

MR-471

Е62

Вінницький національний технічний університет
Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії
Кафедра Інженерних систем у будівництві

Магістерська кваліфікаційна робота на тему:

**ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ СИСТЕМИ
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ ПРИМІЩЕНЬ
ТОРГІВЕЛЬНО-ОФІСНОГО ЦЕНТРУ**

Виконав студент 2 курсу, групи ТГ-21м з/в
спеціальності 192 – Будівництво та
цивільна інженерія

Бережнова Н.С.
(прізвище та ініціали)

Керівник к.т.н., професор кафедри ІСБ

Ратушняк Г.С.
(прізвище та ініціали)

«12»

2023 р.

Опонент к.т.н., доцент кафедри БМГА

Ковальський В.П.
(прізвище та ініціали)

«12»

2023р.



«14»

2023 р.

Вінниця ВНТУ – 2023 рік

Вінницький національний технічний університет
 Факультет Будівництва, цивільної та екологічної інженерії
 Кафедра Інженерних систем у будівництві
 Рівень вищої освіти II (магістерський)
 Галузь знань 19 – Архітектура та будівництво
 Спеціальність 192 – Будівництво та цивільна інженерія
 Освітньо-професійна програма «Теплогазопостачання і вентиляція»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
 Завідувач кафедри ІСБ
 к.т.н., проф. Ратушняк Г.С.
 цивільної
 екологічної
 інженерії
 (підпис)
 2023 р.

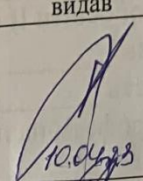
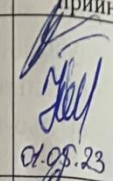
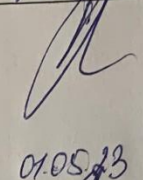
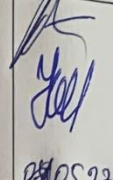
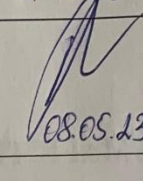
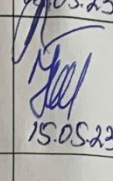
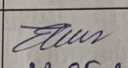
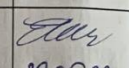
ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТА

Бережної Наталії Сергіївни

(прізвище, ім'я, по батькові)

- Тема роботи Енергоефективні системи забезпечення мікроклімату приміщень торгівельно-офісного центру
 керівник роботи к.т.н., професор кафедри ІСБ Ратушняк Г.С.
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
 затверджені наказом вищого навчального закладу від "20" березня 2023 року № 68
- Строк подання студентом проекту (роботи) 07 червня 2023 р.
- Вихідні дані до роботи Архітектурно-будівельні креслення будівлі. Проектна документація на будівництво, результати обстеження будівлі, технічні характеристики огорожувальних конструкцій будівлі, термічний опір стін не менше $R_{ст} = 4,0 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$. Відомі конструктивні рішення систем забезпечення мікроклімату, наукові дослідження в напрямку енергоефективних технологій в системах вентиляції та опалення, наукові публікації.
- Зміст текстової частини Вступ, аналіз інноваційних енергоефективних технологій в системах створення мікроклімату, техніко-економічне обґрунтування, теоретичне та практичне обґрунтування основних параметрів і характеристик систем забезпечення мікроклімату, організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних рішень, заходи з охорони праці і безпеки в надзвичайних ситуаціях, техніко-економічні показники, загальний висновок, перелік використаних джерел, додатки.
- Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Плакати з результатами наукової частини роботи – дослідження енергоефективних технологій в системах створення мікроклімату. Креслення: схеми розміщення елементів систем опалення та вентиляції на планах будівлі. План розташування вентиляційного обладнання на даху будівлі. Аксонометричні схеми системи опалення та загальнообмінної системи вентиляції. Календарний план монтажу систем опалення та вентиляції, графіки руху робітників, машин та механізмів, ТЕП. Монтажні креслення та вузли систем опалення та вентиляції.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Інноваційні енергоефективні технології в системах створення мікроклімату	Ратушняк Г.С. к.т.н., професор	 10.04.23	 01.05.23
Теоретичне та практичне обґрунтування основних параметрів і характеристик систем забезпечення мікроклімату	Ратушняк Г.С. к.т.н., професор	 01.05.23	 01.05.23
Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проєктних рішень	Ратушняк Г.С. к.т.н., професор	 08.05.23	 15.05.23
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Кобилянська І.М. к.пед.н., доцент	15.05.23	22.05.23
Техніко-економічні показники проєктних рішень	Лялюк О. Г. к.т.н., доцент	 22.05.23	 28.05.23

7. Дата видачі завдання 20.03.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Прим.
1	Складання завдання та змісту до МКР	23.03.2023	Викон
2	Інноваційні енергоефективні технології в системах створення мікроклімату	10.04.2023	Викон
3	Теоретичне та практичне обґрунтування основних параметрів і характеристик систем забезпечення мікроклімату	01.05.2023	Викон
4	Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проєктних рішень	08.05.2023	Викон
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	15.05.2023	Викон
6	Техніко-економічні показники проєктних рішень	22.05.2023	Викон
7	Оформлення графічної частини та пояснювальної записки, розробка презентації	29.05.2023	Викон
8	Попередній захист		Викон
9	Виправлення зауважень	07.06.2023	Викон
10	Рецензування	09.06.2023	Викон
11	Захист МКР	12.06.2023	Викон
		15.06.2023	Викон

Магістрант

(підпис)

Бережнов
(прізвище та

Керівник роботи

(підпис)

Ратушняк
(прізвище та

ЗМІСТ

ВСТУП.....	10
1 ІННОВАЦІЙНІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ В СИСТЕМАХ СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ.....	13
1.1 Сучасні засоби утилізації теплової енергії в системах вентиляції.....	13
1.2 Конструктивне виконання пластинчастих теплообмінників.....	18
1.3 Особливості роботи пластинчастих теплообмінників в умовах їх обмерзання.....	21
1.4 Методи боротьби з обмерзанням теплообмінників.....	25
1.5 Аналіз строків окупності пластинчастого і роторного теплоутилізаторів.....	28
Висновки до розділу 1.....	35
2 ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ПРАКТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ І ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ.....	37
2.1 Вихідні дані для проектування.....	37
2.2 Вибір конструкції та теплотехнічний розрахунок зовнішніх огорожень будівлі.....	38
2.3 Вибір конструкції та розрахунок підлоги в підвальному приміщенні...	41
2.4 Розрахунок вікон.....	42
2.5 Теплотехнічний розрахунок покрівлі.....	42
2.6 Визначення тепловтрат через огорожуючі конструкції.....	43
2.7 Вибір опалювальних приладів.....	44
2.8 Моделювання гідравлічного режиму системи опалення.....	47
2.9 Підбір обладнання для системи опалення.....	48
2.10 Розрахунок надходжень шкідливих виділень в приміщення.....	50
2.10.1 Теплонадходження через світлові пройми.....	50
2.10.2 Теплонадходження через покрівлю.....	51
2.10.3 Визначення кількості тепла, яке надходить від джерела штучного	

освітлення та людей, що знаходяться в приміщенні.....	
2.11 Розрахунок повітрообміну системи вентиляції.....	
2.12 Підбір основного обладнання системи вентиляції.....	
2.13 Моделювання аеродинамічного розрахунку системи вентиляції.....	
Висновки до розділу 2.....	
3 ОРГАНІЗАЦІЙНО – ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	
РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ.....	
3.1 Аналіз конструктивних особливостей системи опалення, що прийнято до монтажу.....	
3.2 Отримання об'єкту під монтажні роботи.....	
3.3 Визначення складу і об'ємів робіт.....	
3.4 Визначення трудомісткості монтажних робіт та складання графіку виконання робіт, загальної тривалості робіт і складу бригад.....	
3.5 Розрахунок та комплектування основних і допоміжних матеріалів та виробів, складання відомостей.....	
3.6 Вибір типів машин, механізмів, пристосувань, розрахунок енергоресурсів.....	
3.6.1 Вибір типів машин, механізмів, пристосувань.....	
3.6.2 Витрата електроенергії та пального.....	
3.7 Розрахунок техніко-економічних показників календарного плану.....	
3.8 Пуск в дію та випробування системи опалення.....	
3.9 Монтажне регулювання і здача системи вентиляції в експлуатацію....	
3.10 Техніка безпеки під час виконання монтажних робіт.....	
Висновки до розділу 3.....	
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	
ДОДАТКИ.....	

ВСТУП

Дана магістерська кваліфікаційна робота передбачає розроблення варіантів енергоефективних технологій в системах вентиляції та опалення торгівельно-офісного центру в місті Київ.

Актуальність теми. Енергоефективність – раціональне використання енергетичних ресурсів, досягнення економічно доцільної ефективності використання існуючих паливно-енергетичних ресурсів при дійсному рівні розвитку техніки та технології, а також дотриманні вимог до навколишнього середовища. Ефективність використання первинних енергоносіїв та перетворених на їх основі інших видів енергії в нашій країні досить низька. В значній мірі це пов'язано з ростом тепло- та енергоспоживання в житловому секторі. На жаль, цей процес пов'язаний не стільки з ростом обсягів житлового фонду, а із збільшенням втрат теплоенергоресурсів в житловому фонді та інженерних мережах внаслідок їх зростаючого зношення, яке інколи наближається до критичної межі (60%), а десь і досягає її. Капітальні витрати на влаштування систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря досягають 20% загальної вартості будівель, а експлуатаційні – 30-50% загальної вартості експлуатації.

З урахуванням цього стає ясно, яке першочергове значення для економіки країни має підвищення експлуатаційних характеристик будівель та скорочення споживання енергії в будівлях. Саме тут знаходяться перспективи реального зниження ресурсоспоживання при забезпеченні необхідного рівня комфорту в приміщеннях. Використання сучасних енергоефективних технологій дасть можливість знизити залежність країни від світових цін на енергоносії.

При проектуванні систем життєзабезпечення для економії енергії доцільно використовувати вторинні енергетичні ресурси, такі, наприклад, як теплота повітря, що видаляється з приміщення, та відходи виробництв та споживання.

