0	0.3	115
				165 11 62-66 настройка 5 dn 15 мм							
				авторитет 0.34 Kv = 0.519 м3/ч							
				Отоп.пр.: CV21S-50 n = 12 эл. l = 1.20 м							3100
О	В			0.50	14	1869	0.025	0.322	171.6	0.3	101
О	В			2.00	14	1869	0.025	0.322	171.6	1.0	395
О	В			0.60	18	3235	0.041	0.318	120.5	1.0	123
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											57955

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:			в помещении .....:				1121
dPцк = 94685 Па				dPгр = -3916 Па			dH =-47.45 м			Lцк = 481.4 м	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											32481
П	В			0.60	14	1366	0.017	0.218	81.7	1.0	73
				165 11 62-66 настройка 4 dn 15 мм							
				авторитет 0.44 Kv = 0.307 м3/ч							

Итоги - Циркуляционные кольца

Тип уча	Тип тру	Номер Стояк	Номер Участ.	L [м]	dn [мм]	Q [Вт]	G [кг/с]	w [м/с]	R [Па/м]	Dzeta	dP [Па]
				Отоп.пр.: CV21S-50			n = 9 эл.		l = 0.90 м		3976
О	В			0.50	14	1366	0.017	0.215	85.8	1.5	78
				Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:							58077

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			1120
dPцк = 94669 Па				dPгр = -3932 Па			dH =-47.45 м			Lцк = 477.4 м	
				Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:							31388
П	В			1.20	14	950	0.014	0.179	57.9	1.5	94
				165 11 62-66 настройка 3					dn 15 мм		
				авторитет 0.69				Kv = 0.202 м3/ч			
				Отоп.пр.: CV21S-50			n = 6 эл.		l = 0.60 м		6208
О	В			1.10	14	950	0.014	0.177	60.3	1.0	82
				Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:							56898

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			1119
dPцк = 94662 Па				dPгр = -3939 Па			dH =-47.45 м			Lцк = 473.4 м	
				Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:							31145
П	В			1.20	14	800	0.012	0.162	48.8	1.5	78
				165 11 62-66 настройка 3					dn 15 мм		
				авторитет 0.74				Kv = 0.176 м3/ч			
				Отоп.пр.: CV21S-50			n = 5 эл.		l = 0.50 м		6719
О	В			1.10	14	800	0.012	0.161	50.8	1.0	69
				Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:							56650

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			1023
dPцк = 94330 Па				dPгр = -4271 Па			dH =-51.60 м			Lцк = 486.3 м	
				Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:							28885
П	В			1.32	25	6986	0.105	0.429	128.8	18.3	1858
				ТС УЗ-3.5		Qn = 3.500 м3/ч			dn 25 мм		
						Q = 0.393 м3/ч		Kv = 10.000 м3/ч			
				ASV-I		настройка 2			dn 25 мм		
								Kv = 3.456 м3/ч			
П	В			0.50	25	6986	0.105	0.429	128.8	0.3	92
П	В			1.23	25	6986	0.105	0.429	128.8	0.3	186
П	В			2.00	25	6186	0.093	0.379	103.1	0.5	242
П	В			2.00	18	5236	0.080	0.621	376.8	1.0	947
П	В			2.60	18	2001	0.038	0.300	102.3	0.5	288
П	В			1.60	18	2001	0.038	0.300	102.3	0.0	164
П	В			2.40	14	1001	0.019	0.253	106.2	1.0	287
П	В			0.35	14	1001	0.019	0.253	106.2	0.3	47
				165 11 62-66 настройка 5					dn 15 мм		
				авторитет 0.30				Kv = 0.433 м3/ч			

Итоги - Циркуляционные кольца

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP
уча	тру	Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]
				Отоп.пр.: CV21S-50			n = 6 эл.		l = 0.60 м		2708
O	B			0.25	14	1001	0.019	0.251	109.0	0.3	37
O	B			2.40	14	1001	0.019	0.251	109.0	1.5	309
O	B			1.50	18	2001	0.038	0.297	104.8	0.0	157
O	B			2.70	18	2001	0.038	0.297	104.8	0.5	305
O	B			2.00	18	5236	0.080	0.615	386.5	1.5	1057
O	B			2.00	25	6186	0.093	0.375	106.2	0.5	248
O	B			1.28	25	6986	0.105	0.425	132.5	0.3	197
O	B			0.15	25	6986	0.105	0.425	132.5	0.3	47
O	B			1.33	25	6986	0.105	0.425	132.5	301.4	27398
				ASV-PV 25		настройка 16			dn 25 мм		
				dPst = 9.00 кПа					Kv = 0.747 м3/ч		
				Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:							28872

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:			в помещении .....:				1023
dPцк = 94412 Па				dPгр = -4188 Па			dH =-50.25 м			Lцк = 484.2 м	
				Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:							32662
П	B			1.70	14	1001	0.019	0.253	106.2	1.5	229
				165 11 62-66		настройка 4			dn 15 мм		
						авторитет 0.34			Kv = 0.409 м3/ч		
				Отоп.пр.: CV21S-50			n = 6 эл.		l = 0.60 м		3035
O	B			1.60	14	1001	0.019	0.251	109.0	1.0	206
				Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:							58280

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:			в помещении .....:				1022
dPцк = 94419 Па				dPгр = -4182 Па			dH =-50.75 м			Lцк = 478.8 м	
				Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:							32210
П	B			0.60	18	3235	0.041	0.321	115.8	1.5	147
П	B			2.00	14	1869	0.025	0.325	165.0	1.5	409
П	B			0.60	14	1869	0.025	0.325	165.0	0.3	115
				165 11 62-66		настройка 5			dn 15 мм		
						авторитет 0.34			Kv = 0.519 м3/ч		
				Отоп.пр.: CV21S-50			n = 12 эл.		l = 1.20 м		3100
O	B			0.50	14	1869	0.025	0.322	171.6	0.3	101
O	B			2.00	14	1869	0.025	0.322	171.6	1.0	395
O	B			0.60	18	3235	0.041	0.318	120.5	1.0	123
				Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:							57818

