КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет інженерних систем і екології

Кафедра теплогазопостачання і вентиляції

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВР

на тему: **Підвищення енергоефективності системи опалення і вентиляції громадсько-житлового комплексу в м. Чернівці**

Тягнибок Андрій Володимирович

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

Київ 2026р.

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет інженерних систем і екології

Кафедра теплогазопостачання і вентиляції

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТГПіВ
Предун К.М.

«___» _____20___р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

на тему:

Підвищення енергоефективності системи опалення і вентиляції громадсько-житлового комплексу в м. Чернівці

(назва)

Виконав студент групи **ТВ-21-1**
Спеціальність: **192 Будівництво та цивільна інженерія**
ОПП: **теплогазопостачання і вентиляція**

Тягнибок Андрій Володимирович
(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

Керівник **Рибачов С.Г.**
(прізвище та ініціали)

доц., к.т.н
(вчене звання, науковий ступінь)

Ідентичність підтверджую.

Київ 2026р.

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет: інженерних систем і екології
Кафедра: теплогазопостачання і вентиляції
Освітній рівень: «бакалавр»
Спеціальність: 192 Будівництво та цивільна інженерія
Освітня програма: теплогазопостачання і вентиляція

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТГПіВ
Предун К.М.
_____
«___» _____20___р.

ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

Тягнибок Андрій Володимирович
(прізвище, ім'я та по батькові студента)

1. Тема роботи **Підвищення енергоефективності системи опалення і вентиляції громадсько-житлового комплексу в м. Чернівці**

затверджена наказом ректора КНУБА № ____від «___» _____ 20___р.

2. Керівник роботи
Рибачов Сергій Григорович, к.т.н., доц.
(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. Вихідні дані на проектування будинку_____
Розділ 2 Проектування опалення будинку_____
Розділ 3 Вентиляція основних приміщень_____
Розділ 4. Димовидалення з коридорів_____
Розділ 5. Технологія та організація монтажу_____

Розділ 6. Охорона праці_____

5. Графічний матеріал за розділами

Розділ 1.Відсутній_____

Розділ 2. Креслення системи опалення системи опалення громадсько-житлового комплексу, аксонометричні схеми систем опалення, вузли обв'язки_____

Розділ 3. Креслення систем вентиляції та кондиціонування повітря громадсько-житлового комплексу, аксонометричні схеми систем вентиляції

_____

Розділ 4. Відсутній_____

Розділ 5. Монтажна схема системи вентиляції календарний план-графік виконання монтажних робіт_____

Розділ 6. Відсутній._____

6. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1. Вихідні дані на проектування будинку	
Розділ 2. Проектування опалення будинку	
Розділ 3. Вентиляція основних приміщень	
Розділ 4. Димовидалення з коридорів	
Розділ 5. Технологія та організація монтажу	
Розділ 6. Охорона праці	
Остаточне оформлення роботи	
Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	
Попередній захист роботи на кафедрі	

7. Консультанти розділів кваліфікаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірив	
		Дата	Підпис
Розділ 5.	Клімова І.В.		
Розділ 6.	Сенчук М.П		

8. Дата видачі завдання _____

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

Керівник _____ Рибачов С.Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Студент _____ Тягнибок А. В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

<table>
<tr><td colspan="2">РЕЗЮМЕ (summary)
до атестаційної випускної роботи студента:</td><td colspan="5">Прізвище, ім’я та по батькові студента
Тягнибок Андрій Володимирович</td></tr>
<tr><td>Заклад вищої освіти</td><td colspan="6">Київський національний університет будівництва і архітектури</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Тема АВР</td><td colspan="6">Підвищення енергоефективності системи опалення і вентиляції громадсько-житлового комплексу в м.Чернівці</td></tr>
<tr><td colspan="6">Increasing the energy efficiency of the heating and ventilation system of a public housing complex in Chernivtsi</td></tr>
<tr><td>Освітній ступень</td><td colspan="6">Бакалавр за освітньо-професійною програмою навчання</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">Рибачов С.Г., канд.техн.наук, доцент</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Обсяг роботи:</td><td colspan="4">Пояснювальна записка</td><td rowspan="2">Креслень формату А1</td></tr>
<tr><td>сторінок</td><td>розділів</td><td>таблиць</td><td>рисунків</td></tr>
<tr><td>91</td><td>6</td><td>15</td><td>3</td><td>6</td></tr>
<tr><td>Розділ 1. Назва</td><td colspan="6">Вихідні дані на проектування будинку</td></tr>
<tr><td>Розділ 2. Назва</td><td colspan="6">Проектування опалення будинку</td></tr>
<tr><td>Розділ 3. Назва</td><td colspan="6">Вентиляція основних приміщень</td></tr>
<tr><td>Розділ 4. Назва</td><td colspan="6">Димовидалення з коридорів</td></tr>
<tr><td>Розділ 5. Назва</td><td colspan="6">Технологія та організація монтажу</td></tr>
<tr><td>Розділ 6. Назва</td><td colspan="6">Охорона праці</td></tr>
<tr><td>Висновки по роботі:</td><td colspan="6">У даній бакалаврській кваліфікаційній роботі розроблено системи опалення, вентиляції та кондиціонування повітря для громадсько-житлового комплексу, розташованого в м. Чернівці. Будівля являє собою 9-поверховий об'єкт, який включає різнорівневі функціональні зони: підвал, перший, другий, третій поверх і житлову частину (верхні поверхи). У будівлі розміщено багатофункціональні приміщення широкого профілю, санітарні вузли, коридори та житлові квартири.
На основі аналізу кількох можливих варіантів конфігурації системи опалення громадської частини будівлі було прийнято рішення застосувати систему з горизонтальною верхньою розводкою, вертикальними двотрубними стояками та периметральним прокладанням трубопроводів</td></tr>
</table>

	із підключенням опалювальних приладів через нижні підводки. Вентиляція приміщень прийнята припливно-витяжна з механічним спонуканням в громадській частині споруди та природня гравітаційна в житловій.
Ключові слова: *мікроклімат приміщень, тепловий захист будівлі, опалення, вентиляція, енергоефективність інженерних систем.* Keywords: *indoor climate, thermal protection of the building, heating, ventilation, energy efficiency of engineering systems.*	

Керівник _____ __Рибачов С.Г._____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Студент _____ __Тягнибок А.В._____
(підпис) (прізвище та ініціали)

„___”_____2026 р.

Вступ1.

Вихідні дані на проектування будинку……...

2. Проектування опалення будинку……

2.1 Теплотехнічний розрахунок та підбір зовнішніх огороджуючих конструкцій……...

2.2. Розрахунок тепловтрат та теплова потужність системи опалення……..……..

2.3. Вибір системи опалення……

2.4. Гідравлічний розрахунок трубопроводів ……

2.5. Розрахунок опалювальних приладів…….

3. Вентиляція основних приміщень

3.1. Визначення основних шкідливостей та розрахунок повітрообмінів……

3.2. Аеродинамічний розрахунок повітропроводів…….....

3.3. Вибір основного вентиляційного обладнання…….……

4. Димовидалення з коридорів…….……

5. Технологія та організація монтажу …….

6. Охорона праці……..

Список літератури……...

Вступ

Загальна характеристика об'єкта проектування

У даній бакалаврській кваліфікаційній роботі розроблено системи опалення, вентиляції та кондиціонування повітря для громадсько-житлового комплексу, розташованого в м. Чернівці. Будівля являє собою 9-поверховий об'єкт, який включає різнорівневі функціональні зони: підвал, перший, другий, третій поверх і житлову частину (верхні поверхи). У будівлі розміщено багатофункціональні приміщення широкого профілю, санітарні вузли, коридори та житлові квартири.

Фасад будівлі орієнтований на південь.

Основні шкідливості в приміщеннях

До основних шкідливих факторів, що виділяються в офісних та інших приміщеннях, належать:

- надлишкова теплота;
- надлишкова волога;
- вуглекислий газ (CO_2).

Джерело теплопостачання

Джерелом теплопостачання для внутрішніх інженерних систем будівлі є дахова котельня. Теплоносій — вода з параметрами:

- 80–60 °С — для систем опалення;
- 90–70 °С — для системи теплопостачання калориферів.

Прийняте рішення щодо системи опалення

На основі аналізу кількох можливих варіантів конфігурації системи опалення громадської частини будівлі було прийнято рішення застосувати систему з горизонтальною верхньою розводкою, вертикальними двотрубними стояками та периметральним прокладанням трубопроводів із підключенням опалювальних приладів через нижні підводки.

Вентиляція приміщень прийнята припливно-витяжна з механічним спонуканням в громадській частині споруди та природня гравітаційна в житловій.

1.Вихідні дані на проектування

Розрахункові параметри зовнішнього та внутрішнього повітря.

Розрахункові параметри зовнішнього повітря

Оскільки об'єкт проектування розташований поблизу м. Чернівці, розрахункові кліматичні характеристики зовнішнього повітря прийнято саме для цього населеного пункту згідно з додатком ДБН:

- розрахункова географічна широта — 52◦ пн. ш.;
- барометричний тиск — 990 кПа;
- середня добова амплітуда температури повітря в теплий період року — 10,8 ◦C10,8◦C;
- тривалість опалювального періоду — 187 діб;
- середня температура зовнішнього повітря за опалювальний сезон — tос.=−1,1 ◦C

Період року	Параметр 0,98			Параметр 0,92		
	Темпе-ратура, °C	Ентальпія, кДж/кг	Швидкість вітру, м /с	Темпе-ратура, °C	Ентальпія, кДж/кг	Швидкість вітру, м /с
ТП	**23,7**	**53,6**	**1**	**28,7**	**56,1**	**1**
ХП	**-10**	**-6.7**	**5,3**	**-22**	**-20.7**	**4,2**

Розрахункові параметри зовнішнього повітря для систем мікроклімату

Для розрахунку інженерних систем забезпечення мікроклімату в будинку приймаються такі параметри зовнішнього повітря:

- забезпеченістю 0,98 — для систем вентиляції в теплий період року;
- забезпеченістю 0,92 — для систем опалення та вентиляції в холодний період року.

Для перехідного періоду року параметри зовнішнього повітря приймаються:

- температура — 8 ◦C;
- ентальпія — 22,5 кДж/кг

2.Опалення

2.1 Теплотехнічний розрахунок та підбір зовнішніх ОК

Умови експлуатації та опори теплопередачі ОК

Кількість градусо-діб опалювального сезону знаходиться:

$$S = (t_{вн} - t_{о.с.}) Z_{о.с.},$$

де $t_{вн}$ - розрахункова температура найхолоднішої пятиденки, °С :

$$S = (18 + 1,1) \cdot 187 = 3562 \text{ градусо-діб};$$

При $S \geq 3501$ градусо-діб номер температурної зони слід приймати І.

Зона вологості для м. Чернівці у відповідності з ДБН та ДСТУ - нормальна (Н).

Визначення вологісного режиму приміщень

Вологісний режим приміщень у холодний період року встановлюється залежно від відносної вологості та температури внутрішнього повітря. Для будівель із температурою внутрішнього повітря 12 ∘C<tвн<24 ∘C та відносною вологістю 50%<φ<60%слід приймати мокрий режим приміщень.

Вибір умов експлуатації огороджувальних конструкцій

Огороджувальні конструкції підбираються залежно від умов їх експлуатації, які визначаються вологісним режимом приміщень та зоною вологості. Для будівлі в м. Чернівці необхідно приймати умови експлуатації огороджувальних конструкцій Б.

Нормативний опір теплопередачі

Згідно з ДБН, опір теплопередачі зовнішніх огороджувальних конструкцій житлових і громадських будівель повинен бути не меншим за нормативне значення Rзагн, м²·°С/Вт, яке визначається залежно від температурно-кліматичної зони будівництва та типу огороджувальної конструкції.

Теплотехнічний розрахунок ОК

З метою енергозбереження опори теплопередачі зовнішніх огороджуючих конструкцій будинку прийняті відповідно до ДБН не менш:

зовнішні стіни – 4,0 $м^2 \cdot С^О/Вт$

покриття та горищні перекриття – 7,0 $м^2 \cdot С^О/Вт$

вікна та балконні двері – 0,9 $м^2 \cdot С^О/Вт$

Зазначені показники забезпечуються шляхом використання в конструкціях стін і перекриттів утеплювача «ROCKWOOL», а для вікон — застосуванням подвійного скління в спарено-роздільних металевих рамах.

Зовнішня стіна.

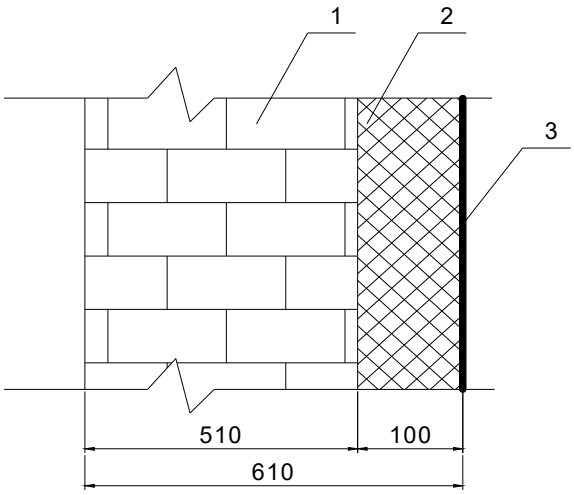


Рис.1 Схема конструкції.

Перелік матеріалів, з яких складається зовнішня стіна, наведений в табл.1

№ п.п	Назва матеріалу	γ, кг/$м^3$	δ, мм	λ, Вт/$м^{2 \cdot 0}$С
1	Глиняна цегла	1800	515	0,82
2	Теплоізоляція Мінвата «ROCKWOOL»		200	0,055
3	Вапняно-піщана штукатурка		20	0,81

Дійсний термічний опір конструкції:

$$R^{\text{дійсне}} = 1/\alpha_B + R_K + 1/\alpha_H,$$

$R^{\text{дійсне}} = 1/8,7+0,51/0,81+0,2/0,055+0,02/0,81+1/23=4,42$ м$^{2}\cdot^{0}$С/Вт.

$R^{\text{дійсне}} > R^{\text{норм}}$, умова виконується.

Підлога над підвалом, що не опалюється.

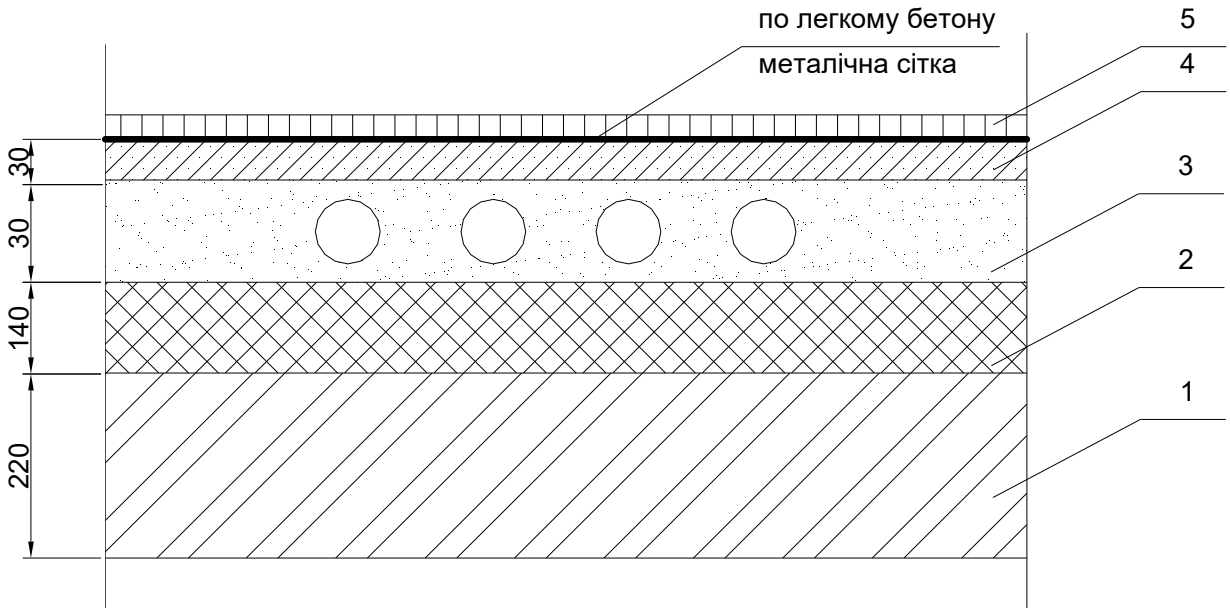


Рис.2 Схема конструкції

За ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель значення» нормованого термічного опору для підлоги над підвалом, що не опалюється $R^{\text{норм}}$=5,0 м$^{2}\cdot^{0}$С/Вт.

Перелік матеріалів конструкції підлоги в табл.3

Таблиця 3.

№ п.п	Назва матеріалу	R, м2·0С/Вт.	δ, мм	λ, Вт/м2·0С
1	Залізобетонна плита, γ=2500 кг/м3	0,091	220	2,04

2	Теплоізоляція Мінвата «ROCKWOOL»	2,8	250	0,048
3	Пісок	0,052	30	0,58
4	Легкий бетон, γ=1200 кг/м3	0,053	30	0,57
5	Декоративне покриття (ламінат)	-	-	-

Дійсний термічний опір конструкції.

$R^{ДІЙСНЕ}$ =1/8,7+0,09+2,8+0,052+0,053+1/23=5,13 $м^{2}\cdot^{0}С/Вт$.

$R^{ДІЙСНЕ} > R^{НОРМ}$, умова виконується.

Розрахунок утеплення покрівлі.

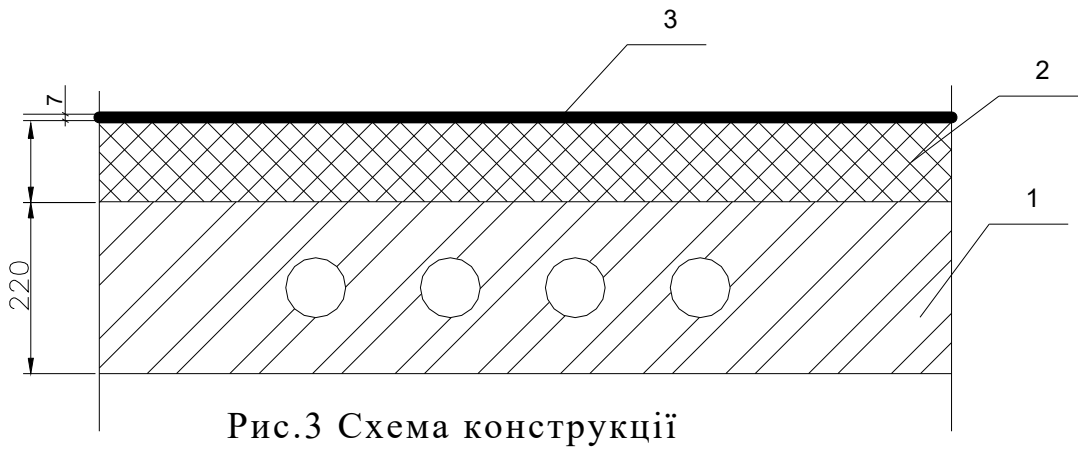


Рис.3 Схема конструкції

За ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель значення» нормований термічний опір для горищного перекриття $R^{НОРМ}$=7,0 $м^{2}\cdot^{0}С/Вт$.

Перелік матеріалів горищного перекриття:

Таблиця 4.

№ п.п	Назва матеріалу	R, $м^{2}\cdot^{0}С/Вт$.	δ, мм	λ, $Вт/м^{2}\cdot^{0}С$
1	Залізобетонна плита покриття	0,175	280	0,81
2	Теплоїзоляція мінвата “DACHROCK”		240	0,025

3	Руберойд чи інший рулонний матеріал	0.17	7	

Дійсний термічний опір конструкції:

$R^{ДІЙСНЕ}$ =1/8,7+0,175+0,007/0,17+0,22/0,05+1/23=77,24 $м^{2}\cdot^{0}С/Вт$.

$R^{ДІЙСНЕ} > R^{НОРМ}$, умова виконується.

Вікна та балконні двері .