Існує два основних способи утилізації потенціалу вентиляційних викидів: рециркуляція повітря, що видаляється і теплоутилізація з використанням теплообмінних апаратів. Оскільки застосування рециркуляції в більшості випадків обмежене санітарними нормами і не може бути

використано, якщо в повітрі, що видаляється, містяться шкідливі домішки, найбільш доцільне використання рекуперативних теплообмінників різних конструктивних виконань. Застосування повітряних теплообмінників дозволяє знизити витрату теплоти в системах вентиляції на 40-60% при порівняно невисоких капітальних вкладеннях.

Зв'язок роботи з науковими темами.

Роботу виконано відповідно до наукового напрямку кафедри інженерних систем у будівництві Вінницького національного технічного університету : «Розробка наукових основ створення енергозберігаючих процесів і технологій для забезпечення будівельної галузі та житлово-комунального господарства».

Мета і задачі дослідження

Метою магістерської кваліфікаційної роботи є опрацювання наукового обґрунтування та створення проектних рішень по застосуванню в системах опалення та вентиляції сучасних енергозберігаючих технологій для забезпечення їх високоефективної роботи при мінімальних трудових та енергетичних затратах.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

- оцінити ефективність застосування рекуперації теплоти вентиляційних викидів;
- провести аналіз існуючих теплообмінників та обґрунтувати вибір конкретного типу рекуператора для найбільш ефективної роботи системи вентиляції;
- змоделювати теплотехнічний розрахунок приміщень будівлі; відповідно до теплотехнічного розрахунку підібрати радіатори необхідної потужності;
- змоделювати гідравлічний режим системи опалення та аеродинамічний режим системи вентиляції;
- за результатами гідравлічного розрахунку підібрати змішуючі насоси системи опалення, необхідні діаметри трубопроводів, терморегулятори і балансувальні клапани;
- за результатами аеродинамічного розрахунку підібрати розміри повітропроводів та вентиляційні агрегати з рекуператорами для утилізації теплоти повітря, що видаляється системою вентиляції;

- розробити організаційно-технологічне рішення з монтажу систем;
- дослідити питання охорони праці під час виконання монтажних робіт;
- розрахувати техніко-економічні показники систем вентиляції та опалення.

Об'єкт дослідження – системи вентиляції та опалення для забезпечення нормативних мікрокліматичних показників приміщень з використанням альтернативних джерел енергії.

Предмет дослідження – процеси здійснення повітрообміну та забезпечення тепловою енергією торговельно-офісного центру.

Методи дослідження.

Системний аналіз для вибору варіантів систем створення мікроклімату, обґрунтування вихідних і режимних параметрів систем теплозабезпечення і вентиляції; математичне моделювання процесів тепломасоперенесення на основі законів та рівнянь теплофізики, гідравліки та аеродинаміки.

Новизна результатів. Досліджено теоретичне обґрунтування доцільності використання рекуперації теплоти відпрацьованого вентиляційного повітря. Набула подальшого розвитку математична модель тепломасообмінних процесів в приміщеннях торговельно-розважального центру.

Практичне значення. Запропоновано конструктивні рішення системи вентиляції з використанням рекуперації теплоти вентиляційних викидів та способи і засоби, що запобігають обмерзанню рекуперативних теплообмінників. Розроблено принципову схему та конструктивно-технологічні рішення ресурсозберігаючої технології створення нормальних умов мікроклімату громадських будівель з використанням вторинних ресурсів.

Апробація та публікації. Основні положення і результати досліджень доповідалися й обговорювалися на ЛП науково–технічній конференції підрозділів ВНТУ.

1 ІННОВАЦІЙНІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ В СИСТЕМАХ СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ

1.1 Сучасні засоби утилізації теплової енергії в системах вентиляції

Весь світ докладає величезних зусиль для пошуку нових технологічних і технічних рішень, які направлені на скорочення споживання енергії. Серед енергозберігаючих рішень у вітчизняній практиці будівництва та експлуатації будівель та споруд можна виділити використання щільних віконних конструкцій та дверей, а також утеплення огорожуючих конструкцій. Як результат – ускладнення проникнення свіжого повітря у приміщення. Щоб цьому запобігти, частіше роблять провітрювання, що зменшує ефект від реалізованих енергозберігаючих заходів. Таким чином створюється конфлікт інтересів: енергозбереження та комфорту, який потребує оптимального повітрообміну [1].

Використання в цих умовах механічної вентиляції будівель може призвести до значних втрат енергії. В сучасних будинках в зимовий період 25-50% тепла витрачається на нагрів припливного повітря. У літній період в будинках, обладнаних системами центрального кондиціонування теплонадлишки знімаються за рахунок охолодження припливного повітря [5].

Неконфліктне енергозбереження та збалансований припливно-витяжний повітрообмін у приміщенні забезпечують системи вентиляції з теплообмінниками-утилізаторами, які дозволяють використати теплоту повітря, що видаляється з приміщення, для нагрівання холодного повітря, що надходить у приміщення [6].

Зростання цін на енергоносії стимулює зростання інтересу до рекуперації теплової енергії в системах вентиляції та кондиціонування повітря, які проєктуються і реконструюються [5].

Існують наступні засоби утилізації теплової енергії в системах вентиляції та кондиціонування [9].

Пластинчасті теплообмінники

Пластинчасті теплообмінники є рекуператорами з площинами, що стикаються. Це означає, що тепловиділяючий і теплопоглинаючий повітряні потоки проходять уздовж розділяючих їх площин, що мають високу теплопровідність, через які відбувається процес теплопередачі. В залежності від конструктивного виконання пластинчасті теплообмінники можуть мати ефективність від 40 до 70% і мати втрату тиску по припливу і витяжці від 50 до 250 Па [11].

Основні переваги пластинчастих теплообмінників [14]:

1. Пластинчасті теплообмінники мають просту будову і не містять рухомих частин.

2. При належній апаратурній обв'язці (витяжний вентилятор до теплообмінника і витяжний вентилятор за теплообмінником) виключено забруднення припливного повітря за рахунок витоків на витяжці.

3. Практично відсутня необхідність технічного обслуговування, за винятком випадків встановлення обладнання в умовах особливо забрудненого повітряного середовища, що передбачає періодичне чищення теплообмінників, що знімаються шляхом їх промивання в розчинниках, яка істотно полегшена при використанні теплообмінників зі збільшеною відстанню між пластинами.

4. У зв'язку з відсутністю додаткових споживачів електричної енергії мінімальне збільшення споживаних кВт·год, які витрачаються вентиляторами на подолання незначної доданої втрати напору на припливі і витяжці.

Основні недоліки пластинчастих теплообмінників [15]:

1. За умов, що сприяють обмерзанню теплообмінника в зимовий період, необхідно періодично на притоці здійснювати автоматичну зупинку вентилятора або використовувати байпас.

2. Відсутній вологообмін між припливом і витяжкою.

Роторні теплообмінники

Роторні теплообмінники класифікуються як рекуператори з обертовим акумулятором тепла (категорія 3). Ротор оснащений насадкою, що має високу теплоємність. Насадка при використанні протиточної схеми поперемінно

нагрівається і охолоджується тепловиділяючими і теплопоглинальними повітряними потоками. В залежності від параметрів повітря і властивостей використовуваної насадки процес теплопередачі може також в тій чи іншій мірі супроводжуватися передачею вологи. Відомі роторні теплообмінники конденсаційного типу, що здійснюють переважно перенесення тепла і тільки тієї вологи, яка конденсується на поверхні насадки в місцях, які мають температуру нижче точки роси. Використовуються також роторні теплообмінники гігроскопічного типу, які здійснюють передачу як тепла, так і вологи, що вбирається насадкою, яка має спеціальне гігроскопічне покриття. Третій тип роторних теплообмінників сорбційного типу здійснює переважно передачу вологи. Для цього на насадку, що має невелику теплоємність (наприклад, скло), наносять шар сорбенту (солі літію).

В залежності від конструктивного виконання роторні теплообмінники мають загальну ефективність від 60 до 85% і мати втрату тиску по притоку і витяжці від 75 до 500 Па [11].

Основні переваги роторних теплообмінників [14]:

1. Завдяки використанню роторів різного типу з'являється широкий спектр його практичного застосування;
2. Завдяки тому, що процес тепломасообміну здійснюється за більшої питомої поверхні насадки, що використовується, агрегат має мінімальні габарити;
3. Регулювання швидкості обертання ротора дозволяє управляти загальною ефективністю рекуператора.

Основні недоліки роторних теплообмінників [18]:

1. Використання можливе за умови паралельного розташування припливного і витяжного повітропроводів дуже близько один від одного.
2. Має місце додаткова витрата електроенергії, споживаної приводом ротора і вентиляторами на подолання доданої втрати напору на притоці і витяжці.
3. Забруднене повітря частково переноситься з витяжки в приплив. Забруднення може бути зменшено за рахунок використання ряду заходів

конструктивного характеру, таких як пристрій зони очищення, але не може бути усунуто повністю, у зв'язку з чим використання роторних теплообмінників в умовах присутності токсичних і з неприємним запахом речовин неприпустимо.

Водяні циркуляційні системи

Водяні циркуляційні системи включають два окремих теплообмінника типу «вода-повітря», об'єднаних між собою гідравлічним контуром, в якому здійснюється прокачування води або водо-гліколієвої суміші. Теплообмінники розміщуються в припливному і витяжному повітропроводі, які можуть бути розділені між собою на визначену відстань. Тепло, що поглинається з одного повітряного потоку, проміжним теплоносієм переноситься в другий теплообмінник, через який передається іншому повітряному потоку.

В залежності від конструкції водоповітряних теплообмінників і використовуваної запірно-регулюючої арматури водяні циркуляційні системи можуть забезпечувати ефективність рекуперації від 50 до 65% і мати втрати напору по притоку і витяжці від 200 до 900 Па [5].

Основні переваги водяних циркуляційних систем [17]:

1. Відсутня необхідність суміжного розташування припливного і витяжного повітропроводів, що виключає необхідність зміни їх трасування при реконструкції існуючих систем вентиляції та кондиціонування повітря.

2. Перетікання забрудненого повітря з витяжки в приплив повністю виключено, оскільки вони ізольовані між собою через проміжний теплоносій.

Основні недоліки водяних циркуляційних систем [17]:

1. Висока додаткова витрата електроенергії, споживаної циркуляційним насосом та вентиляторами на подолання доданої втрати напору на притоці і витяжці, при певних обставинах робить рекуперацію тепла економічно недоцільною.

2. Наявність циркуляційного насоса і великої кількості запірно-регулювальної арматури обумовлюють необхідність експлуатаційного технічного обслуговування в значних обсягах.