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP
уча	тру	Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]
Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			1021
dPцк = 94424 Па				dPгр = -4176 Па				dH =-50.75 м		Lцк = 474.8 м	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											32357
П	В			0.60	14	1366	0.017	0.218	81.7	1.0	73
				165 11 62-66 настройка 4					dn 15 мм		
							авторитет 0.44		Kv = 0.307 м3/ч		
				Отоп.пр.: CV21S-50				n = 9 эл.	l = 0.90 м		3976
О	В			0.50	14	1366	0.017	0.215	85.8	1.5	78
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											57941

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			1020
dPцк = 94408 Па				dPгр = -4192 Па				dH =-50.75 м		Lцк = 470.8 м	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											31263
П	В			1.20	14	950	0.014	0.179	57.9	1.5	94
				165 11 62-66 настройка 3					dn 15 мм		
							авторитет 0.69		Kv = 0.202 м3/ч		
				Отоп.пр.: CV21S-50				n = 6 эл.	l = 0.60 м		6208
О	В			1.10	14	950	0.014	0.177	60.3	1.0	82
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											56761

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			1019
dPцк = 94402 Па				dPгр = -4199 Па				dH =-50.75 м		Lцк = 466.8 м	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											31021
П	В			1.20	14	800	0.012	0.162	48.8	1.5	78
				165 11 62-66 настройка 3					dn 15 мм		
							авторитет 0.74		Kv = 0.176 м3/ч		
				Отоп.пр.: CV21S-50				n = 5 эл.	l = 0.50 м		6719
О	В			1.10	14	800	0.012	0.161	50.8	1.0	69
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											56514

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:				в помещении .....:			923
dPцк = 94071 Па				dPгр = -4529 Па				dH =-54.90 м		Lцк = 479.7 м	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											28570
П	В			1.32	25	6986	0.105	0.429	128.8	18.3	1858
				ТС УЗ-3.5		Qn = 3.500 м3/ч			dn 25 мм		
						Q = 0.393 м3/ч			Kv = 10.000 м3/ч		
				ASV-I		настройка 2			dn 25 мм		
									Kv = 3.456 м3/ч		
П	В			0.50	25	6986	0.105	0.429	128.8	0.3	92
П	В			1.23	25	6986	0.105	0.429	128.8	0.3	186
П	В			2.00	25	6186	0.093	0.379	103.1	0.5	242
П	В			2.00	18	5236	0.080	0.621	376.8	1.0	947

Итоги - Циркуляционные кольца

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP
уча	тру	Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]
П	В			2.55	18	2001	0.038	0.300	102.3	0.5	283
П	В			1.65	18	2001	0.038	0.300	102.3	0.0	169
П	В			2.40	14	1001	0.019	0.253	106.2	1.0	287
П	В			0.35	14	1001	0.019	0.253	106.2	0.3	47
				165 11 62-66 настройка 5 dn 15 мм							
				авторитет 0.30 Kv = 0.433 м3/ч							
				Отоп.пр.: CV21S-50 n = 6 эл. l = 0.60 м							2709
О	В			0.25	14	1001	0.019	0.251	109.0	0.3	37
О	В			2.40	14	1001	0.019	0.251	109.0	1.5	309
О	В			1.55	18	2001	0.038	0.297	104.8	0.0	162
О	В			2.65	18	2001	0.038	0.297	104.8	0.5	300
О	В			2.00	18	5236	0.080	0.615	386.5	1.5	1057
О	В			2.00	25	6186	0.093	0.375	106.2	0.5	248
О	В			1.28	25	6986	0.105	0.425	132.5	0.3	197
О	В			0.15	25	6986	0.105	0.425	132.5	0.3	47
О	В			1.32	25	6986	0.105	0.425	132.5	305.8	27797
				ASV-PV 25 настройка 16 dn 25 мм							
				dPst = 9.00 кПа Kv = 0.742 м3/ч							
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											28529

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:		в помещении .....:					923
dPцк = 94154 Па				dPгр = -4446 Па		dH =-53.55 м				Lцк = 477.6 м	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											32347
П	В			1.70	14	1001	0.019	0.253	106.2	1.5	229
				165 11 62-66 настройка 4 dn 15 мм							
				авторитет 0.34 Kv = 0.409 м3/ч							
				Отоп.пр.: CV21S-50 n = 6 эл. l = 0.60 м							3037
О	В			1.60	14	1001	0.019	0.251	109.0	1.0	206
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											58336

Стояк				Цирк. кольцо отоп. пр.:		в помещении .....:					922
dPцк = 94160 Па				dPгр = -4440 Па		dH =-54.05 м				Lцк = 472.2 м	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											31895
П	В			0.60	18	3235	0.041	0.321	115.8	1.5	147
П	В			2.00	14	1869	0.025	0.325	165.0	1.5	409
П	В			0.60	14	1869	0.025	0.325	165.0	0.3	115
				165 11 62-66 настройка 5 dn 15 мм							
				авторитет 0.34 Kv = 0.519 м3/ч							
				Отоп.пр.: CV21S-50 n = 12 эл. l = 1.20 м							3102
О	В			0.50	14	1869	0.025	0.322	171.6	0.3	101
О	В			2.00	14	1869	0.025	0.322	171.6	1.0	395
О	В			0.60	18	3235	0.041	0.318	120.5	1.0	123