Конструктивне оснащення світлових прорізів, а саме віконних блоків та виходів на балкон, передбачає встановлення двокамерних склопакетів із застосуванням низькоемісійного (селективного) м'якого напилення. Така конфігурація забезпечує підвищений супротив теплопередачі, що дозволяє мінімізувати втрати енергії в холодний період. Опір теплопередачі $R_{заг}$=0,90 $м^{2}*^{0}С/Вт$.

Зовнішні двері.

Вхідні дверні блоки виконані за двостулковою схемою з облаштуванням тамбурного простору між полотнами. Таке конструктивне рішення передбачено для створення додаткової повітряної ізоляції, що дозволяє суттєво підвищити загальний термічний опір вхідної групи та запобігти проникненню холодних мас у внутрішні приміщення $R_{заг}$=0,7 м^2*^{0}С/Вт.

Внутрішні стіни.

Згідно з ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель значення» дійсний опір теплопередачі внутрішніх стін завтовшки δ=120мм дорівнює $R_г$=0,48 м^2*^{0}С/Вт.

Розрахунок опору паропроникнення

Визначення необхідних параметрів пароізоляції виконується відповідно до діючих будівельних норм із урахуванням регіональних кліматичних даних Чернівецької області. Основний критерій надійності – це порівняння розрахункового опору паропроникненню RП (вимірюваного в м²·год·Па/мг) з двома нормативними обмеженнями: перше (RП1тр) унеможливлює накопичення вологи в товщі стіни за весь річний період, друге (RП2тр) контролює інтенсивність зволоження виключно в зимові місяці зі стало від'ємною температурою повітря. За розрахункову базу прийнято умови першої температурно-вологісної зони, а графічне зображення досліджуваного стінового пирога наведене на рисунку 4

Таблиця 5

Характеристика конструктивних шарів стіни.

№ п/п	*Складові конструкції стіни*	Товщина шару	Розрахунковий к-т паропроникнен-ня, μ
1	Кладка з повнотілої цегли на цементно – пісчаному розчині	0,54	0,12
2	Мінераловатний утеплювач, γ=60 кг/м^2	0,07	0,58
3	Штукатурка	0,014	0,12
4	Площина можливої конденсації	-	-

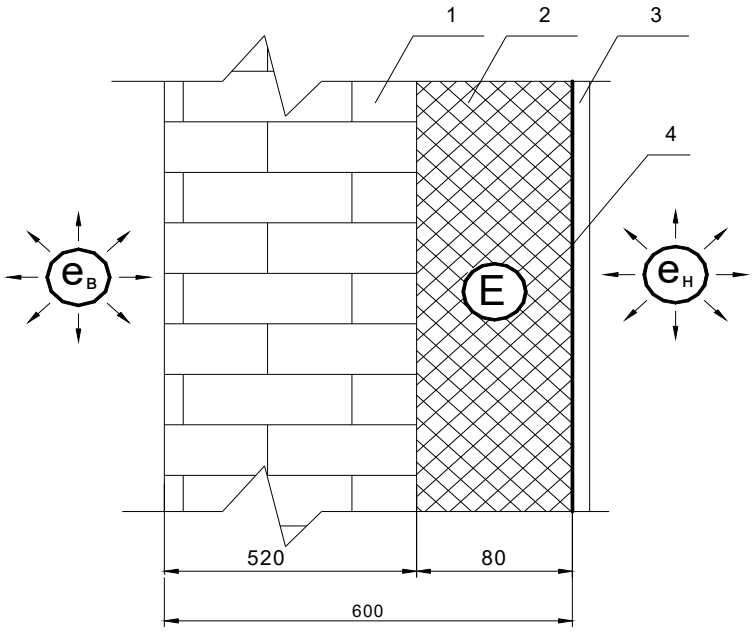


Рис. 4 Конструкція ЗС.

Опір паропроникнення огороджуючої конструкції в межах від внутрішньої поверхні до площини можливої конденсації, $R_П$, м^{2}год·Па/мг.

Площина можливої конденсації співпадає з зовнішньою поверхнею утеплювача за ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель значення».

$R_П = \delta_1/\mu_1+\delta_2/\mu_2$=0,51/0,11+0,07/0,59=4,67 м^{2}год·Па/мг.

Потрібний опір паропроникнення за умови виключення площини накопичення конденсованої вологи в конструкції стіні за рік, $R_{П1}^{тр}$, м^{2}год·Па/мг.

$R_{П1}^{тр} = R_{ПН}(e_В - E)/(E-e_Н)$

Пружність водяної пари у внутрішньому середовищі (позначення – eВ, вимірюється в Па) визначається на основі розрахункових температурно-вологісних показників повітря в приміщенні. Як розрахункові прийнято три варіанти відносної вологості – 50 %, 55 % та 60 % – за сталої внутрішньої температури +18 °С. Чисельні значення eВ для зазначених умов отримані шляхом інтерполяції за графічними залежностями, наведеними в додатку 5 ДБН та систематизовані у вигляді таблиці 2.

Таблиця 6.

φ, %	50	55	60
$e_В$, Па	1180	1300	1400

$e_Н$ – те ж зовнішнього повітря, прийняте, як середньорічне за 12 міс.

$e_Н$=(380+400+481+730+1041+1371+1550+1169+829+631+470)/12=881 Па.

Е – пружність водяного пару в площині можливої конденсації при середній температурі зовнішнього повітря (в ТП, ХП та перехідний період).

$E=(E_1Z_1+ E_2Z_2+ E_3Z_3)/12$

Z_{1-3} – кількість місяців (в ТП, ХП та перехідний період).

Розмежування розрахункових періодів здійснюється за температурним критерієм зовнішнього повітря. До зимового періоду відносяться значення нижче –5 °С, до перехідного (осінньо-весняного) – діапазон від –5 °С до +5 °С включно, а до літнього – показники, що перевищують +5 °С.

Параметри повітря.

Таблиця 7.

Температурні періоди	Місяці												Середнє значення	Кількість діб/міс
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Зима	-5,9	-5,2											-5,6	59/2
Осінь-весна			-0,4								1,2	-3,5	-0,9	92/3
Літо				7,5	14,7	17,8	19,8	18,7	13,9	7,5			14,27	214/7
Пружність водяної пари, Па	380	400	480	730	1040	1370	1550	1500	1170	830	630	470		

Параметри E_1, E_2, E_3.

Наступним етапом розрахунку є визначення температурних показників у зоні потенційної конденсації. Для цього необхідно обчислити значення τ_1, τ_2 та τ_3, що відповідають трьом сезонним періодам, за допомогою відповідної розрахункової залежності:

$$\tau = t_B - \frac{t_B - t_3}{R_0}(R_B + \Sigma R),$$

Розрахунок температур у площині потенційної конденсації виконується за формулою з використанням наступних вихідних даних:

tВ – внутрішня температура повітря, що приймається рівною +18 °С (середньосезонне значення за період вологонакопичення);

tЗ – зовнішня температура (середня за аналогічний період, наводиться в табл. 3);

RO – загальний опір теплопередачі стінової конструкції, який становить 4,27 м²·°С/Вт;

RВ – опір теплосприйняття внутрішньої поверхні, обчислений як 1/αВ = 1/8,7 = 0,115 м²·°С/Вт;

ΣR – сума термічних опорів усіх шарів від внутрішньої поверхні до площини можливої конденсації, що дорівнює 4,27 м²·°С/Вт.

За цими даними отримано такі результати для трьох сезонних періодів:

зимовий (середня температура –5,6 °С): $\tau_1 = 18 – 2{,}11\cdot(18 + 5{,}6)/2{,}27 = –3{,}9$ °С;

осінньо-весняний (середня температура +0,9 °С): $\tau_2 = 18 – 2{,}11\cdot(18 + 0{,}9)/2{,}27 = +0{,}43$ °С;

літній (середня температура +14,27 °С): $\tau_3 = 18 – 2{,}11\cdot(18 – 14{,}27)/2{,}27 = +14{,}53$ °С.

Оскільки отримане значення перевищує середню літню температуру зовнішнього повітря, остаточно приймаємо $\tau_3 = 14{,}53$ °С.

За графічними залежностями визначаємо максимальну пружність водяної пари Е для кожної температури в площині конденсації:

$E_1 = 440$ Па (при –3,9 °С),

$E_2 = 620$ Па (при +0,43 °С),

$E_3 = 1610$ Па (при +14,53 °С).

Середньозважене значення Е за річний період, з урахуванням тривалості сезонів (2 зимові місяці, 3 перехідні, 7 літніх), становить:

$E = (441\cdot2 + 621\cdot3 + 1609\cdot7)/12 = 1157$ Па.

Опір паропроникненню RПН ділянки стіни від площини конденсації до зовнішньої поверхні (до якої входить штукатурний шар) обчислюється за формулою

$R_{ПН} = \delta/\mu = 0{,}012/0{,}11 = 0{,}15$ м²·год·Па/мг.

Потрібний опір паропроникненню за умови недопущення річного накопичення вологи визначається залежністю:

$R_{П1тр} = R_{ПН}\cdot(e_В – E)/(E – e_Н) = 0{,}15\cdot(e_В – 1158)/(1178 – 869)$.

Підставляючи в цю формулу значення $e_В$ з таблиці 1 для різних варіантів відносної вологості внутрішнього повітря, отримуємо відповідні величини $R_{П1тр}$, які зведено в таблиці

Таблиця 8.

φ, %	50	55	60
$e_В$, Па	1180	1300	1400
$R_{П1}^{тр}$	0,0059	0,067	0,113

Перевірка показала, що опір паропроникненню шару теплоізоляції, розташованого з внутрішнього боку огороджувальної конструкції, забезпечує нормативні вимоги в діапазоні відносної вологості повітря в приміщенні від 50 % до 60 % включно

$R_П$=4,77 > 0,006; 0,068; 0,121 м^{2}год·Па/мг

Наступним етапом є встановлення необхідного опору паропроникненню RП2тр (м²·год·Па/мг) з урахуванням вимог щодо обмеження інтенсивності зволоження огороджувальної конструкції. Розрахунок виконується виключно для періоду, протягом якого середньомісячні температури зовнішнього повітря мають від'ємні значення.

$R_{П2}^{тр}=0,0024Z_0(e_B-E_o)/(\gamma_W\cdot\delta_W\cdot\Delta W_{CP}+\eta)$

Для розрахунку RП2тр необхідні наступні вихідні дані. Тривалість періоду вологонакопичення Zo, яка збігається з тривалістю холодного періоду, що характеризується від'ємними середньомісячними температурами (згідно з джерелом [2]), становить 118 діб. Щільність матеріалу зволожуваного шару γW = 200 кг/м³, а його товщина δW = 0,08 м. Гранично допустимий приріст розрахункового масового вмісту вологи в цьому шарі (ΔWCP) за період вологонакопичення, згідно з табл. 14, для мінераловатних плит приймається рівним 3 %. Величина E0 – це пружність водяної пари в площині потенційної конденсації, яка визначається за середньою температурою зовнішнього повітря tH.CP протягом періоду з від'ємними температурами. Значення tH.CP наводиться в таблиці 2:

$t_{H.CP}$=(5,9·31+5,2·28+0,4·31+3,5·30)/(31+27+32+30)=-448,4/121=-3,69^{0}C.

Середня температура в площині можливих компенсацій:

τ_1=18-2,11·(18+3,69)/2,37=-2,22 ^{0}C.

Пружність водяної пари в площині можливих конденсацій E_O, Па визначаємо за додатком 5 для значень τ_1=-2,22 ^{0}C і відносної вологості внутрішнього повітря в межах 50-60%, дані в табл. 5.

Коефіцієнт η визначаємо за формулою:

$\eta=0,0024(E_O-e_{HO})Z_O/R_{ПН}$, де $R_{ПН}$ – опір паропроникненню конструкції стіни в межах від зовнішньої поверхні до площини можливої конденсації.

$R_{ПН}=0,15$ м^2·год·Па/мг

Середня пружність водяної пари зовнішнього повітря, $e_{НО}$, Па:

$e_{НО}$ = (380+400+480+470)/4=1730/4=432 Па.

$\eta=0,0024(E_O-432)118/0,15$;

Значення к-та η для відносної вологості повітря φ в межах 50-60%

Таблиця 9.

φ, %	50	55	60
$e_В$, Па	1180	1300	1400
$e_О$, Па	310	330	345
$E_О$, Па	620	600	575
η	3,01	2,7	2,29

Відповідно $R_{П2}^{тр}$

$R_{П2}^{тр}=0,0024\cdot118(e_В-E_о)/(200\cdot0,1\cdot3+\eta)=0,283(e_В-E_О)/(60+\eta)$

Для φ=50%

$R_{П2}^{тр}=0,283(1182-620)/(61+3,05)=$ 2,41 м^2·год·Па/мг

Для φ=55%

$R_{П2}^{тр}=0,283(1310-620)/(65+2,69)=$ 3,15 м^2·год·Па/мг

Для φ=60%

$R_{П2}^{тр}=0,283(1450-565)/(60+2,31)=$3,65 м^2·год·Па/мг

Перевіримо умови розрахунку:

$R_П$ =4,77 > 2,52÷3,75

Умова задовільна. В площині конденсації не створюються умови для конденсації парів внутрішнього повітря.

Характеристика огороджуючих конструкцій будівлі:

Таблиця 10.

Найменування огороджуючої конструкції	Опір теплопередачі $м^{2}*^{0}С/Вт.$		Коефіцієнт теплопередачі k , $Вт/(м^{2}*^{0}С)$	Товщина конструкції δ,мм
	$R^{потр}$	$R_{заг}$		
Зовнішня стіна	-	4.42	0,21	710
Безгорищне перекриття	-	7,27	0,16	447
Перекриття над підвалом	-	5,15	0,12	520
Вікна та балкон-ні двері	-	0,9	1,02	
Зовнішні двері	0,7		1,17	
Внутрішні стіни	0,25		6,67	120

2.2 Розрахунок тепловтрат та теплова потужність СО

Загальні втрати теплової енергії через огороджувальні конструкції визначаються як сума двох складових: основних тепловтрат (Qо) та додаткових (Qд). Розрахунок виконується за відповідною залежністю, що враховує обидві складові:

$$Q_{ог} = Q_о + Q_д = Q_о(1 + \Sigma\beta), \text{ Вт}$$

Коефіцієнт Σβ у розрахунковій залежності являє собою сумарну величину додаткових тепловтрат, виражених у частках відносно основних втрат теплоти. Згідно з нормативними вимогами, значення β приймаються диференційовано залежно від орієнтації, призначення приміщення та конструктивних особливостей:

для вертикальних і похилих зовнішніх огороджень (стін, дверей, вікон), орієнтованих на північ, схід, північний схід та північний захід – β = 0,1; на південний схід та захід – β = 0,05;

для громадських та адміністративно-побутових будівель із двома або більше зовнішніми стінами – β = 0,15 за умови, що хоча б одне огородження виходить на північ, схід, північний схід або північний захід, та β = 0,1 в інших випадках;

для зовнішніх воріт без повітряних або повітряно-теплових завіс – β = 3 за відсутності тамбура та β = 1 за наявності тамбурного приміщення.

Основні тепловтрати через огороджувальні конструкції розраховуються як сума втрат теплоти через окремі елементи огородження за відповідною формулою

$$Q_о = A / R_{заг} \cdot (t_p - t_{ext}) \cdot n = K\,A \cdot (t_p - t_{ext}) \cdot n \ , \text{ Вт}$$

Розрахункові параметри, що входять до формули визначення основних тепловтрат, мають наступне трактування:

A – площа розрахункової поверхні огороджувальної конструкції, вимірюється в квадратних метрах;

Rзаг – опір теплопередачі даного огородження (м²·°С/Вт), чисельне значення якого приймається згідно з таблицею 3;

К – коефіцієнт теплопередачі, також визначається за таблицею 3;

tр – розрахункова температура внутрішнього повітря в приміщенні, °С, з коригуванням на підвищення температури по висоті;

text – розрахункова температура зовнішнього середовища, °С;

n – безрозмірний коефіцієнт, що враховує просторове положення зовнішньої поверхні огородження відносно зовнішнього повітря, який приймається за відповідною таблицею нормативного джерела..

Розрахунок тепловтрат на нагрівання вентиляційного повітря

Тепловтрати на інфільтрацію Qв (Вт) визначаються для кожного опалювального приміщення, яке обладнане одним або кількома віконними або балконними дверними блоками у зовнішніх огороджувальних конструкціях. Розрахунок базується на умові забезпечення нагрівання зовнішнього повітря в об'ємі, що відповідає однократному повітрообміну за годину, згідно з відповідною розрахунковою залежністю.

$$Q_в = 0{,}28 C_П \rho_{вн} A_П h_П K_в (t_{вн} - t_{зовн5}) K_{З.П},$$

Розрахункові параметри формули мають таке трактування:

0,28 – перевідний коефіцієнт для переходу від кДж/год до Вт;

Сп ≈ 1 кДж/(кг·°С) – питома теплоємність повітря;

ρвн – густина внутрішнього повітря, кг/м³;

Ап – площа підлоги приміщення, м²;

hп – висота приміщення, м;

Кв = 1 – кратність повітрообміну, год⁻¹;

tвн – розрахункова температура внутрішнього повітря, °С;

tзовн5 – температура зовнішнього повітря найхолоднішої п'ятиденки, °С; КЗ.П – коефіцієнт, що враховує вплив зустрічного теплового потоку в конструкціях. Його значення становить: 0,7 – для приміщень із вікнами в потрійних рамах; 0,8 – для вікон та балконних дверей із роздільними рамами; 1,0 – для одинарних вікон і балконних дверей у спарених рамах. Густина внутрішнього повітря ρвн визначається за розрахунковою залежністю

$$\rho_{вн} = \frac{353}{273 + t_{вн}}$$

Приміщення, у яких розрахунковий об'єм витяжної вентиляції перевищує величину однократного повітрообміну, рекомендується облаштовувати системами припливної вентиляції з попереднім підігрівом зовнішнього повітря. Для вхідних вестибюлів, холів та сходових кліток житлових будинків теплові втрати Qв, зумовлені нагріванням холодного повітря, що надходить через зовнішні двері під час їх відчинення (за відсутності повітряно-теплових завіс), визначаються за спеціальною розрахунковою залежністю

$$Q_в = 0{,}7 B_в (H + 0{,}8p)(t_{вн} - t_{зовн5}),$$

Розрахункові параметри формули мають наступне трактування:

Н – висота будівлі, що вимірюється від позначки землі до верху витяжної шахти (м);

р – чисельність осіб, які перебувають у будинку. У межах проекту «Опалення житлового будинку» цей показник рекомендується визначати з розрахунку 13 м² житлової площі на одного мешканця.

Коефіцієнт Вв враховує кількість вхідних тамбурів: при одному тамбурі (двох дверях) він дорівнює 1,0; при двох тамбурах (трьох дверях) – 0,6.

Визначення постійних теплових надходжень

Тепловий потік Qm (Вт), який систематично надходить до опалювальних приміщень від внутрішніх джерел (освітлювальних приладів, технологічного обладнання, людей тощо), необхідно визначати індивідуально для кожного приміщення. Для житлових будинків та споруд, прирівняних до них за функціональним призначенням, величину побутових теплонадходжень приймають із розрахунку 10 Вт на 1 м² загальної площі

$$Q_т = 10 A_{З.П}.$$

де $A_{з.п}$ - загальна площа приміщення, м^2.

Тепловий баланс приміщень

Тепловий баланс в приміщеннях будівлі визначаємо за формулою

$$Q_1 = Q_{ог} + Q_в - Q_т, \text{ Вт}$$

Рівняння теплового балансу приміщення Q1 (Вт) формується як різниця між сумарними тепловтратами та внутрішніми теплонадходженнями. До складу загальних втрат теплоти входять: основні та додаткові втрати через огороджувальні конструкції Qог (Вт), а також витрати теплоти на нагрівання повітря, що надходить шляхом інфільтрації або вентиляції Qв (Вт). Компенсуючою складовою виступають регулярні побутові теплонадходження Qm (Вт).

Теплова потужність СО

Розрахункова теплова потужність СО

Розрахункова теплова потужність СВО визначається

$$Qco = \frac{\Sigma Q_1 b_1 b_2}{0{,}97} \text{ ,Вт}$$

Розрахункове навантаження на систему опалення визначається на основі теплового балансу приміщень Q1 (Вт) з урахуванням низки поправочних коефіцієнтів.