3. Відсутній вологообмін між припливом і витяжкою.

Теплові труби

Теплові труби являють собою фреоновий контур, в якому циклічним чином здійснюються фазові переходи теплоносія з рідкого в газоподібний стан і назад. Тепло, яке поглинається з одного повітряного потоку з використанням проміжного теплоносія, що здійснює зазначені фазові переходи за рахунок протікання через розділову капілярну трубку, передається іншому повітряному потоку.

Ефективність теплових труб складає від 45 до 65% і може регулюватися за рахунок зміни нахилу по відношенню до вертикального положення [17]. Перетікання забрудненого повітря з витяжки в приплив повністю виключено, оскільки вони ізольовані між собою проміжним теплоносієм. Серед інших засобів рекуперації теплові труби найбільш компактні. Використання їх можливе за умови паралельного розташування припливного і витяжного повітропроводів, які безпосередньо примикають один до одного.

Теплові насоси

Теплові насоси являють собою традиційний холодильний контур з компресором, розширювальним клапаном, а також випарником і конденсатором, розташованими окремо в припливному і витяжному повітропроводах. Особливістю є наявність 4-ходового перепускового клапана, який забезпечує реверсування руху теплоносія, що дозволяє в залежності від сезону здійснювати перенесення тепла з витяжки на приплив і навпаки. При цьому припливний і витяжний повітропроводи можуть бути рознесені між собою в межах допустимої довжини холодильного контура. Перетікання забрудненого повітря з витяжки в приплив повністю виключено, оскільки вони ізольовані між собою через проміжний теплоносій. Продуктивність теплового насоса залежить від витрати повітря і його температури на вході у випарник і конденсатор. Чим вище витрата повітря і його температура на вході у випарник, тим вище продуктивність теплового насоса. Зниження температури повітря на вході в конденсатор призводить також до збільшення продуктивності при зменшеному енергоспоживанні. Значення коефіцієнта корисної дії становлять близько 4,5-5,2. Зазначене означає, що на одиницю затрачуваної електричної

енергії здійснюється транспортування 4-5 одиниць теплової енергії. В цілому найбільша економія за рахунок використання теплових насосів досягається при наявності на витяжці великої кількості прихованого тепла [17].

Теплові камери

Теплова камера являє собою ємність, розділену на дві частини, які за допомогою системи клапанів поперемінно заповнюються припливним і витяжним повітрям. За рахунок великої теплоємності камери, таким чином, здійснюється передача тепла між повітряними потоками. Ефективність даної системи може бути досить велика, однак вона характеризується значними капітальними витратами. Крім того, вона практично неприйнятна при наявності істотного забруднення повітря на витяжці [18].

Провівши аналіз існуючих засобів утилізації теплоти вентиляційного повітря, що видаляється, найбільш ефективним є використання рекуперативного пластинчатого теплообмінника.

1.2 Конструктивне виконання пластинчастих теплообмінників

Теплообмінник виготовлений із алюмінієвих пластин, які утворюють систему каналів для протікання двох потоків повітря. В рекуператорі відбувається теплопередача між цими розділеними потоками з різною температурою. Витяжне повітря, що видаляється з приміщення, протікає в кожному другому каналі між пластинами теплообмінника, нагріваючи їх. Припливне повітря протікає через інші канали теплообмінника і поглинає тепло нагрітих пластин [7].

Пластини з'єднуються між собою методом подвійного фальцювання [7]. У результаті, на входних і вихідних гранях блока теплообмінника місця з'єднання пластин, утворені фальцами, мають товщину, рівну 6-кратній товщині пластини, що забезпечує високу міцність конструкції блоку. Крім того, обтічність профілю з'єднання дозволяє значно зменшити не тільки втрати напору, а й відкладення бруду [6]. Висока ефективність пластинчастих теплообмінників досягається за рахунок спеціального профілю

пластин, утвореного шляхом автоматизованого штампування. Унікальний профіль пластин забезпечує наступні позитивні якості рекуператорів [12]:

- висока ступінь турбулізації повітряного потоку, за рахунок чого відбувається потоншення повітряного пограничного шару на поверхні пластин та інтенсифікація конвективного теплообміну;

- можливість стоку конденсату в будь-якому напрямку, за рахунок чого тоншає шар води, що формується на поверхні пластин, і інтенсифікується кондуктивний теплообмін;

- підвищена міцність і жорсткість пластин за рахунок спеціальної орієнтації вертикальних і горизонтальних виштамповок і гофрувань, що забезпечує відсутність механічних деформацій при різниці тиску оброблюваних теплового і холодного повітряних потоків до 1500 Па;

- вирівняна епюра швидкостей оброблюваних повітряних потоків всередині теплообмінника, завдяки чому мінімізовані втрати напору оброблюваних повітряних потоків, як у теплому, так і в холодному плечах теплообмінника;

- точна відстань між пластинами завдяки використанню автоматизованого штампування, що сприяє підвищенню сумарної ефективності теплообміну і зниження втрат напору;

- мала залежність ефективності рекуперації від швидкості повітряного потоку.

Завдяки турбулентному потоку повітря в каналах теплообмінника, досягається висока ефективність утилізації тепла при порівняно низькому гідравлічному опорі.

В зв'язку з можливістю конденсації вологи з витяжного повітря, за теплообмінником встановлений сепаратор зі зливним піддоном і відводом конденсату через сифон [17].

Виготовляються теплообмінники двох типів: N (з виштамповками) і F (з гофруванням). Тип N використовується в звичайних системах вентиляції та кондиціонування з витратою повітря до 50 тис. м³/год. Тип F, володіючи більшою міцністю і жорсткістю, використовується в складі технологічного обладнання, а

також в системах вентиляції і кондиціонування з витратою повітря до 100тис.м³/год [16].

Можливий також вибір поперечного розміру пластин і відстані між пластинами в широкому ряду типорозмірів. Кількість пластин і відстань між ними визначають довжину теплообмінника, яка може варіюватися від 200 до 3000 мм.

Пластинчастий теплообмінник сам по собі є необхідним високотехнологічним елементом рекуперативної установки. Разом з тим він може бути оснащений додатковими елементами, що суттєво спрощують подальшу зовнішню обв'язку теплообмінника. До числа вказаних додаткових елементів належать [20]:

- байпасна секція, що вбудовується в той же корпус, що і блок пластин теплообмінника (збоку від нього або посередині);

- рециркуляційний клапан, що забезпечує більш ефективне регулювання теплопродуктивності.

Рециркуляційний клапан монтується в байпасній секції. Таким чином, крім рекуперації тепла з'являється можливість рециркуляції повітря, регульованою в межах від 0 до 100%.

Необхідність використання зазначених опцій визначається умовами експлуатації теплообмінника. Байпас може встановлюватися як у теплому, так і в холодному плечах теплообмінника. Установка байпаса в холодному плечі диктується умовами, що сприяють обмерзанню теплообмінника в зимовий період. Якщо розрахункова температура обмерзання вище розрахункового значення температури зовнішнього повітря в заданому регіоні, то використання байпаса або автоматичне управління режимом короткочасної зупинки припливного вентилятора є необхідними. Байпас в теплому плечі встановлюється, коли необхідна реалізація режиму нічного охолодження, що характерно для регіонів з різко континентальним кліматом. Необхідність установки рециркуляційного клапана визначається умовами доцільності суміщення між собою рекуперації тепла і рециркуляції повітря [8].

1.3 Особливості роботи пластинчастих теплообмінників в умовах їх обмерзання

При охолодженні вологого повітря відбувається збільшення відносної вологості до стану насичення, після чого починається інтенсивна конденсація надлишкової вологи. В результаті відповідним чином зменшується абсолютний вологовміст. При подальшому охолодженні нижче температури замерзання має місце кристалізація конденсованої вологи. Цей процес характерний для систем рекуперації, в яких при низькій температурі зовнішнього повітря здійснюється його підігрів шляхом часткової передачі тепла, що міститься в повітрі, що видаляється системами витяжної вентиляції. Зазначене, з одного боку, призводить до істотного підвищення ефективності теплообміну за рахунок прихованої теплоти випаровування. З іншого боку, при відсутності належних способів відведення конденсату може спостерігатися зменшення теплопередачі за рахунок формованого на поверхні пластин шару рідини, а також зменшення живого перерізу повітряних каналів, що, в свою чергу, призводить до збільшення втрат статичного тиску [17]. У випадках, коли, припливне повітря має досить низьку температуру, конденсат, що накопичується всередині теплообмінника, замерзає, закупорюючи частково або повністю повітряні канали на стороні витяжки. В результаті витрата повітря, що видаляється, знижується або припиняється зовсім. Відповідно, ефективність рекуперації падає, що виражається в недостатньому попередньому підігріві припливного повітря, компенсується установкою додаткових зовнішніх нагрівачів (калориферів) порівняно великої потужності [18].

Теоретичний аналіз і практичний досвід експлуатації свідчать, що робота пластинчастих теплообмінників в умовах обмерзання визначається наступними факторами [20]:

- аеродинамічною характеристикою витяжного вентилятора;
- станом теплообмінника і спрямованістю повітряних потоків;
- конструктивним виконанням теплообмінника, а саме, чи здійснюється переміщення повітря, що видаляється, роздільними потоками з використанням

спеціальних сепараторів (теплообмінники каналного типу), або суцільним потоком, коли рух повітря і, відповідно, утвореного конденсату не обмежено ніякими направляючими ні в поздовжньому, ні в поперечному напрямках (теплообмінники відкритого типу).

Теплообмінники відкритого типу.

Роль вентилятора при обмерзанні теплообмінників відкритого типу.

При частковому обмерзанні пластинчастого теплообмінника відкритого типу відбувається наступне. Утворений в «холодному кутку» лід звужує прохідний перетин на виході повітря, яке видаляється, що призводить до додаткових втрат статичного напору на стороні витяжки. Якщо витяжний вентилятор має пологі характеристику, то при обмерзанні відбувається зниження витрати повітря на витяжці, в результаті чого змінюється масове відношення повітряних потоків на припливі і витяжці, що в свою чергу сприяє більш інтенсивному обмерзанню. Знову збільшується втрата напору, знижується витрата, змінюється масове відношення і даний процес набуває лавиноподібний характер аж до повного обмерзання теплообмінника, який в результаті припиняє свою роботу. Зазвичай це не призводить до пошкодження пластин і після відтавання теплообмінник знову може функціонувати повноцінним чином [9].