Коефіцієнт b1 = 1,08 враховує додатковий тепловий потік, зумовлений округленням площі нагрівальної поверхні опалювальних приладів при їх підборі понад розрахункове значення.

Коефіцієнт b2 = 1,04 компенсує додаткові втрати теплоти від приладів, розміщених біля зовнішніх стін (для радіаторів).

Крім того, вводиться коефіцієнт 0,97, який враховує 3 % неминучих тепловитрат через трубопроводи, що прокладаються в неопалюваних приміщеннях. Отже, загальний тепловий потік системи опалення становить:

$$Qco = \frac{(114641 \cdot 1{,}02 \cdot 1{,}02)}{0{,}96} = 132700{,}4\text{, Вт}$$

Розрахункова величина річного тепло споживання системи опалення будинку:

$$W = \frac{3{,}6 Qco 24 Z_{oc} Soc 10^{-6} abc}{(tвв - tззов_5)} \text{, ГДж/рік,}$$

Розрахунок річної витрати теплоти на опалення виконується за формулою, де використовуються наступні параметри:

3,6 – перевідний коефіцієнт для приведення одиниць вимірювання;

Qco – розрахункова теплова потужність системи опалення, Вт;

24 – тривалість доби в годинах;

Zoc – тривалість опалювального сезону, діб;

toc – середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період, °C;

Soc – кількість градусо-діб опалювального сезону;

tвн – розрахункова температура внутрішнього повітря, °С;

tзовн5 – середня температура зовнішнього повітря найхолоднішої п'ятиденки, °С.

Коригувальні коефіцієнти враховують наявність засобів автоматизації:

a = 1 – за умови встановлення приладів автоматичного зниження теплової потужності в неробочий час;

b = 0,9 – якщо понад 75 % опалювальних приладів оснащено автоматичними терморегуляторами;

c = 1 – при наявності приладів автоматичного пофасадного регулювання на абонентському вводі (в індивідуальному тепловому пункті).

$$W = \frac{3{,}6 \cdot 132621{,}4 \cdot 24 \cdot 3562 \cdot 10^{-6} \cdot 1 \cdot 0{,}9 \cdot 1}{(19 - (-22))} = 891{,}0 \text{ ГДж/рік},$$

Розрахункова витрата води в системі опалення:

$$Gcc = \frac{0{,}86Qco}{tг - to}$$

$$Gco = \frac{0{,}86 \cdot 132631{,}4}{90 - 70} = 5711 кг / год$$

Розрахункова витрата води, що надходить із теплової мережі в СО:

$$Gco = \frac{0{,}86Qco}{T - t_o}, \text{ кг/год}$$

$$Gco = \frac{0{,}86 \cdot 132551{,}4}{150 - 70} = 1427{,}8 \frac{кг}{год}$$

Питомі показники роботи СО.

Питома теплова потужність СО.

Величина питомої теплової потужності системи опалення:

$$q = \frac{Qco}{Ак.п.}, \text{Вт/м}^2,$$

де $А_{к.п.}$- площа будівлі, що опалюється,$м^3$

$$q = \frac{132551\ \ ,4}{3800} = 34\ ,81\ Вт\ \ /\ м^2$$

величина q не перевищує нормативних контрольних значень ($q_к$=55Вт/м^2.)

Питоме річне теплоспоживання

Визначене розрахункове річне теплоспоживання системою опалення на 1м^2 опалювальної площі:

$$W = \frac{W}{A_{кп}}\ \text{ГДж/(м}^2 \cdot \text{рік)},$$

Отримане в результаті розрахунку значення питомого річного теплоспоживання W системою опалення підлягає обов'язковому порівнянню з нормативним контрольним показником Wк. Виконані обчислення вважаються задовільними за умови, що розрахункова величина не перевищує допустимого рівня

$$\text{W} = \frac{895{,}52}{3810} = 0{,}21\text{ГДж /(м}^2 \bullet \text{рік)}$$

Величина W не перевищує нормативну $W_к$=0,44 гДж/(м^2 • рік).

2.3. Вибір системи опалення

Конфігурація системи опалення з урахуванням архітектурно-планувальних особливостей та призначення будівлі

На основі аналізу кількох альтернативних схемних рішень системи опалення, виконаного з урахуванням чинних нормативних вимог та рекомендацій щодо проектування громадських будівель, було обрано конфігурацію з горизонтальною верхньою розводкою, вертикальними двотрубними стояками та периметральним прокладанням трубопроводів із нижнім підключенням опалювальних приладів. Розрахункові параметри теплоносія становлять 80–60 °С. Підключення системи передбачається від дахової котельні. Для об'єктів нового будівництва пріоритет надано горизонтальній системі опалення, яка забезпечує покращені санітарно-гігієнічні умови та вищу естетичність завдяки можливості прихованого прокладання горизонтальних ділянок труб у конструкції підлоги або із застосуванням плінтусного варіанта монтажу. Крім того, така схема дозволяє індивідуально регулювати тепловий режим у кожному приміщенні шляхом встановлення термостатичних клапанів на опалювальних приладах.

Техніко-економічний аналіз обраної схеми водяного опалення виявив наступні переваги:

Енергетична ефективність – радіаторні термостати у двотрубній системі забезпечують економію теплової енергії до 25 %.

Стабільність роботи – постійний перепад температур 95–70 °С створює високий температурний напір, що інтенсифікує тепловіддачу приладів.

Зменшення тепловтрат – опалюваний цоколь виключає втрати від магістральних трубопроводів, дозволяючи зменшити теплову потужність приладів.

Конструктивна простота – обмежена кількість переходів через перекриття та низькі гідравлічні втрати.

Спрощення розрахунків – гідравлічні та теплотехнічні обчислення не вимагають складних методик.

Експлуатаційна зручність – можливість відключення окремих гілок для ремонтних робіт.

Естетичність – приховане прокладання труб у підлозі забезпечує охайний вигляд приміщень.

Регулювання – термостатичні клапани дозволяють індивідуально контролювати теплоподачу залежно від фактичного використання приміщень.

До недоліків належать: підвищена матеріаломісткість порівняно з однотрубними системами, тривалий монтажний цикл та необхідність ретельного первинного налагодження тепловіддачі приладів, що є характерною рисою двотрубних схем..

Вибір та розміщення опалювальних приладів з урахуванням призначення приміщень

Для реалізації прийнятої схеми опалення, з урахуванням функціонального призначення окремих приміщень, пропонується використання секційних біметалевих радіаторів виробництва ВАТ «Прес» (м. Київ) для всієї будівлі. Зазначені прилади універсальні: вони можуть застосовуватись як у двотрубних, так і в однотрубних системах, з вертикальним або горизонтальним компонуванням приладових гілок, а також працювати в системах із насосною, елеваторною чи гравітаційною циркуляцією. Робочий тиск витримують до 18 атм. За дизайном та санітарно-гігієнічними характеристиками вони не поступаються імпортним аналогам. Розрахунковий термін служби становить не менше 40 років. Важливою перевагою є відсутність потреби у спеціальній підготовці води та низька схильність до корозії, що особливо актуально за сучасної нестабільної якості теплоносія. Схему приєднання приладів обрано «зверху-вниз», яка забезпечує максимальну тепловіддачу. Таким чином, використання секційних алюмінієвих радіаторів із сталевим армуванням у запроектованій горизонтальній однотрубній системі водяного опалення є технічно та економічно обґрунтованим.

Запірна та регулювальна арматура

Проектне рішення передбачає встановлення запірно-регулювальної арматури, що забезпечує можливість автоматичного керування системою опалення, а також відключення окремих ділянок у разі аварійних ситуацій або проведення ремонтних робіт. Для автоматичного підтримання розрахункового перепаду тиску на стояках застосовуються балансувальні клапани-регулятори перепаду тиску фірми «Danfoss» (Данія). Зокрема, автоматичний балансувальний клапан ASV–PV є регулятором прямої дії, який налаштовується на підтримку постійного перепаду тиску в діапазоні 5–25 кПа. Крім основної функції, цей клапан виконує роль запірного пристрою та дренажного крана; монтується на зворотному трубопроводі. На подавальному трубопроводі встановлюються запірно-вимірювальні клапани ASV–M та ASV–I (з попереднім налаштуванням), оснащені отворами для під'єднання імпульсних трубок. Для регулювання стояків сходово-ліфтових холів використовуються ручні клапани з попереднім налаштуванням MSV–I у комплекті із запірними клапанами MSV–M.

З урахуванням горизонтального прокладання трубопроводів, передбачено видалення повітря з кожного опалювального приладу та з верхніх точок стояків. Для цього застосовуються ручні повітровипускні крани інженера Маєвського та автоматичні повітровідвідники.

Трубопроводи системи опалення та їх прокладання

Магістральні ділянки трубопроводів запроектовано з водогазопровідних труб згідно з ГОСТ 3262-75, а стояки діаметром до 25 мм включно – з поліетиленових труб PE–Xc (VPE–c) з антидифузійним бар'єром виробництва фірми «KAN» (система KAN–therm). Траси трубопроводів прокладаються прихованим способом – у штрабах зовнішніх стін та в конструкції підлоги.

Магістральні трубопроводи, що проходять над підвісною стелею третього поверху, а також теплопроводи існуючої та проектованої припливної вентиляції підлягають тепловій ізоляції. Конструкція ізоляційного покриття включає: антикорозійний шар – фарба БТ-177 на ґрунтовці ГФ-021; основний

теплоізоляційний шар – матеріал на основі спіненого каучуку типу «K-FLEX» (трубки довжиною 2 м) завтовшки 13 мм.

2.4. Гідравлічний розрахунок трубопроводів

Розрахунок втрат тиску на окремій розрахунковій ділянці трубопроводу виконується з використанням методу питомих характеристик опору. Визначення шуканої величини здійснюється за відповідною розрахунковою залежністю, що враховує гідравлічні параметри потоку та геометричні характеристики ділянки:

$$\Delta P = SG^2$$

де S- характеристика опору розрахункової ділянки трубопроводу, Па/(кг/год)^2;

$$S = A \cdot \xi_{прив}$$

У наведеній розрахунковій залежності використовуються наступні параметри:

А – питомий динамічний тиск, виражений у Па/(кг/год)², який виникає на розрахунковій ділянці трубопроводу за умови, що витрата води на ній становить G = 1 кг/год;

ξприв – приведений коефіцієнт опору даної ділянки. Чисельне значення приведеного коефіцієнта опору визначається за окремою формулою, наведеною нижче

$$\xi_{прив} = \frac{\lambda}{d} l + \Sigma \xi,$$

У розрахунковій залежності використовуються наступні параметри:

λ/d – приведений коефіцієнт тертя труби, м$^{-1}$;

d – внутрішній діаметр трубопроводу, м;

l – довжина розрахункової ділянки, м; Σξ – сумарний коефіцієнт місцевих опорів на даній ділянці.

Значення величин А, λ/d та G/v для труб, що застосовуються в сучасних системах опалення, при середній температурі теплоносія t = 60 °С (що відповідає середньорічній температурі за опалювальний період), приймаються за додатком. Використання показника G/v дозволяє за відомими витратою води G та діаметром труби d визначити швидкість теплоносія v (м/с) шляхом ділення витрати на величину G/v. Характеристика опору S може бути обчислена як для окремої ділянки, так і для частини мережі, що складається з послідовно або

паралельно з'єднаних ділянок. Для послідовно розташованих ділянок із постійною витратою води загальна характеристика опору дорівнює сумі характеристик опору окремих ділянок:

$$S_{1-2} = S_1 + S_2,$$

Позначення: S_1 та S_2 – характеристики гідравлічного опору відповідних ділянок трубопроводу.

Витрата води G для розрахункових ділянок розподільних і збірних магістралей приймається рівною сумі витрат у горизонтальних приладових гілках та стояках, які підключені до цих магістралей. Для будь-якої j-тої ділянки стояка в двотрубній системі витрату Gстij (кг/год) можна також визначити за формулою:

$$G_{cmi}j = Gco \cdot \varphi_{ij},$$

де φ_{ij}- частка загальної витрати води в системі опалення, яка припадає на j-ту ділянку стояка. Величина φ_{ij}:

$$\varphi_{ij} = \frac{\sum_{1}^{m} Q_{1,j}}{Q_1}$$

де $\sum_{1}^{m} Q_{1,j}$ - теплові втрати будинку, що припадають на j-ту ділянку стояка, Вт. Витрата води $G_{о.п.j}$-кг/год, в будь-якому опалювальному приладі:

$$G_{o.n.j} = G_{co} \cdot \Psi_j$$

де ψ_j- знаходять:

$$\psi_j = \frac{Q_{1.j}}{Q_1}$$

У наведеній залежності Q1.j – це тепловтрати відповідного приміщення, виражені у ватах.

Витрати води на розрахункових ділянках горизонтальних приладових гілок визначаються як сума витрат теплоносія через окремі опалювальні прилади, підключені до цих ділянок. Втрати тиску ΔРоп при циркуляції води через опалювальні прилади обчислюються за формулою 3.6, при цьому витрата води Gоп через прилади визначається згідно з формулою 3.12. Для кожного

опалювального приладу в межах приладової вітки встановлюються характеристики настройки клапанів, які визначаються на перетині ліній, що відповідають витратам води Gоп та перепадам тисків ΔРк у цих клапанах. Значення ΔРк знаходять із умови ув'язки циркуляційних кілець, що проходять через опалювальні прилади, відносно основного циркуляційного кільця приладової вітки. Втрати тиску в циркуляційних кільцях приладової вітки розраховуються без урахування втрат тиску на загальних ділянках системи опалення.

Втрати тиску ΔРо.к в основному кільці приладової вітки становлять:

$$\Delta P_{ok} = \sum \Delta P + \Delta P_{оп.ок} + \Delta P_{к.ок}$$

Виконується перевірка дотримання умови щодо мінімальних втрат тиску в підводках до опалювальних приладів. Згідно з вимогами, ці втрати повинні становити не менше 70 % від сумарних втрат тиску в циркуляційних кільцях (без урахування втрат на загальних ділянках системи).

Така перевірка виконується для кожної підводки окремо з використанням наведеної нижче нерівності:

$$\frac{\Delta P_{К1} + \Delta P_{ОП}}{\Sigma \Delta P} \geq \frac{30}{70} = 2{,}33$$

Якщо зазначена умова не виконується, передбачається коригування гідравлічного режиму шляхом зменшення втрат тиску на ділянках приладової вітки. Це досягається зниженням настройки клапана, встановленого в основному циркуляційному кільці даної вітки. Для забезпечення належного врівноваження приладової вітки передбачається монтаж запірно-регулювальних клапанів Combi 2.

Результати гідравлічних обчислень, виконаних із застосуванням програмного забезпечення Danfoss, наведено в наступному розділі.

1.5. Розрахунок опалювальних приладів.

Підбір опалювальних приладів.

Запроектована система опалення – двотрубна, з розрахунковими температурами теплоносія на вході та виході з кожного опалювального приладу відповідно t_1 = 80 °С та t_2 = 60 °С. Як нагрівальні прилади обрано секційні біметалеві радіатори ВАТ «Прес», що монтуються вільно біля стін із подальшим оздобленням декоративними екранами. Для відведення повітря з системи у верхніх пробках найвищих приладів встановлено ручні крани Маєвського.

Застосування трьох типорозмірів радіаторів зумовлено різноманітністю архітектурно-планувальних рішень приміщень. Для забезпечення гідравлічної та теплової стабільності системи на приладових вітках, у місцях приєднання до розподільчих колекторів, монтуються автоматичні регулятори тиску Oventrop типу Combi 2, які також оснащені спускними пробками для видалення води.

Мета теплотехнічного розрахунку – визначення необхідної довжини (або кількості секцій) кожного приладу з таким розрахунком, щоб його фактична теплова потужність перевищувала розрахункову величину, отриману з теплового балансу приміщення. Якщо в одному приміщенні передбачено кілька приладів, їх теплова потужність розподіляється пропорційно до сумарної розрахункової потужності для цього приміщення.

З метою автоматичного підтримання заданих температурних параметрів та енергозбереження на подавальних підводках усіх опалювальних приладів встановлюються автоматичні терморегулятори Oventrop типу UNI LX. Деяке завищення прийнятої довжини (або кількості секцій) та, відповідно, тепловіддачі приладів спрямоване на гарантоване забезпечення розрахункового температурного режиму в приміщеннях адміністративної будівлі за найбільш несприятливих зовнішніх кліматичних умов.

Розрахункова теплова потужність, Вт, опалювального приладу визначається за формулою:

$$Q_{о.п.}^{потр} = (Q_1 + Q_{вн} - 0{,}9 \cdot Q_{т.р.} - Q_{з.п})в_2 в_3$$

У розрахунковій залежності використовуються наступні параметри:

Q_1 – тепловтрати приміщення (Вт), що визначаються за табличними даними;

Qвн – втрати теплоти через внутрішні стіни, які відокремлюють розрахункове приміщення від суміжного, де можливе зниження температури при регулюванні (для даної будівлі ця складова відсутня, тобто Qвн = 0);

Qтр – тепловий потік від неізольованих трубопроводів системи опалення, прокладених у приміщеннях (при використанні пластмасових труб величиною 0,9 Qтр можна знехтувати);

$в_2 = 1{,}04$ – коефіцієнт, що враховує додаткові втрати теплоти від приладів, розташованих біля зовнішніх огороджень;

$в_3 = 1$ – коефіцієнт, що враховує додаткові втрати при вільному встановленні приладу біля стіни;

Qз.п. – регулярні теплонадходження від електричних приладів та людей (приймаються 10 Вт на 1 м² площі).

У разі встановлення в приміщенні кількох опалювальних приладів необхідний тепловий потік розподіляється між ними рівномірно. Відхилення між фактичним та потрібним тепловими потоками визначається за формулою

$$M = \frac{Q_{о.п}^{ф} - Q_{о.п.}^{потр}}{Q_{о.п.}^{ф}} \cdot 100$$

Отримане за таблицею значення має бути максимально наближеним до розрахункового. Допустиме відхилення у бік зменшення не повинне перевищувати 60 Вт або 5 % від необхідної величини. Розрахунок та підбір усіх опалювальних приладів системи опалення виконано в повному обсязі; результати обчислень та специфікація обладнання наведені нижче.

Итоги - Насосы

Номер		dP	G	H	V	T	Ro	dP H20	H H20
Стояк	Участ.	Па	кг/с	м	м3/ч	°C	кг/м3	Па	м
1	1	19225	0.438	2.02	1.62	80.0	972	19225	2.02

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 1 Цирк. кольцо отоп. пр.: 14 в помещении .....: P020											
dPцк = 19440 Па dPгр = 214 Па dH = 2.38 м Lцк = 111.9 м											
П	В	1	1	20.00	40	36617	0.438	0.341	59.2	1.2	1253
П	А	1	11	1.35	26	5777	0.069	0.227	37.5	22.4	629
				ASV-I настройка 2.4 dn 25 мм							
				Kv = 3.784 м3/ч							
П	А	1	13	2.41	26	5777	0.069	0.227	37.5	0.0	90
П	А	1	14	0.00	16	256	0.003	0.028	2.2	0.2	0
				4324-03.300 настройка 2 dn 15 мм							
				авторитет 0.52 Kv = 0.059 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 11PVK-60 n = 4 эл. l = 0.40 м							3638
О	А	1	14	0.00	16	256	0.003	0.027	3.0	0.1	0
О	А	1	15	6.00	16	256	0.003	0.027	3.0	0.3	18
О	А	1	221	6.00	16	256	0.003	0.027	3.1	0.8	19
О	А	1	221	2.95	16	341	0.004	0.038	4.8	0.5	14
О	А	1	221	0.79	16	426	0.005	0.049	6.4	0.3	5
О	А	1	22	2.21	16	426	0.005	0.049	6.4	0.8	15
О	А	1	24	0.79	16	628	0.008	0.070	9.1	0.0	7
О	А	1	25	2.16	16	628	0.008	0.070	9.1	0.5	21
О	А	1	27	0.79	16	839	0.010	0.093	11.8	0.0	9
О	А	1	28	2.16	16	839	0.010	0.093	11.8	0.5	28
О	А	1	30	0.79	16	1318	0.016	0.144	30.5	0.0	24
О	А	1	31	2.16	16	1318	0.016	0.144	30.4	0.5	71
О	А	1	33	0.79	16	1529	0.019	0.167	46.4	0.0	37
О	А	1	34	2.16	16	1529	0.019	0.167	46.4	0.5	107
О	А	1	36	0.79	16	2294	0.028	0.249	94.4	0.3	84
О	А	1	37	2.16	16	2294	0.028	0.249	94.4	1.5	250
О	А	1	39	0.79	20	3146	0.038	0.191	41.0	0.3	38
О	А	1	40	20.00	20	3146	0.038	0.191	41.1	0.8	836
О	А	1	42	0.79	20	4001	0.048	0.243	62.1	0.0	49
О	А	1	43	2.16	20	4001	0.048	0.243	62.1	0.5	149
О	А	1	45	0.79	20	4855	0.058	0.295	86.7	0.3	81
О	А	1	52	2.16	20	4855	0.058	0.295	86.7	0.8	222
О	А	1	54	0.79	20	5249	0.063	0.318	99.3	0.0	78
О	А	1	55	2.16	20	5249	0.063	0.318	99.3	1.5	290
О	А	1	57	0.79	26	5643	0.068	0.219	38.8	0.0	31
О	А	1	55	2.16	26	5643	0.068	0.219	38.8	0.8	103
О	А	1	57	1.04	26	5777	0.069	0.224	40.5	0.0	42
О	А	1	11	0.45	26	5777	0.069	0.224	40.5	0.3	26

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	1	11	1.39	26	5777	0.069	0.224	40.5	393.5	9929
				ASV-PV настройка 18 dn 15 мм							
				dPst = 7.00 кПа Kv = 0.809 м3/ч							
О	В	1	1	20.00	40	36617	0.438	0.337	59.3	1.0	1245

Стояк 1 Цирк. кольцо отоп. пр.: 14 в помещении .....: 404											
dPцк = 20795 Па dPгр = 1570 Па dH = 18.13 м Lцк = 131.6 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участк:											1253
П	В	1	2	3.30	32	21122	0.252	0.256	40.5	1.5	183
П	В	1	102	3.90	32	16148	0.193	0.196	24.0	0.5	103
П	В	1	202	4.65	25	13958	0.167	0.302	82.3	1.0	428
П	В	1	202	3.90	25	13074	0.156	0.283	72.4	0.5	302
П	В	1	411	1.35	25	13074	0.156	0.283	72.4	68.7	2842
				ASV-I настройка 2.2 dn 25 мм							
				Kv = 3.636 м3/ч							
П	А	1	13	2.45	26	13074	0.156	0.511	159.2	0.3	429
П	А	1	14	0.00	16	478	0.006	0.052	4.1	0.2	0
				4324-03.300 настройка 2 dn 15 мм							
				авторитет 0.45 Kv = 0.084 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 11PVK-60 n = 6 эл. l = 0.60 м							6286
О	А	1	14	0.00	16	478	0.006	0.051	5.3	0.1	0
О	А	1	15	2.95	16	478	0.006	0.051	5.3	0.8	17
О	А	1	15	2.95	16	855	0.010	0.092	9.6	0.5	31
О	А	1	15	2.95	16	1232	0.015	0.132	27.2	0.5	85
О	А	1	15	2.95	16	1713	0.020	0.184	54.2	1.5	185
О	А	1	15	2.95	20	2555	0.031	0.154	27.6	0.8	91
О	А	1	15	2.95	20	3398	0.041	0.205	45.2	0.5	144
О	А	1	15	2.95	20	4240	0.051	0.256	66.6	0.5	213
О	А	1	15	3.25	20	5100	0.061	0.308	92.1	1.5	370
О	А	1	15	3.05	26	5950	0.071	0.230	41.5	0.5	140
О	А	1	15	2.95	26	6799	0.081	0.263	52.5	0.8	182
О	А	1	15	2.95	26	7649	0.091	0.296	64.6	0.8	225
О	А	1	15	2.95	26	8144	0.097	0.315	72.1	0.8	252
О	А	1	15	3.00	26	8889	0.106	0.344	84.3	0.5	282
О	А	1	15	2.95	26	9634	0.115	0.372	97.2	0.5	321
О	А	1	15	2.95	26	10342	0.124	0.400	110.2	0.5	365
О	А	9	15	2.95	26	11049	0.132	0.427	124.0	0.5	411
О	А	1	15	2.95	26	11659	0.139	0.451	136.5	0.8	484
О	А	1	15	2.95	26	12367	0.148	0.478	151.7	0.5	505
О	А	1	15	0.95	26	13074	0.156	0.505	167.6	0.0	159

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	412	0.45	25	13074	0.156	0.279	72.7	0.3	44
О	В	1	411	1.39	25	13074	0.156	0.279	72.7	52.8	2160
				ASV-PV настройка 11 dn 25 мм							
				dPst = 14.00 кПа Kv = 3.999 м3/ч							
О	В	1	202	3.90	25	13074	0.156	0.279	72.7	0.5	303
О	В	1	202	4.65	25	13958	0.167	0.298	82.5	1.5	450
О	В	1	102	3.90	32	16148	0.193	0.194	24.2	0.5	104
О	В	1	2	3.30	32	21122	0.252	0.253	40.7	2.0	198
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков											1245

Стояк 1 Цирк. кольцо отоп. пр.: 23 в помещении .....: P022											
dPцк = 19443 Па dPгр = 218 Па dH = 2.38 м Lцк = 111.9 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участк											1972
П	А	1	13	6.00	26	5521	0.066	0.217	34.6	0.8	227
П	А	1	116	6.00	26	5521	0.066	0.217	34.6	0.3	215
П	А	1	116	0.89	26	5436	0.065	0.213	33.6	0.5	41
П	А	1	219	2.06	26	5436	0.065	0.213	33.6	0.0	69
П	А	1	219	0.89	20	5351	0.064	0.327	94.8	1.3	154
П	А	1	22	2.11	20	5351	0.064	0.327	94.8	0.3	216
П	А	1	23	0.00	16	202	0.002	0.022	1.7	0.2	0
				4324-03.300 настройка 2 dn 15 мм							
				авторитет 0.40 Kv = 0.053 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 11PVK-60 n = 4 эл. l = 0.40 м							2791
О	А	1	23	0.00	16	202	0.002	0.022	2.6	0.1	0
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков											13757

Стояк 1 Цирк. кольцо отоп. пр.: 26 в помещении .....: P018											
dPцк = 19442 Па dPгр = 217 Па dH = 2.38 м Lцк = 111.9 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участк											2894
П	А	1	22	0.89	20	5149	0.061	0.314	88.6	0.5	104
П	А	1	25	2.06	20	5149	0.061	0.314	88.6	0.0	183
П	А	1	26	0.00	16	211	0.003	0.023	1.8	0.2	0
				4324-03.300 настройка 2 dn 15 мм							
				авторитет 0.36 Kv = 0.058 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 11PVK-60 n = 4 эл. l = 0.40 м							2533
О	А	1	26	0.00	16	211	0.003	0.023	2.7	0.1	0
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков											13729

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 1 Цирк. кольцо отоп. пр.: 29 в помещении .....: P015											
dPцк = 19438 Па dPгр = 212 Па dH = 2.38 м Lцк = 111.9 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участк:											3180
П	А	1	25	0.89	20	4938	0.059	0.302	82.3	0.5	96
П	А	1	28	2.06	20	4938	0.059	0.302	82.3	0.0	170
П	А	1	29	0.00	16	479	0.006	0.052	4.1	0.2	0
				4324-03.300 настройка 3 dn 15 мм							
				авторитет 0.33 Kv = 0.139 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 11PVK-60 n = 6 эл. l = 0.60 м							2299
О	А	1	29	0.00	16	479	0.006	0.051	5.4	0.1	0
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участко											13692

Стояк 1 Цирк. кольцо отоп. пр.: 32 в помещении .....: P015A											
dPцк = 19442 Па dPгр = 217 Па dH = 2.38 м Lцк = 111.9 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участк:											3446
П	А	1	28	0.89	20	4459	0.053	0.272	68.7	0.5	80
П	А	1	31	2.06	20	4459	0.053	0.272	68.7	0.0	142
П	А	1	32	0.00	16	211	0.003	0.023	1.8	0.2	0
				4324-03.300 настройка 2 dn 15 мм							
				авторитет 0.31 Kv = 0.063 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 11PVK-60 n = 4 эл. l = 0.40 м							2178
О	А	1	32	0.00	16	211	0.003	0.023	2.7	0.1	0
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участко											13597

Стояк 1 Цирк. кольцо отоп. пр.: 35 в помещении .....: P014											
dPцк = 19439 Па dPгр = 213 Па dH = 2.38 м Lцк = 111.9 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участк:											3667
П	А	1	31	0.89	20	4248	0.051	0.259	63.1	0.5	73
П	А	1	34	2.06	20	4248	0.051	0.259	63.1	0.0	130
П	А	1	35	0.00	16	765	0.009	0.083	8.1	0.2	1
				4324-03.300 настройка 3 dn 15 мм							
				авторитет 0.30 Kv = 0.231 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 22VK-60 n = 6 эл. l = 0.60 м							2114
О	А	1	35	0.00	16	765	0.009	0.082	8.9	0.1	0
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участко											13453

Стояк 1 Цирк. кольцо отоп. пр.: 38 в помещении .....: P010											
dPцк = 19437 Па dPгр = 212 Па dH = 2.38 м Lцк = 111.9 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участк:											3870
П	А	1	34	0.89	20	3483	0.042	0.213	44.5	0.8	58

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	1	37	2.06	20	3483	0.042	0.213	44.5	0.0	92
П	А	1	38	0.00	16	852	0.010	0.092	11.5	0.2	1
				4324-03.300 настройка 3 dn 15 мм							
				авторитет 0.33 Kv = 0.247 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 22VK-60 n = 6 эл. l = 0.60 м							2297
О	А	1	38	0.00	16	852	0.010	0.091	9.7	0.1	1
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков											13119

Стояк 1 Цирк. кольцо отоп. пр.: 41 в помещении .....: P027											
dPцк = 19437 Па dPгр = 212 Па dH = 2.38 м Lцк = 112.0 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участк											4019
П	А	1	37	0.89	20	2631	0.031	0.161	27.3	0.8	35
П	А	1	40	20.00	20	2631	0.031	0.161	27.3	0.3	550
П	А	1	41	0.00	16	855	0.010	0.093	11.2	0.2	1
				4324-03.300 настройка 3 dn 15 мм							
				авторитет 0.37 Kv = 0.233 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 22VK-60 n = 6 эл. l = 0.60 м							2586
О	А	1	41	0.00	16	855	0.010	0.092	9.7	0.1	1
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков											12245

Стояк 1 Цирк. кольцо отоп. пр.: 44 в помещении .....: P027											
dPцк = 19437 Па dPгр = 212 Па dH = 2.38 м Lцк = 112.0 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участк											4604
П	А	1	40	0.89	16	1777	0.021	0.193	54.5	1.0	67
П	А	1	43	2.06	16	1777	0.021	0.193	54.5	0.0	112
П	А	1	44	0.00	16	855	0.010	0.093	11.2	0.2	1
				4324-03.300 настройка 3 dn 15 мм							
				авторитет 0.37 Kv = 0.232 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 22VK-60 n = 6 эл. l = 0.60 м							2604
О	А	1	44	0.00	16	855	0.010	0.092	9.7	0.1	1
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков											12048

Стояк 1 Цирк. кольцо отоп. пр.: 47 в помещении .....: P01											
dPцк = 19441 Па dPгр = 216 Па dH = 2.38 м Lцк = 91.1 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участк											1253
П	В	1	11	15.00	25	9718	0.116	0.210	40.6	65.4	2052
				ASV-I настройка 2.4 dn 25 мм							
				Kv = 3.784 м3/ч							
П	В	2	1	5.00	25	9718	0.116	0.210	40.6	0.3	210
П	А	2	3	0.35	16	1608	0.019	0.175	45.5	3.5	69

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	A	1	49	2.54	16	1608	0.019	0.175	45.5	0.6	125
П	A	1	49	2.06	16	804	0.010	0.087	9.5	0.5	21
П	A	1	46	0.89	16	804	0.010	0.087	9.4	0.0	8
П	A	1	47	0.00	16	804	0.010	0.087	9.4	0.2	1
				4324-03.300 настройка 3 dn 15 мм							
				авторитет 0.43 Kv = 0.220 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 22VK-60 n = 6 эл. l = 0.60 м							2572
O	A	1	47	0.00	16	804	0.010	0.086	9.3	0.1	1
O	B	1	48	0.79	15	804	0.010	0.050	3.5	0.0	3
O	A	1	49	2.16	16	804	0.010	0.086	9.3	0.5	22
O	A	1	51	2.14	16	1608	0.019	0.173	49.0	0.6	114
O	A	2	2	0.20	16	1608	0.019	0.173	49.0	4.0	69
O	B	2	1	5.00	25	9718	0.116	0.207	41.0	0.3	211
O	B	1	11	15.00	25	9718	0.116	0.207	41.0	504.3	11465
				ASV-PV настройка 19 dn 15 мм							
				dPst = 6.00 кПа Kv = 1.290 м3/ч							
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков											1245

Стояк 1 Цирк. кольцо отоп. пр.: 50 в помещении .....: P01											
dPцк = 19441 Па dPгр = 216 Па dH = 2.38 м Lцк = 85.2 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участк											3708
П	A	1	50	0.00	16	804	0.010	0.087	9.5	0.2	1
				4324-03.300 настройка 3 dn 15 мм							
				авторитет 0.44 Kv = 0.218 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 22VK-60 n = 6 эл. l = 0.60 м							2626
O	A	1	50	0.00	16	804	0.010	0.086	9.2	0.1	1
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков											13105

Стояк 1 Цирк. кольцо отоп. пр.: 53 в помещении .....: P030											
dPцк = 19437 Па dPгр = 212 Па dH = 2.38 м Lцк = 112.0 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участк											4783
П	A	1	43	0.89	16	922	0.011	0.100	14.5	0.8	17
П	A	1	52	2.06	16	922	0.011	0.100	14.4	0.3	31
П	A	1	53	0.00	16	394	0.005	0.043	3.5	0.2	0
				4324-03.300 настройка 2 dn 15 мм							
				авторитет 0.41 Kv = 0.102 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 11PVK-60 n = 5 эл. l = 0.50 м							2861
O	A	1	53	0.00	16	394	0.005	0.042	4.6	0.1	0
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков											11744

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 1 Цирк. кольцо отоп. пр.: 56 в помещении .....: P004											
dPцк = 19446 Па dPгр = 220 Па dH = 2.38 м Lцк = 112.0 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участк:											4832
П	А	1	52	0.89	16	528	0.006	0.057	4.7	0.5	5
П	А	1	55	2.06	16	528	0.006	0.057	4.7	0.0	10
П	А	1	55	0.90	16	134	0.002	0.015	1.2	0.5	1
П	А	1	55	2.05	16	134	0.002	0.015	1.2	0.3	3
П	А	1	56	0.00	16	134	0.002	0.014	1.3	0.2	0
				4324-03.300 настройка 1 dn 15 мм							
				авторитет 0.48 Kv = 0.032 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 11PVK-60 n = 4 эл. l = 0.40 м							3354
О	А	1	56	0.00	16	134	0.002	0.014	2.0	0.1	0
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участко											11242

Стояк 1 Цирк. кольцо отоп. пр.: 56 в помещении .....: P030											
dPцк = 19439 Па dPгр = 214 Па dH = 2.38 м Lцк = 112.0 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участк:											4846
П	А	1	56	0.00	16	394	0.005	0.043	3.5	0.2	0
				4324-03.300 настройка 2 dn 15 мм							
				авторитет 0.46 Kv = 0.096 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 11PVK-60 n = 6 эл. l = 0.60 м							3217
О	А	1	56	0.00	16	394	0.005	0.042	4.8	0.1	0
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участко											11375

Стояк 1 Цирк. кольцо отоп. пр.: 114 в помещении .....: 104											
dPцк = 19727 Па dPгр = 501 Па dH = 5.68 м Lцк = 62.1 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участк:											1436
П	А	1	111	1.35	20	4974	0.059	0.304	83.2	36.8	1811
				ASV-I настройка 1.6 dn 20 мм							
				Kv = 1.780 м3/ч							
П	А	1	113	2.41	20	4974	0.059	0.304	83.2	0.3	214
П	А	1	114	0.00	16	801	0.010	0.087	9.6	0.2	1
				4324-03.300 настройка 3 dn 15 мм							
				авторитет 0.49 Kv = 0.226 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 22VK-60 n = 6 эл. l = 0.60 м							2429
О	А	1	114	0.00	16	801	0.010	0.086	9.0	0.1	1
О	А	1	115	0.79	16	801	0.010	0.086	9.0	0.0	7
О	А	1	116	2.16	16	801	0.010	0.086	9.0	0.8	22
О	А	1	118	2.95	16	1789	0.021	0.192	58.4	1.5	200
О	А	1	139	0.79	20	2771	0.033	0.167	31.8	0.0	25

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	1	134	2.26	20	2771	0.033	0.167	31.8	0.5	79
О	А	1	134	0.69	20	3753	0.045	0.227	53.8	3.3	122
О	А	1	112	0.25	20	4974	0.059	0.300	88.2	0.0	22
О	А	1	112	0.45	20	4974	0.059	0.300	88.2	0.6	67
О	А	1	111	1.39	20	4974	0.059	0.300	88.2	259.8	11847
				ASV-PV настройка 20 dn 15 мм							
				dPst = 5.00 кПа Kv = 0.636 м3/ч							
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков											1444

Стояк 1 Цирк. кольцо отоп. пр.: 117 в помещении .....: P025											
dPцк = 19451 Па dPгр = 225 Па dH = 2.38 м Lцк = 111.9 м											
Избыток давления в кольце dPизб = 187 Па											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков											2414
П	А	1	117	0.00	16	85	0.001	0.011	0.9	0.2	0
				4324-03.300 настройка 1 dn 15 мм							
				авторитет 0.44 Kv = 0.025 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 11PVK-60 n = 4 эл. l = 0.40 м							3058
О	А	1	117	0.00	16	85	0.001	0.011	1.6	0.1	0
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков											13792

Стояк 1 Цирк. кольцо отоп. пр.: 117 в помещении .....: 117											
dPцк = 19726 Па dPгр = 501 Па dH = 5.68 м Lцк = 62.1 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков											3461
П	А	1	113	0.89	20	4173	0.050	0.255	61.0	0.5	71
П	А	1	116	2.06	20	4173	0.050	0.255	61.0	0.3	135
П	А	1	117	0.00	16	988	0.012	0.107	18.7	0.2	1
				4324-03.300 настройка 4 dn 15 мм							
				авторитет 0.45 Kv = 0.290 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 22VK-60 n = 7 эл. l = 0.70 м							2252
О	А	1	117	0.00	16	988	0.012	0.106	13.2	0.1	1
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков											13806

Стояк 1 Цирк. кольцо отоп. пр.: 120 в помещении .....: 101											
dPцк = 19728 Па dPгр = 503 Па dH = 5.68 м Lцк = 102.5 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков											3514
П	В	2	3	2.95	25	8110	0.097	0.175	28.6	3.0	130
П	А	1	125	2.54	16	1998	0.024	0.217	66.5	1.5	204
П	А	1	125	2.06	16	1332	0.016	0.145	32.9	0.5	73
П	А	1	122	0.89	16	1332	0.016	0.145	32.9	0.0	29
П	А	1	122	2.06	16	666	0.008	0.072	5.8	0.5	13

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	А	1	119	0.89	16	666	0.008	0.072	5.8	0.0	5
П	А	1	120	0.00	16	666	0.008	0.072	5.8	0.2	0
				4324-03.300 настройка 3 dn 15 мм							
				авторитет 0.39 Kv = 0.188 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 22VK-60 n = 5 эл. l = 0.50 м							2424
О	А	1	120	0.00	16	666	0.008	0.071	7.7	0.1	0
О	В	1	121	0.79	15	666	0.008	0.042	2.9	0.0	2
О	А	1	122	2.16	16	666	0.008	0.071	7.8	0.5	18
О	В	1	124	0.79	15	1332	0.016	0.083	6.9	0.0	5
О	А	1	125	2.16	16	1332	0.016	0.143	32.7	0.5	76
О	А	1	127	2.14	16	1998	0.024	0.214	71.1	1.0	175
О	В	2	2	3.10	25	8110	0.097	0.173	28.9	3.0	135
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков											12922