На противагу цьому, якщо витяжний вентилятор має круту характеристику, то витрата повітря при обмерзанні залишається практично незмінною навіть при досить великому звуженні вихідного перерізу. В цьому випадку ефективність теплообміну дещо знижується за рахунок збільшення швидкості повітря, тобто зменшується відвід тепла від повітря, яке видаляється, особливо в міру наближення до вихідного перерізу. В результаті, незважаючи на деяку невелику зміну масового відношення на користь припливного повітря, подальшої інтенсифікації обмерзання не відбувається, процес стабілізується на певній стадії і, в підсумку, повного обледеніння не спостерігається.

Положення відкритого теплообмінника і спрямованість повітряних потоків.

Той факт, що конденсат, який утворюється всередині теплообмінника під дією сил тяжіння стікає зверху вниз може призводити до двох прямо протилежним за своїми результатами наслідків [9]:

1. Коли починається процес конденсації, точка роси досить висока і утворений конденсат містить велику кількість теплової енергії. Крім того, теплоємність води у багато разів перевищує теплоємність повітря. Таким чином, у разі утворення великої кількості конденсату при стіканні вниз разом з ним переноситься тепло, достатнє для підігріву холодної частини пластин, запобігаючи або знижуючи їх обмерзання.

2. Якщо кількість утвореного конденсату невелика, то теплової енергії, яка з ним переноситься виявляється недостатньо для обігріву холодної частини. В цьому випадку конденсат стікає повністю або його більша частина замерзає, прискорюючи тим самим процес заморожування теплообмінника.

У загальному випадку пластинчасті теплообмінники не призначені для горизонтальної установки в силу наступних причин [6]:

- дренаж конденсату відбувається некерованим чином;
- конденсат може потрапляти в припливне повітря через найменші нещільності;
- в разі обледеніння пластини теплообмінника можуть бути пошкоджені під дією тяжіння утвореного при цьому льоду;
- краплі конденсату можуть переноситися разом з потоком повітря.

Крім того, слід мати на увазі, що при відключенні вентиляційної установки конденсат залишається на пластинах і може замерзати при низьких температурах зовнішнього повітря. Таким чином, горизонтальна установка пластинчастих теплообмінників пов'язана з набагато більшою небезпекою і, можливо, більш серйозними наслідками їх замерзання.

Теплообмінники каналного типу.

При переміщенні повітря по прямокутним каналах обмерзання відбувається дещо іншим чином, ніж це має місце в теплообмінниках відкритого типу. Обмерзання каналу у вихідному перерізі повністю перешкоджає проходженню повітря через нього. В результаті, якщо, наприклад,

перекритий льодом перший канал, то другий канал стає першим. Припливне, холодне повітря тепер, впливаючи на нього, приводить до утворення чергової крижаної пробки і закупорювання цього каналу. Таким чином, процес розвивається далі. У результаті теплообмінники каналного типу замерзають значно швидше, ніж теплообмінники відкритого типу [10].

Роль вентилятора при обмерзанні теплообмінників каналного типу.

Вплив характеристики вентилятора на роботу рекуператора в цьому випадку аналогічно має місце при використанні теплообмінників відкритого типу.

Крута характеристика. Збільшення втрат статичного тиску призводить до зниження витрати повітря через теплообмінник, інтенсифікуючи процес обмерзання аж до повного замерзання [11].

Полога характеристика. Більша кількість повітря проходить через кожен з решти працездатних каналів. Масове відношення повітряних потоків в цих каналах змінюється на користь повітря, що видаляється. Теплообмінник, що мав спочатку квадратний перетин, перетворюється в прямокутний теплообмінник. При цьому інтенсивність обледеніння і небезпека його повного заморожування знижуються.

Положення каналного теплообмінника і спрямованість повітряних потоків.

Оскільки повітря проходить через теплообмінник по каналам, сили гравітації надають набагато більший вплив на процес обмерзання.

Горизонтальне розташування каналних теплообмінників.

Теоретично ситуація при горизонтальному розташуванні теплообмінників аналогічна використанню теплообмінників відкритого типу. Проте, з практичної точки зору небезпека обмерзання при цьому трохи вище, оскільки в каналних теплообмінниках дренажування конденсату в напрямку протилежному повітряному потоку утруднено більшою мірою [11].

Представлені матеріали дозволяють констатувати наступне:

- Використання витяжних вентиляторів з крутою аеродинамічною характеристикою запобігає або знижує інтенсивність обледеніння, що однозначним чином диктує доцільність їх використання [17].

- Пластинчасті теплообмінники відкритого типу мають очевидні переваги в порівнянні з каналними теплообмінниками, оскільки останні більш схильні до обмерзання.

- Стосовно розташування теплообмінників та організації повітряних потоків розробка загальних рекомендацій принципово неможлива. У кожному конкретному випадку слід керуватися конкретними обставинами, які, перш за все, визначаються кількістю утвореного конденсату, а також швидкістю повітря на витяжці.

1.4 Методи боротьби з обмерзанням теплообмінників

Підігрів припливного повітря

Проблема обмерзання теплообмінника повністю вирішується шляхом попереднього підігріву припливного повітря вище температури обмерзання. Зазначене може бути реалізовано за рахунок часткового змішування свіжого повітря і того, що видаляється на притоці, або використовуючи додаткові електричні нагрівачі (ТЕНи) або калорифери. Слід мати на увазі, що підігрів необхідний тільки в межах «Холодного кута», за рахунок чого габарити і потужність встановлюваного устаткування можуть бути істотно знижені. Тим не менш, подібне рішення навряд чи доцільно на практиці, оскільки воно пов'язане зі значним ускладненням конструкції і додатковими експлуатаційними витратами [9].

Регулювання масового відношення повітряних потоків на припливі і витяжці

При зменшенні кількості холодного припливного повітря в принципі можна досягти умов, при яких кількість асимільованого ним тепла не призводить до переохолодження порівняно з великою кількістю теплого повітря, яке видаляється і, відповідно, до обмерзання теплообмінника. Однак,

для досягнення цього масове відношення повітряних потоків, як правило, не повинно перевищувати 0,5. Причиною є та обставина, що на витяжці видаляється повітря завжди значно холодніше у вихідному перерізі порівняно з вхідним [10].

Проте, даний захід використовується досить часто, оскільки в будь-якому випадку доцільною є установка байпаса, що дозволяє в літній період регулювати параметри повітря на притоці. В силу цього додаткові витрати виявляються невеликі, оскільки пов'язані тільки з необхідністю використання відповідних коштів автоматизованого контролю та органів управління.

Слід зазначити, що подібне технічне рішення недостатньо ефективне з енергетичної точки зору, тому що значна частина припливного повітря проходить через байпас, минаючи теплообмінник. Загальна ефективність рекуперації при цьому різко падає.

Особливий інтерес представляє конструктивне рішення, яке, прийнятно тільки для пластинчастих теплообмінників відкритого типу. Потік холодного припливного повітря на вході в теплообмінник відхиляється в поперечному напрямку за допомогою плоского дефлектора маятникового типу, керованого сигналами термостата, розташованого в «холодному кутку». В результаті на витяжці тепле повітря, що видаляється не переохолоджується в критичній зоні нижче заданої температури, що забезпечується локальним обмеженням доступу холодного повітря. Таким чином, це запобігає процесу обмерзання. За рахунок плоского дефлектора відбувається звуження прохідного перерізу на вході з боку припливу, що призводить до збільшення втрат статичного тиску. Однак, зазначений ефект не настільки значний, оскільки за дефлектором в теплообмінниках відкритого типу повітряний потік знову розширюється.

Розморозжування теплообмінників

Нижче вказані способи розморозжування теплообмінників припускають можливість їх обмерзання з наступним відтаванням шляхом відповідного перемикавання режимів роботи.

Мають місце наступні два варіанти [12]:

1. Розморожування всього теплообмінника. При досягненні певної міри обмерзання теплообмінника відбувається відключення припливу. В результаті через теплообмінник проходить тільки тепле повітря, що видаляється з боку витяжки, за рахунок чого теплообмінник розморожується. Зазначений спосіб є простим і досить ефективним, оскільки відключення припливу проводиться на короткий час (від 3 до 5 хвилин). Найкращим в цьому випадку є управління по величині перепаду статичного тиску на стороні витяжки.

2. Часткове розморожування (метод стратифікації). Даний спосіб передбачає наявність на вході з боку припливу багатопелюсткових, індивідуально керованих повітряних клапанів. При нормальному функціонуванні клапани повністю відкриті. У міру обмерзання теплообмінника здійснюється управління пелюстками клапана, за рахунок чого відбувається короткочасне перекриття окремих частин повітряного потоку на притоці. Таким чином, можуть послідовно розморожуватися одна секція за іншою. Втрати статичного тиску в цьому випадку незначні. В цілому даний спосіб розморожування достатньо ефективний. Однак, при цьому система управління є значно складнішою, ніж в попередньому варіанті.

Зниження теплопередачі пластин рекуператора

Даний метод є чисто конструктивним, передбачаючи спеціальне профілювання пластин з метою зниження коефіцієнта теплопередачі в «холодному кутку». Однак, при цьому неможливо здійснювати управління та регулювання, що обмежує можливості методу, забезпечуючи лише зниження температури обмерзання до деяких меж. В залежності від умов експлуатації можуть знадобитися додаткові заходи боротьби з обмерзанням теплообмінників [12].

Способи регулювання обмерзання рекуператорів

Принципово існують три способи регулювання, які призначені для запобігання або ліквідації наслідків обмерзання теплообмінників [20]:

1. Температура припливного повітря. За показами термостата, встановленого на вході повітряного потоку з боку припливу, відбувається управління роботою байпасного клапана. У більшості випадків здійснюється

двохпозиційне регулювання. Використання теплової енергії при цьому оптимізується не в повній мірі.

2. Температура повітря на витяжці в «холодному кутку». За показами термостата, встановленого даними чином, здійснюється безперервне регулювання, забезпечуючи повноцінну оптимізацію використання теплової енергії в ході керування роботою теплообмінника в зимових умовах при охолодженні зовнішнього повітря нижче температури обмерзання.