Стояк 1 Цирк. кольцо отоп. пр.: 123 в помещении .....: 101											
dPцк = 19728 Па dPгр = 503 Па dH = 5.68 м Lцк = 96.6 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков											3951
П	А	1	123	0.00	16	666	0.008	0.072	5.8	0.2	0
				4324-03.300 настройка 3 dn 15 мм							
				авторитет 0.39 Kv = 0.186 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 22VK-60 n = 5 эл. l = 0.50 м							2463
О	А	1	123	0.00	16	666	0.008	0.071	7.7	0.1	0
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков											13313

Стояк 1 Цирк. кольцо отоп. пр.: 126 в помещении .....: 101											
dPцк = 19725 Па dPгр = 500 Па dH = 5.68 м Lцк = 90.7 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков											3849
П	А	1	126	0.00	16	666	0.008	0.072	5.8	0.2	0
				4324-03.300 настройка 3 dn 15 мм							
				авторитет 0.42 Kv = 0.180 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 22VK-60 n = 4 эл. l = 0.40 м							2644
О	А	1	126	0.00	16	666	0.008	0.072	7.2	0.1	0
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков											13232

Стояк 1 Цирк. кольцо отоп. пр.: 132 в помещении .....: 111											
dPцк = 19727 Па dPгр = 502 Па dH = 5.68 м Lцк = 72.5 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков											3667
П	А	1	116	2.95	20	3185	0.038	0.195	38.0	0.5	121
П	А	1	137	3.05	16	2203	0.026	0.239	78.8	1.0	269
П	А	1	137	2.95	16	1221	0.015	0.133	28.3	1.1	93

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	А	1	137	0.90	16	577	0.007	0.063	4.9	0.5	5
П	А	1	131	2.05	16	577	0.007	0.063	5.0	0.0	10
П	А	1	132	0.00	16	577	0.007	0.063	5.0	0.2	0
				4324-03.300 настройка 3 dn 15 мм							
				авторитет 0.42 Kv = 0.176 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 11PVK-60 n = 8 эл. l = 0.80 м							2065
О	А	1	132	0.00	16	577	0.007	0.062	6.7	0.1	0
О	А	1	133	2.20	16	577	0.007	0.062	6.7	0.0	15
О	А	1	134	0.75	16	577	0.007	0.062	6.7	0.5	6
О	А	1	134	2.26	16	1221	0.015	0.131	25.6	4.3	95
				Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков							13380

Стояк 1 Цирк. кольцо отоп. пр.: 135 в помещении .....: 113											
dPцк = 19726 Па dPгр = 501 Па dH = 5.68 м Lцк = 66.6 м											
				Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков							4151
П	А	1	135	0.00	16	644	0.008	0.070	5.5	0.2	0
				4324-03.300 настройка 3 dn 15 мм							
				авторитет 0.42 Kv = 0.195 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 11PVK-60 n = 8 эл. l = 0.80 м							2100
О	А	1	135	0.00	16	644	0.008	0.069	7.2	0.1	0
				Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков							13474

Стояк 1 Цирк. кольцо отоп. пр.: 135 в помещении .....: 118											
dPцк = 19726 Па dPгр = 501 Па dH = 5.68 м Lцк = 62.1 м											
				Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков							4057
П	А	1	135	0.00	16	982	0.012	0.107	18.3	0.2	1
				4324-03.300 настройка 4 dn 15 мм							
				авторитет 0.44 Kv = 0.293 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 22VK-60 n = 7 эл. l = 0.70 м							2165
О	А	1	135	0.00	16	982	0.012	0.105	12.9	0.1	1
				Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков							13502

Стояк 1 Цирк. кольцо отоп. пр.: 138 в помещении .....: 118											
dPцк = 19726 Па dPгр = 501 Па dH = 5.68 м Lцк = 62.1 м											
				Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков							3789
П	А	1	138	0.00	16	982	0.012	0.107	18.3	0.2	1
				4324-03.300 настройка 4 dn 15 мм							
				авторитет 0.47 Kv = 0.283 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 22VK-60 n = 7 эл. l = 0.70 м							2330
О	А	1	138	0.00	16	982	0.012	0.105	12.9	0.1	1

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											13605

Стояк 1 Цирк. кольцо отоп. пр.: 214 в помещении .....: 201											
dPцк = 20067 Па dPгр = 842 Па dH = 9.58 м Lцк = 110.3 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков											3645
П	В	2	3	3.90	20	6112	0.073	0.213	57.7	1.0	247
П	А	1	219	2.54	16	2339	0.028	0.254	87.7	1.5	271
П	А	1	219	2.06	16	1559	0.019	0.169	43.2	0.5	96
П	А	1	216	0.89	16	1559	0.019	0.169	43.3	0.0	39
П	А	1	216	2.06	16	780	0.009	0.085	8.5	0.5	19
П	А	1	213	0.89	16	780	0.009	0.085	8.5	0.0	8
П	А	1	214	0.00	16	780	0.009	0.085	8.4	0.2	1
				4324-03.300 настройка 3 dn 15 мм							
				авторитет 0.31 Kv = 0.239 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 22VK-60 n = 6 эл. l = 0.60 м							2051
О	А	1	214	0.00	16	780	0.009	0.084	9.1	0.1	0
О	В	1	215	0.79	15	780	0.009	0.049	3.4	0.0	3
О	А	1	216	2.16	16	780	0.009	0.084	9.1	0.5	21
О	В	1	218	0.79	15	1559	0.019	0.098	13.1	0.0	10
О	А	1	219	2.16	16	1559	0.019	0.167	46.4	0.5	107
О	А	1	221	2.14	16	2339	0.028	0.251	93.7	1.0	232
О	В	2	2	3.90	20	6112	0.073	0.210	58.2	1.5	260
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков											13056

Стояк 1 Цирк. кольцо отоп. пр.: 217 в помещении .....: 201											
dPцк = 20065 Па dPгр = 840 Па dH = 9.58 м Lцк = 104.4 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков											4298
П	А	1	217	0.00	16	780	0.009	0.085	8.5	0.2	1
				4324-03.300 настройка 3 dn 15 мм							
				авторитет 0.32 Kv = 0.236 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 22VK-60 n = 5 эл. l = 0.50 м							2100
О	А	1	217	0.00	16	780	0.009	0.084	8.7	0.1	1
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков											13666

Стояк 1 Цирк. кольцо отоп. пр.: 220 в помещении .....: 201											
dPцк = 20067 Па dPгр = 842 Па dH = 9.58 м Lцк = 98.5 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков											4163
П	А	1	220	0.00	16	780	0.009	0.085	8.6	0.2	1
				4324-03.300 настройка 3 dn 15 мм							
				авторитет 0.36 Kv = 0.223 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.: RADIK 22VK-60 n = 6 эл. l = 0.60 м							2354
О	А	1	220	0.00	16	780	0.009	0.084	9.0	0.1	0
				Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков							13548

Стояк 1 Цирк. кольцо отоп. пр.: 220 в помещении .....: P025											
dPцк = 19451 Па dPгр = 225 Па dH = 2.38 м Lцк = 111.9 м											
Избыток давления в кольце dPизб = 91 Па											
				Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков							2524
П	А	1	220	0.00	16	85	0.001	0.011	0.9	0.2	0
				4324-03.300 настройка 1 dn 15 мм							
				авторитет 0.44 Kv = 0.025 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 11PVK-60 n = 4 эл. l = 0.40 м							3058
О	А	1	220	0.00	16	85	0.001	0.011	1.6	0.1	0
				Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков							13778

Стояк 1 Цирк. кольцо отоп. пр.: 223 в помещении .....: 221											
dPцк = 20065 Па dPгр = 839 Па dH = 9.57 м Lцк = 69.9 м											
				Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков							1539
П	А	1	211	1.35	16	2190	0.026	0.238	77.9	77.7	2304
				ASV-I настройка 0.8 dn 15 мм							
				Kv = 0.676 м3/ч							
П	А	1	237	2.41	16	2190	0.026	0.238	77.9	0.0	188
П	А	1	222	2.95	16	1644	0.020	0.179	47.3	0.8	152
П	А	1	223	0.00	16	617	0.007	0.067	5.2	0.2	0
				4324-03.300 настройка 3 dn 15 мм							
				авторитет 0.39 Kv = 0.194 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 11PVK-60 n = 8 эл. l = 0.80 м							1947
О	А	1	223	0.00	16	617	0.007	0.066	6.9	0.1	0
О	А	1	224	0.79	16	1163	0.014	0.125	22.2	0.0	18
О	А	1	225	2.16	16	1163	0.014	0.125	22.1	0.8	54
О	А	1	227	0.79	16	1776	0.021	0.191	57.9	0.0	46
О	А	1	228	2.16	16	1776	0.021	0.191	57.9	0.8	140
О	А	1	230	1.04	16	2190	0.026	0.235	83.4	0.0	87
О	А	1	212	0.45	16	2190	0.026	0.235	83.4	0.3	46
О	А	1	211	1.39	16	2190	0.026	0.235	83.4	430.1	11996
				ASV-PV настройка 20 dn 15 мм							
				dPst = 5.00 кПа Kv = 0.278 м3/ч							
				Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков							1548

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 1 Цирк. кольцо отоп. пр.: 226 в помещении .....: 220											
dPцк = 20065 Па dPгр = 839 Па dH = 9.57 м Lцк = 69.9 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участк:											4183
П	А	1	222	0.89	16	1027	0.012	0.112	20.5	0.5	21
П	А	1	225	2.06	16	1027	0.012	0.112	20.5	0.3	44
П	А	1	226	0.00	16	613	0.007	0.067	5.2	0.2	0
				4324-03.300 настройка 3 dn 15 мм							
				авторитет 0.39 Kv = 0.193 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 11PVK-60 n = 8 эл. l = 0.80 м							1954
О	А	1	226	0.00	16	613	0.007	0.066	6.9	0.1	0
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участко											13861

Стояк 1 Цирк. кольцо отоп. пр.: 229 в помещении .....: 210											
dPцк = 20066 Па dPгр = 841 Па dH = 9.57 м Lцк = 69.9 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участк:											4249
П	А	1	228	2.95	16	414	0.005	0.045	3.5	0.8	11
П	А	1	229	0.00	16	414	0.005	0.045	3.6	0.2	0
				4324-03.300 настройка 2 dn 15 мм							
				авторитет 0.43 Kv = 0.125 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 11PVK-60 n = 6 эл. l = 0.60 м							2129
О	А	1	229	0.00	16	414	0.005	0.044	4.9	0.1	0
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участко											13676

Стояк 1 Цирк. кольцо отоп. пр.: 238 в помещении .....: 204											
dPцк = 20064 Па dPгр = 839 Па dH = 9.57 м Lцк = 69.9 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участк:											4031
П	А	1	238	0.00	16	546	0.007	0.059	4.6	0.2	0
				4324-03.300 настройка 3 dn 15 мм							
				авторитет 0.42 Kv = 0.166 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 11PVK-60 n = 7 эл. l = 0.70 м							2080
О	А	1	238	0.00	16	546	0.007	0.059	6.1	0.1	0
О	А	1	222	2.95	16	546	0.007	0.059	6.1	0.8	19
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участко											13933

Стояк 1 Цирк. кольцо отоп. пр.: 314 в помещении .....: 301											
dPцк = 20471 Па dPгр = 1246 Па dH = 14.23 м Lцк = 119.6 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участк:											3892
П	В	2	3	4.65	20	3773	0.045	0.131	22.7	0.5	110
П	А	1	319	2.54	16	2280	0.027	0.247	83.9	1.5	259
П	А	1	319	2.06	16	1520	0.018	0.165	41.4	0.5	92

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	A	1	316	0.89	16	1520	0.018	0.165	41.4	0.0	37
П	A	1	316	2.06	16	760	0.009	0.082	7.8	0.5	18
П	A	1	313	0.89	16	760	0.009	0.082	7.8	0.0	7
П	A	1	314	0.00	16	760	0.009	0.082	7.8	0.2	1
				4324-03.300 настройка 3 dn 15 мм							
				авторитет 0.32 Kv = 0.221 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 22VK-60 n = 6 эл. l = 0.60 м							2269
О	A	1	314	0.00	16	760	0.009	0.081	9.0	0.1	0
О	B	1	315	0.79	15	760	0.009	0.048	3.4	0.0	3
О	A	1	316	2.16	16	760	0.009	0.081	9.0	0.5	21
О	B	1	318	0.79	15	1520	0.018	0.095	11.6	0.0	9
О	A	1	319	2.16	16	1520	0.018	0.163	44.5	0.5	103
О	A	1	321	2.14	16	2280	0.027	0.245	89.8	1.0	222
О	B	2	2	4.65	20	3773	0.045	0.130	23.2	0.5	112
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков											13316

Стояк 1 Цирк. кольцо отоп. пр.: 317 в помещении .....: 301											
dPцк = 20469 Па dPгр = 1244 Па dH = 14.23 м Lцк = 113.7 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков											4390
П	A	1	317	0.00	16	760	0.009	0.082	7.8	0.2	1
				4324-03.300 настройка 3 dn 15 мм							
				авторитет 0.33 Kv = 0.219 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 22VK-60 n = 5 эл. l = 0.50 м							2315
О	A	1	317	0.00	16	760	0.009	0.082	8.5	0.1	0
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков											13762

Стояк 1 Цирк. кольцо отоп. пр.: 320 в помещении .....: 301											
dPцк = 20471 Па dPгр = 1246 Па dH = 14.23 м Lцк = 107.8 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков											4261
П	A	1	320	0.00	16	760	0.009	0.082	7.9	0.2	1
				4324-03.300 настройка 3 dn 15 мм							
				авторитет 0.37 Kv = 0.209 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 22VK-60 n = 6 эл. l = 0.60 м							2558
О	A	1	320	0.00	16	760	0.009	0.082	8.9	0.1	0
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков											13650

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]
Стояк 1 Цирк. кольцо отоп. пр.: 323 в помещении .....: 309											
dPцк = 20465 Па dPгр = 1240 Па dH = 14.23 м Lцк = 77.6 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участк											1967
П	А	1	311	1.35	16	884	0.011	0.096	13.4	466.8	2170
				ASV-I настройка 0.3 dn 15 мм							
				Kv = 0.268 м3/ч							
П	А	1	325	2.41	16	884	0.011	0.096	13.3	0.0	32
П	А	1	322	2.95	16	430	0.005	0.047	3.7	0.8	12
П	А	1	323	0.00	16	430	0.005	0.047	3.7	0.2	0
				4324-03.300 настройка 2 dn 15 мм							
				авторитет 0.55 Kv = 0.115 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 11PVK-60 n = 6 эл. l = 0.60 м							2702
О	А	1	323	0.00	16	430	0.005	0.046	5.0	0.1	0
О	А	1	322	2.95	16	430	0.005	0.046	5.0	0.8	16
О	А	1	322	2.41	16	884	0.011	0.095	10.2	0.0	25
О	А	1	312	0.45	16	884	0.011	0.095	10.3	0.3	6
О	А	1	311	1.39	16	884	0.011	0.095	10.3	2562.3	11538
				ASV-PV настройка 20 dn 15 мм							
				dPst = 5.00 кПа Kv = 0.114 м3/ч							
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участко											1998

Стояк 1 Цирк. кольцо отоп. пр.: 326 в помещении .....: 304											
dPцк = 20464 Па dPгр = 1239 Па dH = 14.23 м Lцк = 71.7 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участк											4169
П	А	1	326	0.00	16	454	0.005	0.049	3.9	0.2	0
				4324-03.300 настройка 2 dn 15 мм							
				авторитет 0.55 Kv = 0.121 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 11PVK-60 n = 6 эл. l = 0.60 м							2728
О	А	1	326	0.00	16	454	0.005	0.049	5.1	0.1	0
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участко											13566

Стояк 1 Цирк. кольцо отоп. пр.: 414 в помещении .....: 401											
dPцк = 20803 Па dPгр = 1578 Па dH = 18.13 м Lцк = 127.4 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участк											4002
П	В	2	3	3.90	15	1493	0.018	0.095	18.5	1.0	77
П	А	1	419	2.54	16	1493	0.018	0.162	40.2	0.3	106
П	А	1	419	2.06	16	995	0.012	0.108	18.7	0.5	41
П	А	1	416	0.89	16	995	0.012	0.108	18.6	0.0	17
П	А	1	416	2.06	16	498	0.006	0.054	4.3	0.5	10
П	А	1	413	0.89	16	498	0.006	0.054	4.4	0.0	4

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	A	1	414	0.00	16	498	0.006	0.054	4.4	0.2	0
				4324-03.300 настройка 3 dn 15 мм							
				авторитет 0.40 Kv = 0.128 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 11PVK-60 n = 7 эл. l = 0.70 м							2925
O	A	1	414	0.00	16	498	0.006	0.053	6.0	0.1	0
O	B	1	415	0.79	15	498	0.006	0.031	2.2	0.0	2
O	A	1	416	2.16	16	498	0.006	0.053	6.0	0.5	14
O	B	1	418	0.79	15	995	0.012	0.062	4.4	0.0	3
O	A	1	419	2.16	16	995	0.012	0.107	12.8	0.5	31
O	A	1	421	2.14	16	1493	0.018	0.160	43.0	0.3	96
O	B	2	2	3.90	15	1493	0.018	0.094	10.4	1.5	47
				Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков							13428

Стояк 1 Цирк. кольцо отоп. пр.: 417 в помещении .....: 401											
dPцк = 20802 Па dPгр = 1577 Па dH = 18.13 м Lцк = 121.5 м											
				Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков							4243
П	A	1	417	0.00	16	498	0.006	0.054	4.3	0.2	0
				4324-03.300 настройка 3 dn 15 мм							
				авторитет 0.40 Kv = 0.127 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 11PVK-60 n = 6 эл. l = 0.60 м							2953
O	A	1	417	0.00	16	498	0.006	0.053	5.7	0.1	0
				Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков							13606

Стояк 1 Цирк. кольцо отоп. пр.: 420 в помещении .....: 401											
dPцк = 20802 Па dPгр = 1577 Па dH = 18.13 м Lцк = 115.6 м											
				Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков							4185
П	A	1	420	0.00	16	498	0.006	0.054	4.3	0.2	0
				4324-03.300 настройка 2 dn 15 мм							
				авторитет 0.42 Kv = 0.125 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 11PVK-60 n = 6 эл. l = 0.60 м							3045
O	A	1	420	0.00	16	498	0.006	0.053	5.6	0.1	0
				Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков							13572

Стояк 2 Цирк. кольцо отоп. пр.: 14 в помещении .....: 406											
dPцк = 20795 Па dPгр = 1570 Па dH = 18.13 м Lцк = 131.6 м											
				Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков							5540
П	A	1	13	2.95	26	12596	0.150	0.492	148.9	0.8	536
П	A	2	14	0.00	16	377	0.005	0.041	3.2	0.2	0
				4324-03.300 настройка 2 dn 15 мм							
				авторитет 0.41 Kv = 0.069 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.: RADIK 11PVK-60 n = 5 эл. l = 0.50 м							5767
О	А	2	14	0.00	16	377	0.005	0.040	4.2	0.1	0
				Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков							8952

Стояк 3 Цирк. кольцо отоп. пр.: 14 в помещении .....: 410											
dPцк = 20795 Па dPгр = 1570 Па dH = 18.13 м Lцк = 131.6 м											
				Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков							6076
П	А	1	13	2.95	26	12219	0.146	0.478	141.0	0.5	473
П	А	1	13	2.95	26	11842	0.141	0.463	133.3	0.5	447
П	А	1	13	2.95	26	11361	0.136	0.444	123.7	0.5	414
П	А	1	13	2.95	26	10519	0.126	0.411	107.8	0.8	386
П	А	1	13	2.95	26	9676	0.116	0.378	92.9	0.5	310
П	А	1	13	2.95	26	8834	0.105	0.345	79.0	0.5	263
П	А	1	13	3.25	26	7974	0.095	0.312	65.8	0.5	238
П	А	1	13	3.05	26	7124	0.085	0.278	53.9	0.5	184
П	А	3	14	0.00	16	850	0.010	0.092	11.5	0.2	1
				4324-03.300 настройка 3 dn 15 мм							
				авторитет 0.31 Kv = 0.180 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 22VK-60 n = 6 эл. l = 0.60 м							4310
О	А	3	14	0.00	16	850	0.010	0.091	9.5	0.1	1
				Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков							7693

Стояк 3 Цирк. кольцо отоп. пр.: 14 в помещении .....: 406											
dPцк = 20793 Па dPгр = 1568 Па dH = 18.13 м Lцк = 131.6 м											
				Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков							6549
П	А	3	14	0.00	16	377	0.005	0.041	3.2	0.2	0
				4324-03.300 настройка 2 dn 15 мм							
				авторитет 0.38 Kv = 0.072 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 11PVK-60 n = 4 эл. l = 0.40 м							5323
О	А	3	14	0.00	16	377	0.005	0.041	4.0	0.1	0
				Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков							8921

Стояк 4 Цирк. кольцо отоп. пр.: 14 в помещении .....: 410											
dPцк = 20795 Па dPгр = 1570 Па dH = 18.13 м Lцк = 131.6 м											
				Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков							8790
П	А	1	13	2.95	26	6275	0.075	0.245	43.1	0.8	151
П	А	4	14	0.00	16	850	0.010	0.092	11.5	0.2	1
				4324-03.300 настройка 3 dn 15 мм							
				авторитет 0.31 Kv = 0.179 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 22VK-60 n = 6 эл. l = 0.60 м							4341

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	4	14	0.00	16	850	0.010	0.091	9.5	0.1	1
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков											7511

Стояк 4 Цирк. кольцо отоп. пр.: 14 в помещении .....: 407											
dPцк = 20795 Па dPгр = 1570 Па dH = 18.13 м Lцк = 131.6 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков											6996
П	А	4	14	0.00	16	481	0.006	0.052	4.1	0.2	0
				4324-03.300 настройка 2 dn 15 мм							
				авторитет 0.36 Kv = 0.095 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 11PVK-60 n = 6 эл. l = 0.60 м							4962
О	А	4	14	0.00	16	481	0.006	0.052	5.3	0.1	0
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков											8836

Стояк 5 Цирк. кольцо отоп. пр.: 14 в помещении .....: 411											
dPцк = 20794 Па dPгр = 1569 Па dH = 18.13 м Lцк = 131.6 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков											8941
П	А	1	13	2.95	20	5425	0.065	0.331	97.3	1.3	358
П	А	5	14	0.00	16	495	0.006	0.054	4.2	0.2	0
				4324-03.300 настройка 2 dn 15 мм							
				авторитет 0.30 Kv = 0.106 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 11PVK-60 n = 6 эл. l = 0.60 м							4209
О	А	5	14	0.00	16	495	0.006	0.053	5.5	0.1	0
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков											7285

Стояк 5 Цирк. кольцо отоп. пр.: 14 в помещении .....: 408											
dPцк = 20795 Па dPгр = 1570 Па dH = 18.13 м Lцк = 131.6 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков											7410
П	А	5	14	0.00	16	842	0.010	0.091	11.2	0.2	1
				4324-03.300 настройка 3 dn 15 мм							
				авторитет 0.34 Kv = 0.170 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 22VK-60 n = 6 эл. l = 0.60 м							4732
О	А	5	14	0.00	16	842	0.010	0.090	9.4	0.1	1
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков											8651

Стояк 6 Цирк. кольцо отоп. пр.: 14 в помещении .....: 402											
dPцк = 20796 Па dPгр = 1571 Па dH = 18.13 м Lцк = 131.6 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков											9300
П	А	1	13	2.95	20	4930	0.059	0.301	82.1	0.8	278

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	А	6	14	0.00	16	745	0.009	0.081	7.4	0.2	1
				4324-03.300 настройка 3 dn 15 мм							
				авторитет 0.30 Kv = 0.160 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 22VK-60 n = 6 эл. l = 0.60 м							4184
О	А	6	14	0.00	16	745	0.009	0.080	8.6	0.1	0
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков											7033

Стояк 6 Цирк. кольцо отоп. пр.: 14 в помещении .....: 408											
dPцк = 20795 Па dPгр = 1570 Па dH = 18.13 м Lцк = 131.6 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков											7796
П	А	6	14	0.00	16	842	0.010	0.091	11.2	0.2	1
				4324-03.300 настройка 3 dn 15 мм							
				авторитет 0.32 Kv = 0.176 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 22VK-60 n = 6 эл. l = 0.60 м							4437
О	А	6	14	0.00	16	842	0.010	0.090	9.4	0.1	1
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков											8560

Стояк 7 Цирк. кольцо отоп. пр.: 14 в помещении .....: 402											
dPцк = 20794 Па dPгр = 1569 Па dH = 18.13 м Lцк = 131.6 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков											9578
П	А	1	13	3.00	20	4185	0.050	0.255	61.5	0.5	201
П	А	7	14	0.00	16	745	0.009	0.081	7.4	0.2	1
				4324-03.300 настройка 3 dn 15 мм							
				авторитет 0.31 Kv = 0.159 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 22VK-60 n = 5 эл. l = 0.50 м							4264
О	А	7	14	0.00	16	745	0.009	0.080	8.3	0.1	0
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков											6750

Стояк 7 Цирк. кольцо отоп. пр.: 14 в помещении .....: 408											
dPцк = 20795 Па dPгр = 1570 Па dH = 18.13 м Lцк = 131.6 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков											8106
П	А	7	14	0.00	16	842	0.010	0.091	11.2	0.2	1
				4324-03.300 настройка 3 dn 15 мм							
				авторитет 0.31 Kv = 0.179 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 22VK-60 n = 6 эл. l = 0.60 м							4272
О	А	7	14	0.00	16	842	0.010	0.090	9.4	0.1	1
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков											8416

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 8 Цирк. кольцо отоп. пр.: 14 в помещении .....: 405											
dPцк = 20795 Па dPгр = 1570 Па dH = 18.13 м Lцк = 131.6 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участк:											9779
П	А	1	13	2.95	20	3440	0.041	0.210	43.6	0.5	140
П	А	8	14	0.00	16	708	0.008	0.077	6.5	0.2	1
				4324-03.300 настройка 3 dn 15 мм							
				авторитет 0.32 Kv = 0.147 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 22VK-60 n = 5 эл. l = 0.50 м							4446
О	А	8	14	0.00	16	708	0.008	0.076	7.9	0.1	0
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участко											6429

Стояк 8 Цирк. кольцо отоп. пр.: 14 в помещении .....: 410											
dPцк = 20795 Па dPгр = 1570 Па dH = 18.13 м Lцк = 131.6 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участк:											8607
П	А	8	14	0.00	16	850	0.010	0.092	11.5	0.2	1
				4324-03.300 настройка 3 dn 15 мм							
				авторитет 0.31 Kv = 0.179 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 22VK-60 n = 6 эл. l = 0.60 м							4354
О	А	8	14	0.00	16	850	0.010	0.091	9.5	0.1	1
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участко											7833

Стояк 8 Цирк. кольцо отоп. пр.: 14 в помещении .....: 409											
dPцк = 20795 Па dPгр = 1569 Па dH = 18.13 м Lцк = 131.6 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участк:											8368
П	А	8	14	0.00	16	860	0.010	0.093	12.0	0.2	1
				4324-03.300 настройка 3 dn 15 мм							
				авторитет 0.30 Kv = 0.184 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 22VK-60 n = 6 эл. l = 0.60 м							4221
О	А	8	14	0.00	16	860	0.010	0.092	9.6	0.1	1
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участко											8203

Стояк 9 Цирк. кольцо отоп. пр.: 14 в помещении .....: 403											
dPцк = 20797 Па dPгр = 1572 Па dH = 18.13 м Lцк = 131.6 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участк:											9919
П	А	1	13	2.95	20	2733	0.033	0.167	29.2	0.5	93
П	А	9	13	2.95	16	2025	0.024	0.220	68.3	1.0	226
П	А	9	14	0.00	16	610	0.007	0.066	5.3	0.2	0
				4324-03.300 настройка 2 dn 15 мм							
				авторитет 0.35 Kv = 0.121 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 22VK-60 n = 4 эл. l = 0.40 м							4906

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]
О	А	9	14	0.00	16	610	0.007	0.065	7.2	0.1	0
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков											5653

Стояк 10 Цирк. кольцо отоп. пр.: 14 в помещении .....: 405											
dPцк = 20797 Па dPгр = 1571 Па dH = 18.13 м Lцк = 131.6 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков											10237
П	А	1	13	2.95	16	1415	0.017	0.153	36.6	0.8	118
П	А	10	14	0.00	16	708	0.008	0.077	6.5	0.2	1
				4324-03.300 настройка 3 dn 15 мм							
				авторитет 0.38 Kv = 0.135 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 22VK-60 n = 6 эл. l = 0.60 м							5272
О	А	10	14	0.00	16	708	0.008	0.076	8.4	0.1	0
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков											5169

Стояк 11 Цирк. кольцо отоп. пр.: 14 в помещении .....: 405											
dPцк = 20795 Па dPгр = 1570 Па dH = 18.13 м Lцк = 131.6 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков											10355
П	А	1	13	2.95	16	708	0.008	0.077	6.5	0.5	21
П	А	11	14	0.00	16	708	0.008	0.077	6.5	0.2	1
				4324-03.300 настройка 3 dn 15 мм							
				авторитет 0.41 Kv = 0.129 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 22VK-60 n = 5 эл. l = 0.50 м							5754
О	А	11	14	0.00	16	708	0.008	0.076	8.1	0.1	0
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков											4664

Стояк 16 Цирк. кольцо отоп. пр.: 14 в помещении .....: 405											
dPцк = 20795 Па dPгр = 1570 Па dH = 18.13 м Lцк = 131.6 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков											10012
П	А	16	14	0.00	16	708	0.008	0.077	6.5	0.2	1
				4324-03.300 настройка 3 dn 15 мм							
				авторитет 0.34 Kv = 0.143 м3/ч							
				Отоп.пр.: RADIK 22VK-60 n = 5 эл. l = 0.50 м							4718
О	А	16	14	0.00	16	708	0.008	0.076	8.0	0.1	0
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков											6064

3.Вентиляція

3.1 Визначення основних шкідливостей та розрахунок повітрообмінів. Принципові рішення системи вентиляції.

Для громадської частини будівлі передбачено припливно-витяжну вентиляцію з механічним спонуканням. У межах даного проекту розробляється система вентиляції лише для третього поверху; існуючі системи підвалу, першого та другого поверхів не підлягають реконструкції та не розглядаються. Повітрообмін у проектованих приміщеннях визначено згідно з чинними нормативними вимогами. У зонах з масовим перебуванням людей передбачається триразовий повітрообмін із використанням рециркуляції повітря.

Приплив зовнішнього повітря (з розрахунку санітарної норми на одну особу) забезпечується обладнанням литовської фірми «SALDA» з попереднім підігрівом у холодний період року. Витяжна вентиляція реалізується за допомогою дахових вентиляторів тієї ж фірми, які мають можливість ступінчастого регулювання шляхом зміни напруги живлення за допомогою п'ятиступінчастого трансформатора.

Рециркуляційне повітря громадських приміщень третього поверху обробляється в установці кондиціювання бельгійської фірми «DAIKIN». Внутрішній блок кондиціонера монтується над підвісною стелею, зовнішній – на стіні сходової клітки. Кондиціювання повітря в інших приміщеннях громадської частини здійснюється настінними спліт-системами «DAIKIN».

Витяжка з приміщень будівлі та санвузлів виконується канальними вентиляторами фірми «SALDA». Для зниження шумового навантаження від вентиляційного обладнання передбачено: гнучкі вставки на всмоктувальних та нагнітальних патрубках вентиляторів, а також шумоглушники на повітропроводах. Для монтажного регулювання систем на повітропроводах встановлюються дросельні клапани. З метою запобігання проникненню диму під час пожежі на повітропроводі подачі повітря на третій поверх передбачається зворотний клапан.

Припливні повітропроводи, прокладені в межах венткамери, теплоізолюються листами зі спіненого каучуку типу «K-FLEX ST» товщиною

10 мм. Транзитний повітропровід припливної вентиляції в межах третього поверху (над підвісною стелею) покривається вогнезахисною сумішшю «Ендодерм ХТ-150» (сертифікат відповідності № UA 1/016/21130-1).

3.2. Аеродинамічний розрахунок повітропроводів.

На початковому етапі аеродинамічного розрахунку повітропроводів необхідно визначити еквівалентні діаметри, які відповідають заданим швидкостям руху повітря в каналах:

$$dv=2ab/a+b$$

де a, b - розміри повітропроводу, м.

Дійсна швидкість руху повітря в повітропроводах:

$$V= L/3600F$$

L – витрата повітря, $м^3$/год;

F - площа поперечного перерізу повітропроводів, $м^2$.

Дійсна швидкість руху повітря в повітропроводах приймається в межах 8-12 м/с.

Втрати тиску в місцевих опорах:

$$\Delta P_{м.о.}= \Sigma\xi(\rho V^2/2)$$

Σξ- сума коефіцієнтів місцевих опорів на ділянці (визначається з таблиць);

ρ - густина повітря, кг/$м^3$;

V - швидкість руху повітря на розрахунковій ділянці, м/с.

Величина нев'язки втрат тиску у відгалуженнях ΔРв визначається відносно сумарних втрат тиску ΣΔРмг на ділянці від початку магістрального трубопроводу до місця приєднання відповідного відгалуження. Розрахунок виконується за наведеною нижче формулою:

$$\eta= (\Sigma\Delta P_{мг}-\Delta P_{в}/ \Sigma\Delta P_{мг})\cdot 100\%$$

Допустиме відхилення нев'язки втрат тиску повинне перебувати в інтервалі від –10 % до +10 % включно. Якщо розрахункове значення виходить за межі цього діапазону, необхідно скоригувати діаметр повітропроводу на відповідній ділянці або застосувати регулювальні засоби – шибери чи дросель-клапани. Результати виконаного аеродинамічного розрахунку повітропроводів зведено в таблицю.

Аеродинамічний розрахунок системи П1

Ділянка	Витрата повітря на ділянці Lділ,м³/год	Довжина ділянки *l* діл, м	Рекомендований діаметр повітропромоду D' ,м	Прийняті розміри повітропроводів		Еквівалентнийий діаметр De, м	Прийнятий діаметр D, м	Дійсна швидкість повітря V, м/с	Втрати тиску на тертя, Па		Сума коефіцієнтів місцевих опорів на ділянці Σξділ	Швидкісний (динамічний) тиск на ділянці Рд=½V²ρ,Па	Втрати тиску на подолання місцевих опорів на ділянці	Загальні втрати тиску на ділянці ΔРділ=ΔРД, Па	Сумарні втрати тиску від початку мережі Σ(ΔРт+ΔРz),Па
				а, м	в, м				Питомі на 1п.м. R, Па/м	На всій ділянці, Па					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Магістраль															
1-2	5020	4,5	0,666	0,71	0,4	0,51	-	6,78	0,88	3,96	1,3	27,61	35,90	39,86	39,86
2-3	3810	2,6	0,411	0,5	0,5	0,50	-	5,39	0,56	1,46	1,4	17,45	24,43	25,88	65,74
3-4	2180	10,2	0,311	0,5	0,25	0,33	-	6,94	1,76	17,95	0,1	28,92	2,89	20,84	86,59
4-5	1480	17,4	0,256	0,4	0,25	0,31	-	5,53	1,2	20,88	3,6	18,36	66,09	86,97	173,56
5-6	990	6	0,209	0,25	0,25	0,25	-	5,61	1,5	9,00	0,1	18,85	1,89	10,89	76,63
6-7	660	3	0,171	0,16	0,25	0,20	-	6,13	2,36	7,08	0,1	22,58	2,26	9,34	85,96
7-8	330	3	0,121	0,1	0,25	0,14	-	5,72	3,25	9,75	0,1	19,64	1,96	11,71	97,68
8-8'	330	1,12	0,121	-	-	-	0,2	2,92	0,57	0,64	1,2	5,11	6,14	6,77	104,45
Відгалуження															
4-10	700	3	0,176	0,16	0,25	0,20		6,51	2,5	7,50	1,2	25,40	30,48	37,98	124,56
10-9	350	0,7	0,144	0,16	0,25	0,20	-	3,25	0,75	0,53	0,1	6,35	0,63	1,16	125,72
3-11	1630	3,82	0,269	0,4	0,25	0,31	-	6,09	1,31	5,00	3,7	22,27	82,40	87,40	153,14

11-12	1410	14,2	0,250	0,4	0,25	0,31	-	5,27	1,1	15,62	0,1	16,66	1,67	17,29	170,43
11-11'	220	2,05	0,099	-	-	-	0,2	1,95	0,25	0,51	2,4	2,27	5,45	5,97	176,40
12-13	1175	3	0,228	0,25	0,25	0,25	-	6,65	2,1	6,30	0,1	26,55	2,66	8,96	179,39
13-14	940	3	0,235	0,25	0,25	0,25	-	5,32	1,4	4,20	0,1	16,99	1,70	5,90	185,29
14-15	705	3	0,204	0,2	0,25	0,22	-	5,05	1,42	4,26	0,1	15,31	1,53	5,79	191,08
15-16	470	3	0,166	0,16	0,25	0,20	-	4,37	1,2	3,60	0,1	11,45	1,14	4,74	195,82
16-17	235	3	0,118	0,1	0,25	0,14	-	4,07	1,71	5,13	0,1	9,96	1,00	6,13	201,95
2-18	1130	32,14	0,258	0,4	0,16	0,23	-	7,65	2,95	94,81	4,9	35,15	172,22	267,03	306,89
18-21	340	10,6	0,142	0,14	0,14	0,14	-	6,14	3,2	33,92	3,7	22,61	83,65	117,57	424,45
18-19	790	6	0,216	0,2	0,2	0,20	-	6,99	3	18,00	1,2	29,30	35,17	53,17	360,05
19-20	380	6,1	0,150	0,1	0,2	0,13	-	7,56	5,83	35,56	3,7	34,33	127,01	162,57	522,62

3.3. Вибір основного вентиляційного обладнання.

Розрахунок калориферів.

Початкові дані:

- кількість повітря, що необхідно нагріти G = 5100 м^3/год;
- температура повітря в приміщенні (внутрішня) t_{in} = 18°С;
- розрахункова температура зовнішнього повітря в ХП t_{ext} = -22°С;
- теплоносій - вода з параметрами 90 - 60°С,

1. Розрахунок теплової енергії, необхідної для підігріву повітря, виконується за наведеною нижче залежністю:

$$Q = 0{,}278 \cdot c\ p\ L\ (t_{in} - t_{ext}); \quad (3.31)$$

де с - теплоємність повітря, с = 1,005 КДж/(кг • °С);

р - густина повітря, р = 1,2 кг/м^3.

Q = 0,278 • 1,005 • 1,2 • 5020 (18-(-22)) = 673231,8 Вт=578900,76ккал/год;

2. Попереднє визначення необхідної площі фронтального перерізу калориферів з боку повітряного потоку виконується за орієнтовним розрахунком:

$$f'_{ж} = G/3600\ V_{\rho} \quad (3.32)$$

де U_{ρ}- масова швидкість повітря, кг/(м •°С), приймається 4 -12 кг/(м^2•°С).

$$f'_{ж} = \frac{4015}{3600 \cdot 8} = 0{,}14 м^2 \quad = 0{,}15$$

3. На підставі отриманого розрахункового значення f' за табличними даними обираємо до встановлення пластинчастий калорифер моделі КВБ-4. Для цього

агрегату фактична площа живого перетину з боку повітря становить fж = 0,195 м², дійсна поверхня нагріву – Fд = 16,7 м², а площа живого перетину з боку теплоносія – fтр = 0,0061 м².