3. Втрата статичного тиску на стороні витяжки. Ступінь обмерзання визначається по перепаду тиску між вхідним і вихідним перерізами потоку повітря, що видаляється. За допомогою пневмодатчика встановлюється значення перепаду тиску, при досягненні якого відбувається спрацювання відповідної системи захисту. Даний спосіб регулювання найбільш ефективний при використанні методів боротьби з обмерзання теплообмінників шляхом їх періодичного розморожування.

1.5 Аналіз строків окупності пластинчастого і роторного теплоутилізаторів

Виконаємо порівняльний аналіз термінів окупності теплообмінників-утилізаторів пластинчастого і роторного типів для систем вентиляції та кондиціонування. Розрахунок проводимо для холодного періоду року, приймаючи в якості зовнішньої розрахункової температури середню температуру найбільш холодної п'ятиденки. Прийmemo продуктивність установки 1000 м³/год. Розрахуємо витрати теплоти на нагрівання зовнішнього повітря в системі без теплоутилізатора [15]

$$Q_p^i = \frac{1}{3600} V \rho c_p (t_{np} - t_n^i) \tau [\text{кВт} \cdot \text{год}], \quad (1.1)$$

де V – витрата зовнішнього повітря, м³/год;

ρ - щільність зовнішнього повітря, кг/м³;

c_p – питома теплоємність при постійному тиску, кДж/(кг К);

t_{np} – температура припливного повітря, °С;

t_n – температура зовнішнього повітря, °C.

$$Q_p^i = \frac{1}{3600} 1000 \cdot 1,2 \cdot 1(18 - (-21)) = 13 (\text{кВт} \cdot \text{год}).$$

Річні витрати тепла

$$Q_p = Q_p^i \cdot \tau [\text{кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}], \quad (1.2)$$

де τ - період роботи системи вентиляції з опалювальний період, год / рік:

$$\tau = 189 \cdot 12 = 2268 (\text{год} / \text{рік}). \quad (1.3)$$

$$Q_p = 13 \cdot 2268 = 29484 (\text{кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}).$$

Розрахуємо економію енергії при включенні в склад припливно-втяжної установки роторного регенератора вартістю $\Pi_{\text{рт}} = 19600$ грн. Температуру припливного повітря приймемо $t_{\text{пр}} = 18^\circ\text{C}$, температуру повітря, що видаляється з приміщення повітря $t_{y1}^1 = 22^\circ\text{C}$ [30]. Розрахунок проводимо при ефективності рекуператора $\varepsilon = 80\%$.

Температура повітря на виході з роторного регенератора [11]:

$$t_{n2}^i = t_{n1}^i + \varepsilon (t_{y1}^i - t_{n1}^i) [^\circ\text{C}], \quad (1.4)$$

$$t_{n2} = -21 + 0,8(22 - (-21)) = 13,4 (^\circ\text{C}).$$

Кількість теплоти, необхідної на догрів зовнішнього повітря від температури на виході з регенератора до параметрів на притоці [12]:

$$Q_{p,ym}^i = \frac{1}{3600} V \rho c_p (t_{\text{пр}} - t_{n2}^i) [\text{кВт} \cdot \text{год}], \quad (1.4)$$

$$Q_{p,ym}^i = \frac{1}{3600} 1000 \cdot 1,2 \cdot 1(18 - 13,4) = 1,53 (\text{кВт} \cdot \text{год}).$$

$$Q_{p,ym} = Q_{p,ym}^i \cdot \tau [\text{кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}], \quad (1.5)$$

$$Q_{p,ym} = 1,53 \cdot 2268 = 3477,6 (\text{кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}).$$

Кількість зекономленої енергії

$$\Delta Q = 29484 - 3477,6 = 26013 (\text{кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}). \quad (1.7)$$

Витрати енергії на обертання ротора

$$N = N_{\text{рп}} \tau [\text{кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}], \quad (1.8)$$

$$N = 4,2 \cdot 2268 = 9525,6 (\text{кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}).$$

де $N_{\text{пр}}$ - встановлена потужність приводу ротора, кВт.

Вартість зекономленої енергії [13]

$$E = \Delta Q \cdot \Pi - N \cdot \Pi_{\text{ел}} [\text{грн} / \text{рік}], \quad (1.9)$$

де Π – вартість електричної або теплової енергії залежно від типу використовуваного калорифера, грн / (кВт год);

$\Pi_{\text{ел}}$ - вартість електричної енергії, грн / кВт год.

$$E = 26013 \cdot 2,87 - 9525,6 \cdot 0,28 = 71992,8 (\text{грн} / \text{рік}).$$

Термін окупності теплоутилізатора [12]

$$\tau = \frac{\Pi_{\text{ум}}}{E} = \frac{19600}{71992,8} = 0,3 (\text{рік}). \quad (1.10)$$

Проведемо розрахунок терміну окупності та економії енергії при установці в систему обробки повітря пластинчастого рекуператора вартістю 15800 грн. Слід зауважити, що при установці пластинчастого теплоутилізатора відсутні витрати енергії на привід, оскільки у даного типу теплообмінника відсутні рухомі частини.

Вартість зекономленої енергії при установці пластинчастого рекуператора [12]

$$E = 74657 (\text{грн} / \text{рік}).$$

Термін окупності теплоутилізатора [20]

$$\tau = \frac{\Pi_{\text{ум}}}{E} = \frac{15800}{74657} = 0,2 (\text{рік}).$$

В результаті проведеного розрахунку можна зробити наступні висновки:

1. Період окупності пластинчастого утилізатора практично дорівнює періоду окупності роторного регенератора. Але конструкція пластинчастого рекуператора значно простіша, немає рухомих частин на відміну від роторного регенератора, які призводять до певних незручностей [17]:

- наявність обертового ротора передбачає ретельне регулювання положення агрегату по відношенню до горизонтальної площини щоб уникнути биття ротора і пов'язаного з цим передчасного зносу опорних підшипників;

- ротор, що представляє собою теплоутилізуючу насадку, утворену вузькими каналами значної довжини, в яких мають місце ламінарні повітряні потоки, вразливий до механічного забруднення, що вимагає ретельного контролю за станом фільтрів, які встановлюються на входах.

Пластинчастий рекуператор при надійній системі захисту від обмерзання не вимагає обслуговування. Також пластинчастий рекуператор через відсутність перетоків повітря може використовуватися в тих системах, де неприпустимо попадання витяжного повітря в припливне [15].

3. Чим більший період експлуатації системи вентиляції протягом доби, тим швидше окупається установка тепло утилізатора [13].

4. Підвищення ефективності утилізатора (ступеня рекуперації) призводить до зниження терміну окупності системи (особливо в системах з водяним калорифером). Однак в області високих значень ефективності підвищення ступеня рекуперації веде лише до незначного зменшення строків окупності. Оскільки підвищення ефективності теплообмінника, пов'язане з конструктивними змінами, а отже зі збільшенням собівартості утилізатора, оптимальним значенням ефективності слід вважати $\epsilon = 80 \dots 85\%$ [15].

Слід зазначити, що в розрахунку не враховувалися одноразові витрати на доставку, монтаж, витрати на сервісне обслуговування, амортизаційні відрахування та інші витрати, пов'язані з включенням до схеми обробки повітря роторного або пластинчастого утилізаторів. Розрахунок проводився лише з позицій економії енергії. Тому в реальності термін окупності утилізатора може бути значно вище, однак загальна закономірність залишиться тією ж.

Висновки до розділу 1

1. Проаналізовано процес рекуперації теплової енергії в системах вентиляції та кондиціонування повітря, що має своїм завданням суттєве скорочення енергоспоживання, а також зниження навантаження на навколишнє

середовище. Основними факторами, які спонукають до використання систем рекуперації тепла є:

- зростання цін на всі види енергоносіїв;
- обмеження на встановлену потужність (наприклад, в центральних районах великих міст);
- ряд нових стандартів і технічних вимог, що регламентують проектування, виготовлення і використання енергозберігаючого обладнання.

2. В результаті аналізу відомих конструктивних рішень теплообмінників та проведеного порівняльного аналізу їх основних видів було підібрано найефективніший тип системи вентиляції з рекуперацією тепла. Що стосується типів рекуператорів, то найбільший інтерес представляють пластинчасті та роторні теплообмінники. Але існують деякі особливості роторних теплообмінників, що вимагають уважного відношення до їх монтажу та експлуатації. Незважаючи на підвищені габарити і ефективність, пластинчасті теплообмінники не пов'язані з такими обмеженнями, оскільки вони не містять рухомих частин і при збільшенні розміру між пластинами дозволяють проводити їх чистку шляхом продувки стисненим повітрям або промивання з використанням води і розчинників.

3. Розглянуто конструкцію пластинчастого рекуператора, яка виконана таким чином, щоб максимально збільшити ефективність його роботи, яка досягається за рахунок спеціального профілю пластин, які утворюють систему каналів для протікання двох потоків повітря. За рахунок цього забезпечується висока ступінь турбулізації повітряного потоку, мінімальні втрати напору, відсутність механічних деформацій, інтенсифікацію кондуктивного теплообміну.

3. Проведено аналіз ефективності використання рекуператорів пластинчастого типу. Єдиною перешкодою для їх широкого впровадження є небезпека обмерзання. У зв'язку з цим особливу увагу приділено проблемам забезпечення працездатності та ефективності функціонування теплообмінників з урахуванням особливостей їх експлуатації в холодний період року. Зроблена систематизація варіантів конструктивних рішень, що передбачають

профілактику обмерзання, або скорочення виникаючих при цьому негативних наслідків. Розроблені рекомендації по конструюванню рекупераційних агрегатів, що складаються з елементів і блоків, які серійно випускаються, з урахуванням забезпечення їх ефективної роботи взимку при низьких температурах зовнішнього повітря.

4. Обґрунтовано економічну доцільність застосування пластинчастих рекуператорів, якає більш ніж очевидна, оскільки вона безпосереднім чином залежить від температурного контрасту. Чим більше різниця температур повітря зовні і всередині будівлі, тим більший економічний ефект. Проведений розрахунок терміну окупності та економії енергії при установці в систему обробки повітря пластинчастого рекуператора доводить, що цей рекуператор є найбільш ефективним з економічної точки зору.

2 ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ПРАКТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ І ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ

2.1 Вихідні дані для проєктування

Географічний пункт будівництва: м. Київ.

В якості розрахункових параметрів зовнішнього повітря для холодного періоду року для системи опалення приймають параметри Б [28].

Кліматологічна характеристика району будівництва:

1. середня температура:
 - найбільш холодної п'ятиденки -21°C ;
 - найбільш холодної доби -26°C ;
2. середня швидкість вітру: $v_{\text{ср}} = 7,1\text{ м/с}$.

Тривалість опалювального періоду – 189 діб.

Параметри зовнішнього повітря для системи вентиляції приймаємо в теплий період року за параметрами А, в холодний період року – за параметрами Б.

Таблиця 2.1 – Параметри зовнішнього повітря

Період року	Параметри	$t_3, ^{\circ}\text{C}$	$I, \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	$v, \frac{\text{м}}{\text{с}}$
Теплий	А	23	56,3	2,8
Холодний	Б	-21	-19,7	5,2

Оскільки вологісний режим приміщень нормальний [29], то для зовнішніх огороджувальних конструкцій вологісні умови експлуатації матеріалів – Б.

Конструкція зовнішніх стін: кладка з цегли глиняної звичайної з утеплювачем – мінеральною ватою і штукатуркою.

Тип будівлі: торгівельно-офісний комплекс.

Кількість поверхів: 4 поверхи з опалюваним підвальним приміщенням.

Висота поверхів: 1 поверху – 4,2 м; 2, 3, 4 поверхів – 3,6 м; підвального приміщення – 3м.

Освітлення в приміщеннях суміщене.

Схема системи опалення: двотрубна з горизонтальним розведенням трубопроводів в конструкції підлоги.

Схема системи вентиляції: загальнообмінна припливна і витяжна для торгових та офісних приміщень з влаштуванням припливно-витяжної установки на даху та встановленням фанкойлів для обробки припливного повітря в офісних приміщеннях. Мережа повітроводів розміщена у підшивній стелі приміщень.

Так як м. Київ знаходиться в I кліматичному районі [29], то для огороджуваних конструкцій (зовнішніх стін, вікон, перекриттів) використовують певні опори теплопередачі R_o , що наведено в таблиці 2.2

Таблиця 2.2 – Опори теплопередач захисних конструкцій $m^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$

Найменування	Значення опору теплопередачі, $R_o, m^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$
Зовнішня стіна	4,0
Підлога	5,0
Перекриття	6,0
Вікно подвійне металопластикове	0,9
Двері	0,7

2.2 Вибір конструкції та теплотехнічний розрахунок зовнішніх огорожень будівлі

Кінцевою метою теплотехнічного розрахунку є визначення коефіцієнту теплопередачі окремих огороджуваних конструкцій будинку (зовнішні стіни, стеля верхнього поверху, перекриття над підвалом, вікна).

Необхідний термічний опір окремого огороження

$R_0^n = 4,0 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ [29]. Виходячи із R_0^n підбирають конструкцію (товщину шарів матеріалів) кожного огороження.

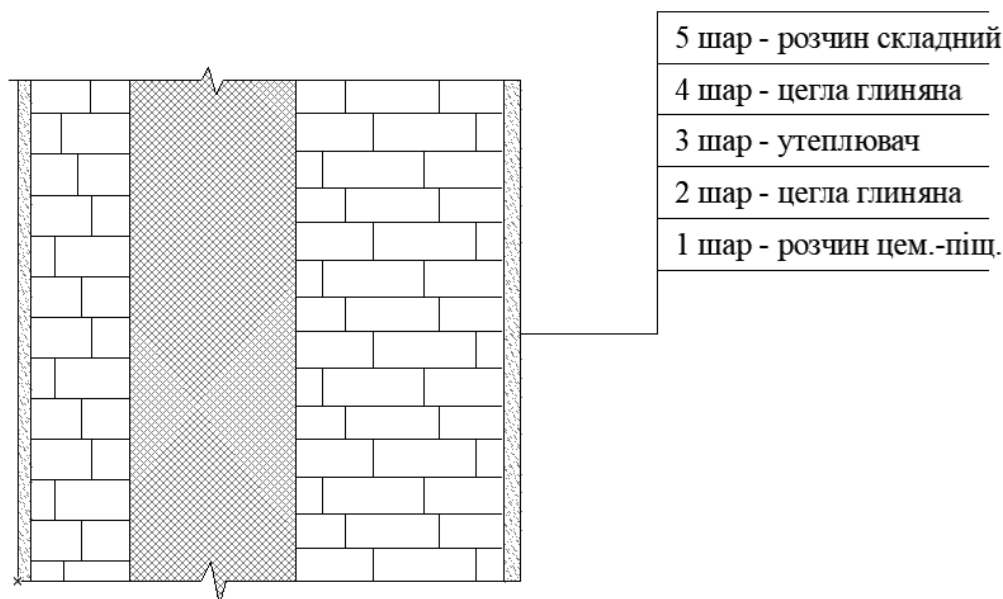


Рисунок 2.1 – Схема для теплотехнічного розрахунку зовнішніх огорожень

Будова зовнішніх стін:

1 шар - штукатурка (цементно-піщана): $\lambda_{шт} = 0,81 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$; $\delta_{шт} = 0,01 \text{ м}$;

2 шар - цегла глиняна звичайна на цементно-перлітовому розчині:

$\lambda_{цк} = 0,7 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$; $\delta_{цк} = 0,38 \text{ м}$;

3 шар - утеплювач (плити мінераловатні на синтетичному вяжучому):

$\lambda_{ут} = 0,046 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$;

4 шар - цегла глиняна звичайна на цементно-перлітовому розчині:

$\lambda_{цк} = 0,7 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$; $\delta_{цк} = 0,12 \text{ м}$;

5 шар - штукатурка (цементно-піщана): $\lambda_{шт} = 0,81 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$; $\delta_{шт} = 0,01 \text{ м}$;

Термічний опір підбраної конструкції огороження R_0^ϕ повинен бути не менше від R_0^n , тобто $R_0^\phi \geq R_0^n$. Для цього необхідно розрахувати товщину шарів матеріалу, з яких складається огороження.

Термічний опір шару цегли підраховується за формулою [32]:

$$R_y = \frac{\delta_y}{\lambda_y}, \quad (2.1)$$

де: δ_y - товщина шару;

λ_y - коефіцієнт теплопровідності цегли, Вт/м °С.

Термічний опір шару утеплювача і шару штукатурки підраховується таким же чином.

Повний фактичний термічний опір огороження підраховується з виразу [32]:

$$R_0^\phi = \frac{1}{\alpha_b} + \frac{\delta_{ш}}{\lambda_{ш}} + \frac{\delta_y}{\lambda_y} + \frac{\delta_{ц}}{\lambda_{ц}} + \frac{\delta_{ш}}{\lambda_{ш}} + \frac{1}{\alpha_3} \quad (2.2)$$

де: $1/\alpha_b$ – термічний опір теплосприйняття внутрішньої поверхні стіни, R_b ;

α_b – коефіцієнт теплосприйняття внутрішньої поверхні стіни;

$\delta_{ц}/\lambda_{ц}$ – термічний опір шару цегли, $R_{ц}$;

δ_y/λ_y – термічний опір шару утеплювача, R_y ;

$\delta_{ш}/\lambda_{ш}$ – термічний опір шару штукатурки, $R_{ш}$;

$1/\alpha_3$ – термічний опір тепловіддачі зовнішньої поверхні стіни, R_3 ;

тобто, $R_0^\phi = R_b + R_{ш} + R_{ц} + R_y + R_{ш} + R_3$

Щоб визначити товщину шару утеплювача, треба визначити який термічний опір повинен мати цей шар [32].

$$R_y = R_0^\phi - (R_b + R_{ш} + R_{ц} + R_{ш} + R_3), \quad (2.3)$$

тоді $\delta_y = R_y \cdot \lambda_y$.

$$R_{ш} = \frac{0,01}{0,81} = 0,012 \left(\frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bm} \right);$$

$$R_{ц} = \frac{0,38}{0,7} = 0,54 \left(\frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bm} \right);$$

$$R_{ц} = \frac{0,12}{0,7} = 0,17 \left(\frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bm} \right);$$

$$R_{ш} = \frac{0,01}{0,81} = 0,012 \left(\frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bm} \right);$$

$$R_b = 0,115 \left(\frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bm} \right);$$

$$R_3=0,043\left(\frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bm}\right);$$

$$R_y=4,0-(0,115+0,012+0,54+0,17+0,012+0,043)=3,108\left(\frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bm}\right);$$

$$\delta_{yt}=3,108 \cdot 0,046=0,142m=142(mm).$$

Приймаємо $\delta_{yt} = 15cm$. Виконуємо перерахунок термічного опору огорожуючої конструкції:

$$R_\phi=0,115+0,012+0,54+0,17+0,012+3,26+0,043=4,15\left(\frac{M^2 \cdot ^\circ C}{Bm}\right);$$

$$R_\phi > R_b.$$

Коефіцієнт теплопередачі стіни

$$k=1/R_\phi=1/4,15=0,24\left(\frac{Bm}{M^2 \cdot ^\circ C}\right).$$

2.3 Вибір конструкції та розрахунок підлоги в підвальному приміщенні

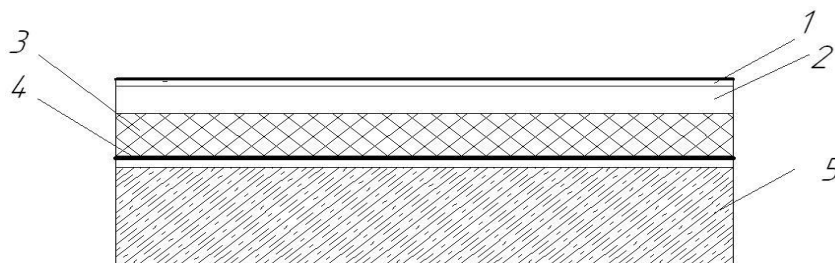


Рисунок 2.2 – Схема для розрахунку тепловтрат через підлогу в підвальному приміщенні: 1 – керамічна плитка; 2 – стяжка; 3 – утеплювач; 4 – гідроізоляція; 5 - стяжка

Конструкція підлоги:

1. керамічна плитка: $\delta_1 = 0,01m$; $\lambda = 0,81 \text{ Вт}/(m \cdot ^\circ C)$;
2. вермикулітобетонна стяжка: $\delta_1 = 0,07m$; $\lambda = 0,26 \text{ Вт}/(m \cdot ^\circ C)$;
3. екструдований пінополістирол: $\delta_1 = 0,07m$; $\lambda = 0,028 \text{ Вт}/(m \cdot ^\circ C)$;
4. бітумний гідроізоляційний матеріал: $\delta_1 = 0,01m$; $\lambda = 0,22 \text{ Вт}/(m \cdot ^\circ C)$;
5. бетонна стяжка (вермикулітобетон): $\delta_1 = 0,2 m$; $\lambda = 0,26 \text{ Вт}/(m \cdot ^\circ C)$.