4. Дійсна масова швидкість повітря, кг/(м²•°С):

$$V\rho = \text{L}\cdot\rho/3600\cdot \text{f}'_{\text{ж}}$$

$$V\rho = \frac{4015}{3600\cdot 0{,}154} = 7{,}24 êã/(ñ\cdot ì^{2}) = 7{,}2$$

5. Витрата води, м³/год, що проходить через калорифер:

$$G_{водu} = \frac{0.86\cdot Q}{p(T - t_o)}$$

де ρ - густина води, ρ = 1000 кг/м³;

T,to - параметри теплоносія, (T = 90°C, t = 60°C).

$$G_{âîäè} = \frac{46417}{1000(90-60)} = 0{,}58 ì^{3}/ ãîä = 2{,}91$$

6. Швидкість води в трубках, м/с,:

$$\omega = \text{G}/3600\cdot \text{f}_{\text{тр}},$$

Тоді:

$$\omega = 0{,}58/3600\cdot 0{,}0062 = 0{,}03 \text{м/с}; = 0{,}14$$

7. За допомогою інтерполяції за значенням V визначаємо коефіцієнт теплопередачі калорифера, який становить К = 21,35 Вт/(м²·°С).

8. Далі розраховуємо необхідну площу поверхні нагріву калориферної установки за наведеною нижче формулою:

$$F'y = \frac{Q}{K[Tcc - (tн + tв)/2}\,,$$

Знаходимо:

$$F'ó = \frac{46417}{21.35[75 - (-22 + 26,7)/2]} = 20,2ì^2;\ =37,57$$

9. Необхідна кількість калориферів КВБ-4:

$$n=F_у/F_к\,,\ (3.37)$$

Знаходимо:

$$n=37,66/16,7=2,25\ ;$$

СтаПрийнято 3 калорифера в один ряд с загальною площиною поверхні нагріва:

$$16,7\cdot3=50,12\ м^2\ ;$$

Величинуа запасу площі поверхні калориферу:

$$\frac{Fy - Fy'}{Fy'}\cdot100\%\,,$$

$$\frac{26,4 - 20,2}{26,4}\cdot100\% = 0,228\%\,,$$

що є прийнятним.

10. По масовій швидкості $V\rho$=7,24 кг/(с·м^2), опір одного ряду калориферів:

$$4,34\cdot1\cdot1,1=4,79\ Па\ ;$$

11. Використовуючи розрахункову витрату води та прийнятий діаметр труби, що підводить теплоносій до калорифера (40 мм), визначаємо гідравлічний опір двох послідовно з'єднаних калориферів. Отримане значення збільшується на 20 % як резервний запас

$$h=40\cdot4,1\cdot2\cdot1,2=391 \text{ Па}.$$

Підбір фільтрів.

Для забезпечення очищення припливного повітря від пилових часток у складі припливної камери передбачається встановлення фільтра виробництва фірми «SALDA» – моделі FDS 70-40. Ці фільтрувальні касети призначені для монтажу в системах прямокутних повітропроводів і комплектуються кишеньковими фільтрувальними елементами типу FMK класів очищення EU3–EU5–EU7. Кишеньковий фільтр монтується в касеті горизонтально або кишенями донизу. Корпус виготовляється з оцинкованої сталі. Конструкція касет FDS передбачає можливість підключення датчиків перепаду тиску для контролю ступеня забруднення фільтрів.

3. Димовидалення з коридорів

4. Розрахунок вентиляційної системи димовидалення з коридорів житлового будинку

Димовидалення з приміщень виконується для забезпечення евакуації із приміщення споруди в початковій стадії пожежі.

Згідно чинних норм димовидалення слід передбачати:

а) з коридорів або холів житлових, громадських та адміністративно-побутових будівель відповідно до нормативних вимог [6-9] залежно від виду та специфіки об'єкта;

б) з коридорів виробничих і адміністративно-побутових будівель висотою більше 26,5 м;

3) з коридорів довжиною більше ніж 15 м, які не мають природнього освітлення, виробничих будинків категорій А, Б та В з кількістю поверхів два та більше;

Завдання:

Розрахувати систему димовидалення з коридорів житлового будинку.

Вихідні дані (36):

Кількість поверхів в будівлі	17
Висота поверху, м	3,4
Призначення будівлі	житлова
Ширина дверей для евакуації $B_{дв}$, м	0,9
Висота дверей для евакуації $H_{дв}$, м	2,3

Розв'язання:

1. Кількість диму, що необхідно видалити з приміщення визначається за формулою:

$$G_д = A \cdot \sum B_{дв} \cdot n \cdot K_{дв} \cdot \sqrt{H_{дв}^3} = A \cdot \sum B_{дв} \cdot n \cdot K_{дв} \cdot H_{дв}^{1,5}$$, кг/с

де А - емпіричний коефіцієнт, що приймається в розмірі 0,95 - для житлових споруд; 1,2 - для громадських, адміністративно-побутових та промислових споруд;

ΣВдв - сумарна ширина всіх дверей на евакуаційних виходах із коридора на сходові клітини чи назовні, м (при двохстворчатих дверях в розрахунок приймається ширина більшої створки);

n - коефіцієнт одночасності, що залежить від величини ΣВдв.

n = 0,82

Ндв - висота евакуаційних дверей, м;

(При Ндв < 2 м в розрахунку приймається 2 м;

При Ндв > 2,5 м в розрахунку приймається 2,5 м).

Кдв - коефіцієнт відносної повноти і часу відкриття евакуаційних дверей, що дорівнює 1 - для житлових споруд та для громадських при необхідності евакуації при пожежі через кожі двері 25 і більше людей; 0,8 - для громадських споруд при необхідності евакуації при пожежі через кожні двері менше 25 людей).

$G_д$ = 0,95 · 0,9 · 0,82 · 1 · (2,3^1,5) = 2,45 , кг/с

або $L_д = \frac{G_д \cdot 3600}{\rho_д}$

де $\rho_д$ - густина диму в приміщенні, приймаємо:

при $t_д$ = 300 °С, $\rho_д$ = 0,61 , кг/м^3

$$L_д = \frac{2,45 \cdot 3600}{0,61} \approx 14460 \text{ м}^3/\text{год}$$

2. Густина димових газів в усті (верхньому кінці) шахти димовидалення знаходиться за формулою:

$$\rho_y = \rho_д + 0,01 \cdot (N_{пов} - 1)$$, кг/м^3

0,01 - збільшення густини суміші диму та повітря в димовій шахті на один поверх за рахунок підсмоктування через закритий димовий клапан, кг/м3.

$N_{пов}$ - кількість поверхів будівлі, в якій встановлено димові клапани.

ρ_y = 0,61 + 0,01 · (17 - 1) = 0,77 , кг/м^3

3. Кількість димових газів [illegible] значаємо за формулою:

$$G_y = \frac{0,81 \cdot G_д \cdot \rho_y}{1 - 0,83 \cdot \rho_y}$$, кг/с

$$G_y = \frac{0,81 \cdot 2,45 \cdot 0,77}{1 - 0,83 \cdot 0,77} \approx 4,24 \text{ кг/с}$$

або $$L_y = \frac{4,24 \cdot 3600}{0,77} \approx 19830 \text{ м}^3/\text{год}$$

4. Переріз димової шахти приймаємо з умови, щоб швидкість диму (v) задовільняла умови (5):

$$v_y = \frac{L_y}{F_ш \cdot 3600} < 10$$, м/с

де $v_у$ - швидкість диму в усті шахти, м/с;

$F_ш$ - площа шахти, м^2.

5. Попередньо приймаємо переріз шахти з умови:

$$F_ш^{потр} \geq \frac{L_у}{10 \cdot 3600}$$

$$F_ш^{потр} = \frac{19830 \approx}{10 \cdot 3600} \quad 0{,}56 \quad м^2$$

Приймаємо шахту димовидалення розміром 800 х 700 з площею перерізу $F_ш$ = 0,56 м^2 та периметром $P_ш$ = 3 м.

Провіряємо швидкість диму в усті шахти:

$$v_у = \frac{19830 \approx}{0{,}56 \cdot 3600} \quad 9{,}9 \quad м/с$$

Швидкість диму в усті шахти задовільняють умови (5), тобто розмір шахти підібрано правильно.

6. Додаткове підсмоктування повітря в шахту через нещільності конструкції та димові клапани знаходимо за формулою:

$$G_{дод} = 0{,}003 \cdot H_ш \cdot П_ш + 0{,}1 \cdot (G_у - G_{кл}) \quad , кг/с$$

$G_{дод}$ = 0,003 · 54,4 · 3 + 0,1 · (4,24 - 2,45) = 0,67 , кг/с

7. Загальну витрату газів перед вентилятором обчислюємо за формулою:

$$G_{сум} = G_у + G_{дод}$$

$G_{сум}$ = 4,24 + 0,67 = 4,91 , кг/с

або

$$L_{сум} = \frac{G_{сум}}{\rho_{сум}} \cdot 3600$$

$$L_{сум} = \frac{4{,}91 \cdot 3600}{0{,}81} = 21830 \quad м^3/год$$

8. Густину димових газів перед вентилятором знаходимо:

$$\rho_{сум} = \frac{G_{сум}}{\frac{G_{кл}}{\rho_д} + \frac{(G_{сум} - G_{кл})}{\rho_{пов}}}$$

де $\rho_{пов}$ - густина внутрішнього повітря, приймається 1,2 кг/м^3.

$$\rho_{сум} = \frac{4{,}91}{\frac{2{,}45}{} + \frac{(4{,}91 - 2{,}45)}{}} = 0{,}81 \quad кг/м3$$

0,61 1,2

9. Температура димов $t_{сум} = \frac{353 - 273 \cdot \rho_{сум}}{\rho_{сум}}$ тилятором знаходимо:

$$t_{сум} = \frac{353 - 273 \cdot 0{,}81}{0{,}81} = 163 \text{ °C}$$

10. Підбираємо клапан димовидалення:

$$F_{кл}^{потр} = 14460 / (10 \cdot 3600) \approx 0{,}41 \text{ м}^2$$

Отже, приймаємо 1 клапани димовидалення КПДВ-М розміром 700 х 700 (НхВ) з площею живого перерізу $f_{кл}$= 0,42 м^2.

Швидкість диму в клапані:

$$v_{кл} = \frac{14460}{0{,}42 \cdot 3600} = 9{,}6 \text{ м/с}$$

11. Втрати тиску в димовому клапані ($\Delta P_{кл}$) визначаємо за формулою:

$$\Delta P_{кл} = \varepsilon_{кл} \cdot \frac{G_{кл}^2}{f_{кл}^2 \cdot 2 \cdot \rho_д}$$

де $\varepsilon_{кл}$ - коефіцієнт місцевого опору клапана ($\varepsilon_{кл}$ = 2,5 при проході через нього повітря при налагоджувані системи, або $\varepsilon_{кл}$ = 1,65 - при проходженні диму).

$f_{кл}$ - площа живого перерізу прийнятого димового клапана, м^2.

$$\Delta P_{кл} = 1{,}65 \cdot \frac{2{,}45\text{^}2}{0{,}42\text{^}2 \cdot 2 \cdot 0{,}61} = 47 \text{ Па}$$

13. Для підключення клапана системи димовидалення до шахти приймаємо повітропровід розміром 700 х 700 (ВхН).

Швидкість диму в повітропроводі:

$$v_{пов} = \frac{14460}{0{,}49 \cdot 3600} = 8{,}2 \text{ м/с}$$

14. Втрати тиску в підведенні (якщо воно є) від клапана до шахти димовидалення ($\Delta P_{кл}$) знаходимо за залежністю:

$$\Delta P_n = h_n^{вид} \cdot l_n + \sum \varepsilon \cdot 0.8 \cdot \frac{G_{кл}^2}{f_n^2 \cdot 2 \cdot \rho_д}$$

де h_n - питомі втрати тиску на тертя в підводці зі сталевих повітропроводів, Па/м (вибираються з табл. 12.2 [3] по швидкості та прийнятому розміру повітропровода);

l_n = довжина підводки, м;

$\Sigma\varepsilon_n$ - сума коефіцієнтів місцевих опорів на підводці при проходженні через неї повітря;

0,8 - понижуючий коефіцієнт до значенння $\Sigma\varepsilon_n$, що враховує його зниження при проходженні через неї димових газів;

f_n - площа поперечного перерізу підводки, м^2.

Для розрахунку приймемо довжину підводки l_n = 0 м

з питомою втратою тиску на тертя на 1 м повітропровода, h_n= 0,833

та 0 відвід на 90° з коефіцієнтом місцевого опору ε = 0,87

та 0 трійник на прохід з коеф. місцевого опору ε = 1,3

$$\Delta P_{підв} = 0,833 \cdot 0 + (0 \cdot 0,87 + 0 \cdot 1,3) \cdot 0,8 \cdot \frac{2,45\text{^}2}{0,49\text{^}2 \cdot 2 \cdot 0,61} = 0 \text{ Па}$$

(клапан влаштовано в шахті)

15. Втрати тиску в шахті димовидалення ($\Delta P_ш$) визначаємо за залежністю:

$$\Delta P_ш = 0,04 \cdot K_{ст} \cdot H_ш \cdot \frac{G_y^2}{F_ш^2 \cdot 2 \cdot \rho_y}$$

де $k_{ст}$ - коефіцієнт залежності від матеріалу стін шахти. Приймаємо 0,1 - для сталевих повітропроводів; 1,7 - для бетону і шлакобетону; 2,1 - для оштукатурених поверхонь; 2,7 - для неоштукатуреної цегли.

Для нашого розрахунку приймемо, що $k_{ст}$= 1,7

$$\Delta P_ш = 0,04 \cdot 1,7 \cdot 54,4 \cdot \frac{4,24\text{^}2}{0,56\text{^}2 \cdot 2 \cdot 0,77} = 138 \text{ Па}$$

16. Втрати тиску в повітропроводах від шахти димовидалення до витяжної решітки (див. п.17) із приміщення для установки вентилятора ситеми димовидалення знаход

$$\Delta P_в = h_в^в \cdot l_n + \sum \varepsilon \cdot 0.8 \cdot \frac{G_{сум}^2}{f_в^2 \cdot 2 \cdot \rho_{сум}}$$

де $h^в_{пит}$ - питомі втрати тиску на тертя в повітропроводі, Па/м;

$l_п$ - довжина повітропровода, м;

$\Sigma\varepsilon_n$ - сума коефіцієнтів місцевих опорів на повітропроводі при проходженні через нього повітря;

$f_в$ - площа поперечного перерізу повітропровода, м^2.

Розрахункова витрата газів на ділянці дорівнює:

При розмірі повітропровода 800х700 мм з площею перерізу 0,56

та швидкості руху газів у повітропроводі v = 10,9 м/с

питома втрата тиску на тертя на 1 м повітропровода, $h^в_{пит}$= 1,421 Па/м

Приймемо довжину повітропровода l_n = 4 м

та 2 відводи на 90° з коеф. місцевого опору ε = 0,87

$$\Delta P_в = \quad 1{,}421 \cdot 4 + 2 \cdot 0{,}87 \cdot 0{,}8 \cdot \frac{4{,}91\text{^}2}{0{,}56\text{^}2 \cdot 2 \cdot 0{,}81} = \quad 72 \quad \text{Па}$$

17. У зв'язку з нормованою необхідністю влаштування вентиляції приміщення для встановлення вентилятора димовидалення, що забезпечує при пожежі температуру повітря в цьому приміщенні в літній період не більше 60 °С, розраховується необхідний повітрообмін:

$$L_{в/к} = \frac{F_г \cdot 8{,}7 \cdot (t_{сум} - 60)}{0{,}335 \cdot (60 - 28{,}7)}$$

де $F_г$ - сумарна поверхня металевих повітропроводів в межах венткамери та корпуса вентилятора, по яким переміщуються димові гази, м^2.

Поверхня корпуса відцентрованого вентилятора приймається згідно каталогу. (Тип вентилятора попередньо знаходиться по значенню витрати суміші диму та повітря).

8,7 - коефіцієнт тепловіддачі від поверхні $F_г$ до повітря в приміщенні венткамери, Вт/м^2°С.

Попередньо приймаємо вентилятор Інтеркондиціонер ВРДВ-80-75-10.3.

Приймемо загальну площу повітропроводів у венткамері та корпуса вентилятора $F_г =$ 10,25 м^2

Тоді необхідний повітрообмін у венткамері буде дорівнювати:

$$L_{в/к} = \frac{10{,}25 \cdot 8{,}7 \cdot (163 - 60)}{0{,}335 \cdot (60 - 28{,}7)} = \quad 880 \quad \text{м}^3/\text{год}$$

18. Цей повітрообмін може забезпечуватися: по видаленню - за рахунок приєднання витяжної регулювальної решітки з приміщення до системи димовидалення; по притоку - за рахунок влаштування отвору із жалюзійною решіткою в зовнішній стіні приміщення.

Визначаємо необхідну площу $F_{пр} = \frac{L_{в/к}}{3600 \cdot 3}$ зовнішній стіні приміщення:

$$F_{пр} = \frac{880}{3600 \cdot 3} = \quad 0{,}09 \quad \text{м}^2$$

18. Розрахункова продуктивність вентилятора димовидалення ($L^д_v$) дорівнює:

$$L^д_v = L_c + L_{в/к} \qquad (18)$$

де L_c - витрата суміші диму та повітря (див. ф. 1.16):

$$L^д_v = \quad 21830 + 880 = \quad 22710 \quad \text{м}^3/\text{год}$$

19. Втрати тиску в мережі повітропроводів від витяжної решітки до місця викиду димових газів в атмосферу (зазвичай це факельний викид) - $\Delta P_в'$ визначаємо за формулою:

$$\Delta P_в' = h_{пит}^{в'} \cdot l_в' + \sum \varepsilon_в' \cdot 0.8 \cdot (\frac{L_v^д}{3600})^2 \cdot \frac{\rho_{сум}}{2 \cdot f_в^2}$$

де $h^{в'}_{пит}$ - питомі втрати тиску на тертя в повітропроводі, Па/м;

$l_в'$ - довжина повітропровода, м;

При розмірі повітропровода 800х700 мм з площею перерізу 0,56 та швидкості руху газів у повітропроводі v = 11,3 м/с

питома втрата тиску на тертя на 1 м повітропровода, $h^в_{пит}$= 1,519

Приймемо довжину повітропровода $l_п$ = 3 м

та 1 трійник на прохід з коеф. місцевого опору ε = 1,3

$$\Delta P_в' = \frac{1,519 \cdot 3 + 1 \cdot 1,3 \cdot 0,8}{2 \cdot 0,56^2} \cdot (22710 / 3600)^2 \cdot 0,81 = 59 \text{ Па}$$

20. Втрати тиску на факельному викиді димових газів обчислюємо за формулою:

$$\Delta P_ф = 1,2 \cdot (\frac{L_v^д}{3600})^2 \cdot \frac{\rho_{сум}}{2 \cdot D_ф^4}$$

де $D_ф$ - прийнятий діаметр виходу факела назовні, м.

Зазвичай швидкість димових газів в усті факела приймають не менше 20 м/с. Тоді значення $D_ф$ можна знайти за формулою:

$$D_ф \geq 0,0042 \sqrt{L_v^д}$$

з округленням до найближчого меншого стандартного значення діаметру круглого металевого повітропроводу.

$D_ф \geq 0042 \cdot (22710)^0,5 \geq 0,64$ м

Приймаємо $D_ф$= 630 мм.