Визначаємо термічний опір підлоги:

$$R = 0,25/0,26 + 0,08/0,028 + 0,01/0,22 + 0,01/0,81 = 5,18 \text{ (м} \cdot \text{°C) / Вт.}$$

Що забезпечує необхідний термічний опір $5,0 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$.

Коефіцієнт теплопередачі для підлоги в підвалі становитиме:

$$K = 1/5,18 = 0,19 \left(\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}} \right).$$

2.4 Розрахунок вікон

Для розрахунку приймаємо вікна з потрійним склінням типу: 4М₁-16-4М₁-16-4К [29] опір теплопередачі яких $R_0 = 0,9 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$; Коефіцієнт теплопередачі вікна $k = 1/R_0 = 1/0,9 = 1,11 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$.

2.5 Теплотехнічний розрахунок покрівлі

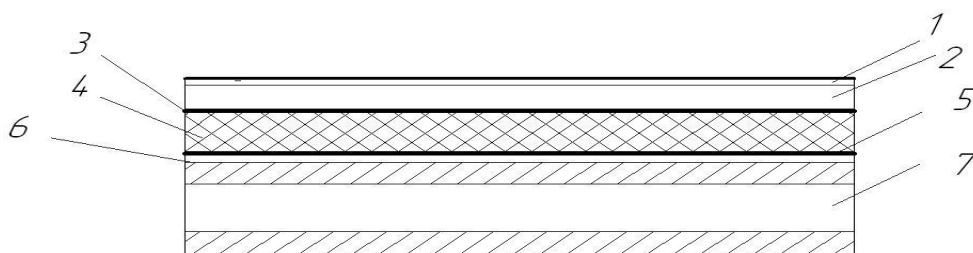


Рисунок 2.3 – Схема покрівлі: 1 – ізопласт; 2 – стяжка; 3 – гідроізоляція; 4 – утеплювач; 5 – пароізоляція; 6 – вирівнююча стяжка; 7 – плита покриття

Конструкція підлоги:

1. шар ізопласта ХППЗ: $\delta_1 = 0,015 \text{ м}$; $\lambda = 0,03 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$;
2. вермикулітобетонна стяжка: $\delta_1 = 0,06 \text{ м}$; $\lambda = 0,08 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$;
3. гідроізоляція (протиконденсаційна плівка): $\delta_1 = 0,3 \text{ мм}$; $\lambda = 0,17 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$;
4. утеплювач (плита Пеноплекс): $\delta_1 = 0,1 \text{ м}$; $\lambda = 0,028 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$;
5. пароізоляція (плівка ПВХ): $\delta_1 = 0,35 \text{ мм}$; $\lambda = 0,17 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$;
6. вирівнюючий шар: $\delta_1 = 0,02 \text{ м}$; $\lambda = 0,08 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$;
7. плита покриття (пустотна): $\delta_1 = 0,22 \text{ м}$; $\lambda = 2,04 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$;

Опір теплопередачі для покрівлі:

$$R = 0,015/0,003 + 0,060/0,08 + 0,1/0,028 + 0,0003/0,17 + 0,00035/0,17 + 0,02/0,08 + 0,22/2,01 + 1/23 + 1/8,7 = 6,24 \text{ (м} \cdot \text{°C)/Вт.}$$

Отже, необхідний опір теплопередачі, який становить 6,00 (м·°C)/Вт, забезпечено.

2.6 Визначення тепловтрат через огорожувачі конструкції

Для визначення потужності опалювального устаткування і інших розрахунків усіх елементів системи (поверхні опалювальних приладів а також розрахункових витрат теплоносія і потрібних для нього перерізів трубопроводів) виконується розрахунок тепловтрат усіх приміщень будинку.

Тепловтрати через зовнішні огороження будівлі при заданому тепловому режимі визначаються величиною теплового потоку у Вт і залежать від конструкції і теплофізичних властивостей будівельних матеріалів огорожень і від архітектурно-планувальних рішень будинку.

Таким чином, вірний вибір теплозахисних зовнішніх огорожень дозволяє отримати економічне розрахункове теплове навантаження на опалювальну установку.

Система опалення повинна компенсувати теплові втрати через огороження будівлі, втрати тепла на нагрівання зовнішнього повітря, яке поступає через відчинені двері, прорізи, щілини притворів і на відчинені зимою двері.

Втрати тепла через огороження, що відділяють опалювані приміщення від зовнішнього повітря або від неопалюваних приміщень знаходять тільки при різниці розрахункової температури повітря більше 5°С.

Загальні тепловтрати Q_z складаються з головних Q_r та додаткових Q_d .

Головні тепловтрати Q_r , Вт, визначають за формулою [32]:

$$Q_r = 1/R_0^\phi \cdot F \cdot (t_g - t_3) \cdot n, \quad (2.4)$$

де: F – теплопередаюча поверхня огорожувальної конструкції, м²;

R_0^ϕ – повний фактичний термічний опір огорожувальної конструкції, м²·°C/Вт;

t_b – розрахункова температура внутрішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$ [30].

t_3 – розрахункова температура зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$, приймається середня температура найбільш холодної п'ятиденки;

n – коефіцієнт, що враховує додатковий захист огорожувальної конструкції від зовнішніх температур.

Додаткові тепловтрати через огорожуючі конструкції приміщень враховуються і обчислюються у відсотках від основних та приймаються в залежності від виду огороження.

Розраховані тепловтрати повинні відповідати нормативним питомим тепловтратам для даної будівлі, які обираються залежно від градусодіб опалюваного періоду.

Нормативні питомі тепловтрати складають 61 Вт/м^2 [25].

Розрахункові питомі тепловтрати:

$$q_{\text{пит}} = Q / S, \quad (2.5)$$

де Q – загальні тепловтрати;

S – площа будівлі.

$$q_{\text{пит}} = 164205,2 / 3940,23 = 41,7 \text{ Вт/м}^2.$$

Отже, питомі тепловтрати будівлі не перевищують нормативних.

Розрахунок тепловтрат будинку наведено в додатку Б.

2.7 Вибір опалювальних приладів

Опалювальні прилади є основними елементами системи опалення і повинні відповідати певним технологічним, санітарно-гігієнічними, техніко-економічним, архітектурно-будівельним вимогам.

В даному проєкті пропонується встановити алюмінієві секційні радіатори марки Fondital (Італія). Радіатори Fondital мають гарантію 5 років з врахуванням експлуатації по призначенню. Строк служби – не менше 30 років.

Характеристики опалювальних приладів [34]:

Fondital Calidor Aleternum 500/100: потужність 195 Вт;

розміри: $557 \times 97 \times 80$ мм;

маса – 1,05 кг.

Fondital Calidor S5 500/100: потужність 173 Вт;

розміри: 557×97×80 мм;

маса – 1,32 кг.

Fondital Calidor Super 350/100: потужність 103 Вт;

розміри: 407×97×80 мм;

маса – 0,92 кг.

Довжину радіатора приймаємо задаючись тепловою потужністю радіатора.

Розрахунок необхідної кількості секцій наведено у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Підбір кількості секцій радіатора

№ при-мщ.	Призна-чення	Темпе-ратур-ний напір	Поту-жність 1 секції	К-ть секцій	К-ть радіа-торів	К-ть секцій 1 радіа-тора	Поту жн. радіа-тора	Потуж. на кімнату	Радіатор
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.8	Торговий зал	65	195	96	8	12	2340	18720	Calidor Aleternum
1.11	Комора	64	173	6	1	6	1038	1038	Fondital Calidor S5
1.13	Тамбур-сходини	64	173	30	3	10	1730	5190	Fondital Calidor S5
1.14	Торговий зал	65	195	113	10	12	2340	23400	Calidor Aleternum
1.21	Кімн. персоналу	60	173	13	2	6	1038	2076	Fondital Calidor S5
1.23	Тамбур-сходини	64	173	13	1	12	2076	2076	Fondital Calidor S5
1.15	Завантажу вальна	65	173	7	1	6	1038	1038	Fondital Calidor S5
2.2	Торгово-вист. Зал	65	195	150	11	14	2730	30030	Calidor Aleternum
2.3	Кімната персоналу	60	173	9	1	10	1730	1730	Fondital Calidor S5
2.4	Каб. директора	60	103	42	4	12	1236	4944	Calidor Super
2.14	Комора	64	173	23	2	12	2076	4152	Fondital Calidor S5
2.15	Комора	64	173	15	2	8	1384	2768	Fondital Calidor S5
2.13	Коридор	72	173	5	1	6	1038	1038	Fondital Calidor S5

Продовження табл. 2.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3.2	Кабінет	60	173	21	2	10	1730	3460	Fondital Calidor S5
3.3	Кімната персоналу	60	173	9	1	8	1384	1384	Fondital Calidor S5
3.4	Каб. директора	60	103	42	4	12	1236	4944	Calidor Super
3.7	Кабінет	60	173	19	2	10	1730	3460	Fondital Calidor S5
3.19	Зал презентацій	64	195	47	4	12	2340	9360	Calidor Aleternum
3.14	Комора	64	173	24	2	12	2076	4152	Fondital Calidor S5
3.13	Коридор	64	173	5	1	6	1038	1038	Fondital Calidor S5
3.17	Кабінет	60	173	18	2	10	1730	3460	Fondital Calidor S5
3.18	Кабінет	60	173	18	2	10	1730	3460	Fondital Calidor S5
4.2	Гардероб	64	173	6	1	6	1038	1038	Fondital Calidor S5
4.3	Кабінет	60	173	20	2	10	1730	3460	Fondital Calidor S5
4.4	Кабінет	60	173	20	2	10	1730	3460	Fondital Calidor S5
4.5	Кабінет	60	173	42	4	10	1730	6920	Fondital Calidor S5
4.6	Кабінет	60	173	17	2	8	1384	2768	Fondital Calidor S5
4.7	Кабінет	60	173	17	2	8	1384	2768	Fondital Calidor S5
4.8	Коридор	64	173	18	2	10	1730	3460	Fondital Calidor S5
0.1	Сходова клітка	64	103	15	2	8	824	1648	Fondital Calidor Super
0.41	Тамбур-сходини	64	103	15	2	8	824	1648	Fondital Calidor Super
0.2	Станція пожежог.	64	103	6	1	8	824	824	Fondital Calidor Super
0.5	Більярдний зал	60	103	24	3	8	824	2472	Fondital Calidor Super
0.6	Бар	60	103	4	1	4	412	412	Fondital Calidor Super
0.12	Обідній зал	60	103	12	2	6	618	1236	Fondital Calidor Super
0.22	Комора	62	103	4	1	4	412	412	Fondital Calidor Super
0.28	Коридор	64	103	4	1	4	412	412	Fondital Calidor Super

2.8 Моделювання гідравлічного режиму системи опалення

Метою гідравлічного розрахунку є визначення економічних діаметрів теплопроводів при заданих теплових навантаженнях і розрахунковому циркуляційному тиску, який встановлений для цієї системи.