Швидкість диму в факелі:

$$v_ф = \frac{22710}{0,32 \cdot 3600} = 20,3 \text{ м/с}$$

Знаходимо втрати тиску на факельному викиді:

$$\Delta P_ф = 1,2 \cdot (22710 / 3600)^2 \cdot \frac{0,81}{2 \cdot 0,63^2} = 49 \text{ Па}$$

21. Загальні втрати тиску в системі димовидалення ($\Delta P_{сист}$) знаходимо:

$$\Delta P_{сист.} = \Delta P_{кл} + \Delta P_{п} + \Delta P_{ш} + \Delta P_{в} + \Delta P'_{ев} + \Delta P_{ф}$$

$\Delta P_{сист}$ = 47 + 0 + 138 + 72 + 59 + 49 = 365 Па

20. Природній тиск за рахунок різниці питомої ваги зовнішнього повітря в теплий період і димових газів ($\Delta P_{пр}$) визначаємо за формулою:

$$\Delta P_{пр} = h \cdot (\gamma_{зовн} - \gamma_{сер.}) + h_{в} \cdot (\gamma_{зовн} - \gamma_{г})$$

де h - висота димової шахти від осі димового клапана на першому (нижньому) поверсі до осі вентилятора, м;

h = (17 - 1) · 3,4 + 2 = 56,4 м

$h_в$ - відстань по вертикалі від осі вентилятора до випуску газів в атмосферу, м;

$h_в$ = 3 м

$\Upsilon_{зовн}$ - питома вага зовнішнього повітря, Н/м^3;

$$\gamma_{зовн} = 3463/(273 + t_{зовн})$$

$t_{зовн}$ - температура зовн. повітря в теплий період року, °С. t= 28

$\Upsilon_{зовн}$ = 3463 / (273 +28) = 11,51 Н/м^3

$\Upsilon_{сер}$ - середня питома питом$\gamma_{сер} = 9,81 \cdot (\rho_{в} + \rho_{сум})/2$лятора, Н/м^3; (26)

$\Upsilon_{сер}$ = 9,81 · (1,2 + 0,81) / 2 = 9,86 Н/м^3

$\rho_{сум}$ - густина газів перед вентилятором;

$\Upsilon_г$ - питома питома вага газів до вентилятора, Н/м^3;

$$\gamma_{г} = 9,81 \cdot \rho_{сум}$$

$\Upsilon_г$ = 9,81 · 0,81 = 7,95 Н/м^3

Знаходимо природній тиск:

$\Delta P_{пр}$ = 56,4 · (11,51 - 9,86) + 3 · (11,51 - 7,95) = 104 Па

21. Втрати тиску, на які повинна бути розрахована потужність, яку споживає вентилятор знаходимо за формулою:

$$P_{v}^{д} = \Delta P_{сист} - \Delta P_{пр}$$

$P_{v}^{д}$ = 365 - 104 = 261 Па

21. Розрахунковий напір вентилятора димовидалення або так званий умовний статичний тиск вентилятора ($Р^{д}_{v}$) знаходиться з врахуванням приведення до густини стандартного повітря за формулою:

$$P_{ум} = \frac{1,2 \cdot \Delta P_{в}}{\rho_{сум}}$$

$$Р_{ум} = \frac{1{,}2 \cdot 261 \approx}{0{,}81} \quad 390$$

22. Потужність електродвигуна вентилятора розраховуємо за формулою:

$$N_v^{\partial} = \frac{L_v^{\partial} \cdot P_{ум} \cdot 10^{-3}}{3600}$$

$$N_v^{\partial} = \frac{22710 \cdot 390 \quad =}{3600 \cdot 1000} \quad 2{,}5 \quad \text{кВт}$$

23. За визначеними даними Рдv = 390 та Lдv = 22710 м3/год підбираємо вентилятор та електродвигун до нього.

До встановлення приймаємо вентилятор ВРДВ-80-75-10.3 виробництва "Інтеркондиціонер" з наступними параметрами:

- продуктивність вентилятора $L_v^д =$ 22710 м^3/год
- напір вентилятора $P_v^д =$ 620 Па
- потужність електродвигуна $N_v^д =$ 5,5 кВт

5. Технологія та організація монтажу систем ОВ.

Організація, планування і управління будівництвом.

Календарний план виконання будівельно-монтажних робіт на об'єкті складається з двох основних частин: лівої розрахункової та правої графічної. Процес розробки передбачає визначення номенклатури, обсягів робіт за робочими кресленнями та вибір методів виконання кожного виду робіт; формування складу робочих бригад (ланок); встановлення планового відсотка перевиконання; побудову графічної частини з наступним коригуванням за строками.

Розробка календарних планів для монтажу систем окремих будівель або споруд ведеться з урахуванням потокового методу організації будівництва. Монтаж вентиляційних пристроїв та систем повітропроводів виконується з використанням вузлів і деталей, виготовлених та укомплектованих на центральному заводі заготовок (ЦЗЗ).

Після завершення складання календарного плану визначаються техніко-економічні показники, що характеризують ефективність та цілеспрямованість прийнятих рішень. До них належить коефіцієнт нерівномірності руху робочої сили К, який розраховується як відношення максимальної чисельності працівників до середньої кількості за весь період будівництва на основі графіка руху робочої сили:

$$К = n_{max}/n_{сер},\ \ n_{сер.} = F/n_{днів}.$$

Номенклатура робіт по монтажу системи опалення.

Технологічна послідовність монтажних робіт включає наступні етапи:

- 1. Розмічувальні роботи – попереднє ознайомлення з проектною документацією та її звірка на об'єкті, нанесення на поверхні стін осьових ліній трас трубопроводів та позначок місць їх перетинів.
- 2. Комплектувальні операції – добір матеріалів та виробів згідно з сортаментом, їх групування за функціональним призначенням та транспортування до місця проведення робіт (на відстань до 50 м).

- 3. Прокладання сталевих трубопроводів – визначення точок кріплення, встановлення опорних конструкцій, монтаж труб із попередньо зібраних вузлів, приєднання муфтової арматури, фасонних елементів та підключення до опалювальних приладів, встановлення гільз у підготовлені отвори в місцях перетину стін та перекриттів.
- 4. Установлення радіаторів та радіаторних блоків – розмітка позицій для кронштейнів, їх монтаж та закріплення, підйом та навішування приладів, фіксація з перевіркою вертикальності та горизонтальності.
- 5. Монтаж вертикальних стояків та горизонтальних підводок до опалювальних пристроїв.
- 6. Установлення теплових вузлів управління – розмітка кріпильних елементів, їх монтаж, стропування та підйом вузла з використанням крана, розстроповка, вивірювання та закріплення, приєднання до трубопроводів із попередньою прихваткою.

Гідравлічне випробування вузла передбачає: підключення гідравлічного преса та водопровідної лінії; встановлення манометра та повітряного клапана; заповнення водою зі створенням необхідного тиску та видаленням повітря; візуальне обстеження з фіксацією дефектів; усунення виявлених недоліків; повторне заповнення та випробування; остаточну перевірку та приймання; спуск води, демонтаж манометра та від'єднання випробувального обладнання,

- 7. Монтаж водопідігрівачів передбачає: розмітку позицій для встановлення секцій; стропування, підйом та монтаж секцій за допомогою крана на опорний каркас або фундамент; розстропку та з'єднання секцій між собою; остаточне вивірювання та закріплення секцій до каркаса чи фундаменту; приєднання водопідігрівача до трубопроводів із попередньою прихваткою для фіксації.
- 8. Гідравлічні випробування трубопроводів здійснюються за таким алгоритмом: зовнішній огляд трубопровідної системи; встановлення заглушок та манометрів; підключення водопроводу та гідравлічного преса; заповнення окремих ділянок водою до досягнення заданого тиску; огляд системи з фіксацією дефектів; спуск води та усунення виявлених недоліків; повторне

заповнення системи до необхідного тиску; контрольний огляд та перевірка, зниження тиску та видалення залишкових дефектів; здача системи в експлуатацію; остаточний спуск води; демонтаж заглушок, манометра та від'єднання преса.

Виробництво монтажно – збірних робіт по вентиляційним системам.

Для забезпечення процесів виготовлення заготовок та монтажу вентиляційних систем розробляється монтажна документація. Вона створюється на підставі робочих креслень із урахуванням чинних нормативів та за результатами натурних вимірювань, виконаних після завершення основних будівельних робіт.

До складу монтажних схем систем вентиляції входять:

принципова монтажна схема вентиляційної мережі;

ескізи нестандартних (ненормованих) деталей;

відомості комплектації типових вентиляційних виробів та деталей;

специфікації основних і допоміжних матеріалів.

Монтажна схема виконується в однолінійному зображенні без дотримання масштабу, із застосуванням умовних графічних позначень, із зазначенням діаметрів повітропроводів, порядкових номерів деталей та основних конструктивних розмірів.

У відомості комплектації наводяться: кількість, габаритні розміри та площі поверхонь повітропроводів з їх порядковою нумерацією; кількість і типорозміри з'єднувальних елементів; перелік та типи регулювальної арматури і повітророзподільних пристроїв, що входять до складу системи

Номенклатура робіт по монтажу системи вентиляції.

1. Технологічна послідовність монтажу вентиляційного обладнання включає наступні етапи:

1. Вентилятори (постачаються у повній заводській готовності) – установка на проектні місця та проведення випробувань.

2. Припливні камери ПК – транспортування секцій до місця робіт (на відстань до 20 м), їх встановлення, з'єднання секцій із прокладанням ущільнювальних матеріалів, затягуванням кріпильних елементів та вивірюванням за рівнем.

3. Місцеві відсмоктувачі технологічного обладнання – припасування за місцем, фланцеве приєднання до повітропроводів із встановленням болтових з'єднань

4. Монтаж шумоглушників – складання з окремих елементів із прокладками та болтовими з'єднаннями, підйом та тимчасове закріплення, приєднання до повітропровідної мережі, встановлення опорних конструкцій, остаточне вивірювання та фіксація.

5. Установка повітророзподільників – подача в проектне положення з автопідйомника або вишки, приєднання до повітропроводів та закріплення до будівельних конструкцій.

6. Складання та монтаж прямих ділянок і фасонних частин повітропроводів укрупненими блоками – збирання деталей у блоки на фланцях із засувками, встановлення кріплень у підготовлені отвори з подальшим замонолічуванням цементним розчином, підйом та тимчасове закріплення блоків, фланцеве приєднання до раніше змонтованих ділянок, остаточне вивірювання та закріплення.

7. Монтаж гнучких вставок – встановлення патрубка між вентилятором та повітропроводом, центрування по осі, прокладання ущільнень та фланцеве з'єднання.

8. Установка зонтів та дефлекторів – складання дефлекторів діаметром понад 560 мм, монтаж на вихлопному патрубку, фланцеве приєднання з прокладками, вивірювання та закріплення.

Складання повітропроводів розпочинається від вентилятора. Первинне фарбування виконується на етапі виготовлення; після монтажу повітропроводи

додатково покриваються масляною фарбою, а за потреби – вогнезахисними або кислотостійкими складами. Пофарбовані поверхні витримуються протягом двох годин при температурі не нижче +15 °C для повного висихання.

6. Технологія та організація монтажу систем ОВ.

6.1 АНАЛІЗ ПРОЕКТУ ПО ОСНОВНИМ НЕБЕЗПЕЧНИМ ТА ШКІДЛИВИМ ФАКТОРАМ

Таблиця 6.1

№ п/п	Небезпечні та шкідливі виробничі фактори	Джерело, види робіт	Кількісні оцінки	Норматив
1	Падіння людей з висоти	Монтажні	h=3,6 м	ДБН А.3.2-2-2009 п.12.2-12.12 ДСТУ Б В.2.8-43:2011
2	Падіння предметів з висоти	Монтажні	h=3,6 м	ДБН А.3.2-2-2009 п.12.2-12.4 п.12.12;12.15т.1
3	Електричний струм	Експлуатація технологічної оснастки	U=380В	ДБН А.3.2-2-2009 п.4.2-4.8; 4.11 п.4.13, п.4.16
4	Вібрація	Наладка і пуск систем в дію	f=150Гц, v=0,02м/с	ДСТУ 2300-93
5	Виробничий шум	Наладка і пуск систем в дію, робота пнемо-інструмента	Рівень < 85Дб	ДСТУ 2325-93 ГОСТ 12.1.003-83
6	Освітлення робочих місць	Монтажні	300 лк	ДБН А.3.2-2-2009 ДСТУ Б А.3.2-15:2011
7	Шкідливі речовини	Зварювальні	ГДК CO_2=20 мг/м^3	ДБН А.3.2-2-2009 п.8.8-8.14 ГОСТ 12.1.005-88
8	Атмосферна електрика	Блискавкозахист	Середнє число ударів на 1 км^2-7	ДСТУ Б В.2.5-38:2008
9	Термічний фактор	Зварювальні Монтажні	$t_{зварки}$ =1200 °С	ДБН А.3.2-2-2009 п.15.7п.8.5-8.8
10	Пожежна небезпека	Зварювальні	Категорія пожежонебезп. - А. Межа вибухо-небезп. - 65 г/м^2 . Ступінь вогнестійкості - II	ДСТУ Б В.1.1-36:2016 НАПБ А.01.001-95 НАПБ Б.03.002-2007

6.2. ЗАХОДИ ПРОФІЛАКТИКИ ВИЯВЛЕНИХ ФАКТОРІВ

Запобігання травмуванню внаслідок падіння з висоти є одним із ключових завдань при організації робіт з монтажу сантехнічного обладнання. Робоче місце має бути облаштоване таким чином, щоб забезпечувати не лише зручний доступ до виконання технологічних операцій, але й належний рівень безпеки. Однією з головних вимог є обов'язкове використання захисних пристроїв безпосередньо в зоні проведення робіт.

Для безпечного виконання операцій з приймання, встановлення та остаточного закріплення конструкцій на висоті переважно застосовуються засоби колективного захисту. Найпоширенішими з них є: приставні драбини з робочими майданчиками, металеві настили, пересувні риштування, що монтуються по підкранових балках, а також спеціальні площадки для стикування збірних залізобетонних колон у багатоповерхових будівлях.

Окрім зазначених традиційних засобів, у сучасній практиці все ширше використовуються захисні сітки із синтетичних матеріалів – капронові та лавсанові, які забезпечують додатковий рівень безпеки при виконанні висотних робіт.

Падіння предметів з висоти:

Падіння предметів з висоти в період монтажних робіт є одним із ключових чинників, що визначають рівень виробничого травматизму, і тому потребує першочергової уваги при розробці заходів безпеки. Удосконалення технології монтажу конструкцій здійснюється за такими основними напрямами: зменшення маси окремих елементів, укрупнення складальних одиниць та скорочення кількості типорозмірів збірних деталей.

Аналіз причин нещасних випадків під час монтажних робіт свідчить, що переважна більшість травм пов'язана з: обваленням або падінням монтованих конструкцій; падінням працівників з висоти; недосконалістю або помилками у виборі монтажного оснащення; технічними несправностями механізмів, машин та електрообладнання; а також іншими факторами, зокрема недостатнім

освітленням робочих зон та порушенням раціональної послідовності технологічних операцій.

Падіння працівників з висоти найчастіше трапляється під час наведення, встановлення та закріплення збірних елементів, при розстроповці, остаточному оформленні вузлів, а також особливо під час переходів на нове робоче місце. Питання розташування тимчасових та постійних зв'язків, що забезпечують стійкість закріплених конструкцій на період монтажу, вирішуються на стадії розробки проекту виконання робіт.

Електричний струм:

При виконанні робіт поблизу струмопровідних елементів, що перебувають під напругою, існує реальна небезпека випадкового контакту з ними. Для запобігання ураження електричним струмом передбачається використання основних ізолювальних електрозахисних засобів, здатних тривалий час витримувати робочу напругу та забезпечувати можливість безпечного дотику до частин електроустановок, що перебувають під напругою (до 1000 В). До таких засобів належать: діелектричні гумові рукавиці, слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими рукоятками, струмовказівники. В електроустановках з напругою понад 1000 В застосовуються ізолювальні штанги, а також ізолювальні та струмоведучі кліщі.

Вібрація:

Заходи щодо захисту робочих місць від впливу вібрацій повинні розроблятися вже на етапі проектування технологічних ліній та обладнання, при складанні планувальних рішень виробничих приміщень та організації трудових процесів. Існуючі методи зниження шкідливого впливу вібрацій від діючого обладнання поділяються на дві основні категорії: методи, що базуються на зменшенні інтенсивності збуджувальних сил безпосередньо в джерелі їх виникнення, та методи послаблення вібрації на шляху її поширення через опорні конструкції та з'єднувальні елементи до інших машин і будівельних конструкцій.

Технологічні засоби боротьби з вібрацією передбачають вибір таких виробничих процесів, які використовують машини та механізми з мінімальними динамічними навантаженнями, що збуджують коливання. Одним із найефективніших способів зниження рівня вібрації є пасивна віброізоляція із застосуванням віброгасних основ та демпфувальних опор.

Виробничий шум:

До технологічних методів зниження рівня шуму належить вибір таких виробничих процесів, у яких використовуються механізми та машини з мінімальним рівнем динамічних навантажень, що генерують коливання.

Для забезпечення захисту працівників у виробничих приміщеннях з обладнанням, що створює підвищений шум, передбачається комплекс заходів: звукоізоляція допоміжних приміщень, розташованих поряд із шумними ділянками; облаштування кабін спостереження та дистанційного управління; встановлення акустичних екранів та звукоізолювальних кожухів; облицювання стін і стель звукопоглинальними матеріалами або використання штучних звукопоглиначів.

У разі необхідності засоби колективного захисту доповнюються індивідуальними засобами захисту від шуму – навушниками, вкладишами, шоломами тощо.

Освітлення робочих місць:

Рівень освітленості на робочих місцях має відповідати категорії зорових робіт, що виконуються. Підвищення освітленості робочих поверхонь сприяє зростанню продуктивності праці, однак існує граничне значення, після досягнення якого подальше збільшення освітленості стає економічно невиправданим та не дає суттєвого позитивного ефекту.

Важливою умовою комфортних умов праці є рівномірний розподіл яскравості на робочій поверхні. Нерівномірність яскравості змушує органи зору постійно переадаптовуватися під час роботи, що призводить до швидкого стомлення та зниження працездатності.

Шкідливі речовини:

Підвищений рівень загазованості та запиленості повітря, що виникає при проведенні електрозварювальних робіт, зумовлює ураження органів дихання, зокрема такі захворювання, як пневмоконіоз, гострі та хронічні інтоксикації, пневмосклерози, а також подразнення слизових оболонок та шкірні новоутворення.

При виконанні ізоляційних робіт із застосуванням волокнистих матеріалів – азбесту, мінеральної вати або шлаковати – у повітря робочої зони виділяється дрібнодисперсний пил, який також негативно впливає на здоров'я працівників.

Для захисту тіла працівників передбачається використання спеціального одягу різних типів, виготовленого з матеріалів відповідного призначення (теплозахисних, пилонепроникних тощо). Голова захищається касками або шоломами. Спеціальне взуття виконується, як правило, з нековзною підошвою та повинно бути стійким до впливу агресивного робочого середовища.

Атмосферна електрика:

Згідно з вимогами ДСТУ Б В.2.5-38:2008, блискавкозахист будівлі виконано за III категорією. Захисна система передбачає укладання блискавкоприймальної сітки, виготовленої зі сталевого оцинкованого дроту діаметром 6 мм, який монтується під шаром теплоізоляційного матеріалу. Усі металеві елементи, що виступають над рівнем даху, надійно з'єднуються із зазначеною сіткою. Для забезпечення контакту блискавкозахисної сітки із зовнішнім контуром заземлення (виконаним зі сталевої смуги перерізом 40×4 мм) передбачено прокладання струмовідводів із круглої сталі діаметром 8 мм із кроком 25 м по периметру будівлі.

Термічний фактор:

До основних ізолювальних електрозахисних засобів належать пристрої, здатні тривалий час витримувати робочу напругу та забезпечувати безпечний дотик до струмопровідних частин електроустановок, що перебувають під напругою до 1000 В. Серед них: діелектричні гумові рукавиці, ручний інструмент із ізольованими рукоятками, струмовказівники. Для електроустановок з напругою понад 1000 В застосовуються ізолювальні штанги, а також ізолювальні та струмоведучі кліщі.

Виконання електрозварювальних робіт супроводжується ризиком ураження електричним струмом, що може бути спричинено несправністю зварювального апарату, порушенням цілісності заземлювальної мережі, помилковим підключенням обладнання до електричної мережі, несправною електропроводкою або неправильним веденням технологічного процесу зварювання. Ураження струмом можливе також при безпосередньому контакті з струмопровідними елементами зварювальної установки.

Пожежонебезпека:

На виробничих об'єктах та будівельних майданчиках має бути організована система навчання всіх працівників правилам пожежної безпеки та алгоритмам дій у разі виникнення пожежі. До виконання робіт на будівельних майданчиках не допускаються особи, які не пройшли відповідного інструктажу. Кожен працівник підприємства зобов'язаний неухильно дотримуватися вимог пожежної безпеки, вживати заходів для запобігання порушенням протипожежного режиму та брати участь у ліквідації загорянь і пожеж на ранніх стадіях.

На основі аналізу виявлених потенційно небезпечних факторів необхідно реалізувати наступні заходи:

виконати акустичний розрахунок систем вентиляції та підібрати необхідні шумоглушники;

здійснити розрахунок параметрів штучного освітлення для офісних приміщень;

запровадити комплексні заходи щодо зниження рівнів шуму та вібрації, а також забезпечення вибухо- та пожежобезпеки.