Розрахунок трубопроводів виконують тоді, коли визначені всі тепловтрати приміщень, вибрані і розміщені опалювальні прилади, складена схема теплопроводів в аксонометрії.

Гідравлічний розрахунок системи опалення складається з трьох етапів [25]:

1) Розбивання системи на ділянки і приймання діаметрів трубопроводів на цих ділянках.

2) За таблицями [25] визначають швидкість руху теплоносія на даній ділянці, питомі втрати тиску і втрати тиску на місцевих опорах, визначають сумарні втрати тиску в системі.

3) Виконуємо перевірку: якщо запас тиску не перевищує 10% то діаметри трубопроводів підбрано правильно, в іншому випадку виконують перерахунок.

Розрахунок починається із самого невіддаленого циркуляційного кільця, яке проходить через найбільш віддалений опалювальний прилад.

Для попереднього підбору діаметра труб на ділянках розрахункового циркуляційного кільця необхідно знати витрати води на ділянці G , кг/год і допустиму питому середню втрату тиску на 1м за рахунок тертя R_d , Па/м [33].

$$G = \frac{3.6 \cdot Q}{4.187(t_g - t_o)}, \quad (2.6)$$

де : Q – теплове навантаження ділянки циркуляційного кільця, Вт;

t_g – температура гарячої води, $^{\circ}\text{C}$;

t_o – температура охолодженої води, $^{\circ}\text{C}$.

Для даної системи приймаємо сталеві труби (для прокладання стояків) та металополімерні труби (для горизонтальної розводки). Орієнтуючись на витрату та швидкість руху води на ділянці (G , кг/год, V , м/с), з таблиць

визначають діаметр трубопроводу, питомі витрати тиску від тертя на 1 м і динамічний тиск, після цього визначають втрати тиску від тертя на ділянці.

Витрати на місцевих опорах визначаємо за формулою:

$$Z = \sum \xi h, \quad (2.7)$$

де: ξ – коефіцієнт місцевого опору, визначається з каталогів виробників фасонних частин;

p_d – динамічний тиск [24] .

Після цього підраховуємо суму втрат тиску від тертя і суму втрат тиску від місцевих опорів. Потім визначають дійсні сумарні втрати тиску в циркуляційному кільці і порівнюють з розрахунковим циркуляційним тиском. Дані розрахунку наведено в додатку В.

Порівнюємо втрати тиску в головному циркуляційному кільці та у відгалуженнях. У випадку, коли різниця тисків сягає більше 10% для збалансування системи встановлюємо клапан Danfoss марки RTD-K з ущільнювальною втулкою і відводом зі з'єднувальною гайкою [38].

Клапан забезпечує регулювання при перепаді тиску на трубопроводі нижче вказаного.

2.9 Підбір обладнання для системи опалення

Змішувачий насос для системи опалення підбираємо за витратою теплоносія та необхідним вільним напором, що визначається з формулою [25]:

$$h = \frac{\Delta p}{\rho g}, \quad (2.8)$$

де Δp – необхідний циркуляційний тиск в системі, $\Delta p = 8,51832$ кПа;

ρ – середня густина теплоносія ($\rho = 971,8$ кг/м³);

g – прискорення вільного падіння.

$$h = \frac{851832}{971,8 \cdot 9,81} = 8,94(м).$$

Подача насоса визначається по формулі [25]:

$$G=1,1 \cdot G_{do} \cdot u, \quad (2.9)$$

де G_{do} – розрахункова максимальна витрата на опалення із теплової мережі, [м³/год];

u – коефіцієнт змішування (для параметрів 130-70°С и 90-70°С, $u=1,4$).

$$G=1,1 \cdot 51,02 \cdot 1,4=78,57 \text{ м}^3/\text{год}.$$

За значенням продуктивності і напору в системі тепlopостачання підбрано насос Stratos 80/1-12 PN10 марки Wilo [36]. Циркуляційний насос з мокрим ротором, з різьбовим або фланцевим з'єднанням, мотором ЕС і автоматичним узгодженням потужності.

Особливості насосу [36]:

- клас енергоефективності А;
- економія енергії до 80% в порівнянні з нерегульованими циркуляційними насосами;
- максимальний ККД за рахунок технології ЕСМ.

Підбираємо автоматичні балансувальні клапани, які монтуються на зворотніх стояках. Оскільки система опалення двотрубна, а радіатори оснащені терморегуляторами з попередньою настройкою пропускної здатності – вибираємо клапан ASV-PV, а клапан-партнер, який монтується на подаючому стояку при його діаметрі від 15 мм до 40 мм, підбираємо ASV-M. Діаметри стояків 40 мм. Необхідний перепад тиску в стояку $\Delta P_{ст} = 20$ кПа.

Відгалуження 1-24: мінімальний перепад тиску $\Delta P_P = 66,59$ кПа, розрахункова витрата $Q = 1427$ л/год.

Типорозмір клапана ASV-M – DN40. Втрати тиску на даному клапані $\Delta P_M = 2,4$ кПа.

Втрати тиску на клапані ASV-PV:

$$\Delta P_{кл} = \Delta P_P - \Delta P_{ст} - \Delta P_M = 66,59 - 20 - 2,4 = 44,2 \text{ кПа}.$$

Підбрано клапан ASV-PV типорозміру DN40 [37]. Клапани підтримують втрати тиску, на які відбувається настройка при ступені відкриття клапана рівній 25%. Кожен опалювальний прилад оснащений приєднувальним елементом RTD-K з попередньою настройкою з підключенням знизу [38].

2.10 Розрахунок надходжень шкідливих виділень в приміщення

2.10.1 Теплонадходження через світлові пройми

Кількість теплоти, яка надходить в приміщення за рахунок сонячної радіації

$$Q = (q_1 F_{01} + q_2 F_{02}) \beta_{c.n.} k_0 + \frac{t_3 - t_6}{R_0} \cdot F_0, \text{ (Вт)}, \quad (2.10)$$

де F_{01} – площа світлової пройми, яка опромінюється прямою сонячною радіацією, м²;

F_{02} – площа світлової пройми, яка опромінюється непрямою сонячною радіацією, м²;

$\beta_{c.n.} = 0,15$ – коефіцієнт теплопропускання сонцезахисних пристроїв [30];

k_0 – коефіцієнт, який залежить від типу засклення, $k_0 = 0,8$ [30];

R_0 – опір теплопередачі заповнень світлових пройм, м²×К/Вт [30];

t_3 та t_6 – розрахункова температура зовнішнього та внутрішнього повітря, °С;

$F_0 = F_{01} + F_{02}$ – площа світлової пройми, що визначається за її найменшими розмірами (в світлі), м²;

q_1 , q_2 – відповідно кількість теплоти, яка надходить через одинарне засклення світлових пройм при прямому та непрямому опроміненні сонячною радіацією, Вт/м².

Для вертикального засклення

$$q_1 = (q_{6.p.} + q_{6.n.}) k_1 k_2, \quad (2.11)$$

$$q_2 = q_{6.p.} k_1 k_2, \quad (2.12)$$

де $q_{6.n.}$ – надходження теплоти в через одинарне засклення від прямої радіації;

$q_{6.p.}$ – надходження теплоти в Вт/м² через вертикальне засклення від розсіяної сонячної радіації [32];

k_1 – коефіцієнт, який враховує затемнення пройм віконними рамами [32];

k_2 – коефіцієнт, який враховує забрудненість скла [32];

Для горизонтального засклення світлових пройм

$$q_1 = (q_{2.n.} + q_{2.p.}) k_1 k_2; \quad (2.13)$$

Для похилого застклення світлових проїм з кутом між площиною похилого застклення і горизонтальною площиною g , град, при $\alpha_r < 900$

$$q_l = (q_{z.n.} k_3 + q_{e.n.} k_4 + q_{z.p.}) k_1 k_2; \quad (2.14)$$

де $q_{z.n.}$ і $q_{z.p.}$ – надходження теплоти в Вт/м² відповідно від прямої та розсіяної сонячної радіації через одинарне горизонтальне застклення [33];

k_3 і k_4 – коефіцієнти, що враховують надходження тепла через похиле застклення світлових проїм [33].

Кількість теплоти, яка надходить в приміщення через світлові проїми наведено в таблиці 2.4

2.10.2 Теплонадходження через покрівлю

Кількість теплоти, яка надходить в приміщення через стелю за рахунок сонячної радіації визначається таким чином

$$Q_{нок} = \left[\frac{1}{R_0} (t_3 + R_3 \rho I_{сep} - t_6) + \beta \cdot k \frac{A_{тe}}{R_6} \right] \cdot F, \quad (2.15)$$

де R_0 – опір теплопередачі покриття будівлі

$$R_0 = R_n + R_k + R_6, \quad (2.16)$$

де R_6 – опір теплосприйняття між внутрішнім повітрям та поверхнею перекриття; значення R_6 для перекриття з гладкою поверхнею - 0,115 м² К/Вт;

R_n – термічний опір між зовнішнім повітрям та поверхнею перекриття:

для зимових умов $R_n = 0,086$;

$$\text{для літніх} \quad R_n = \frac{0,172}{1 + 2\sqrt{V}} = \frac{0,172}{1 + 2\sqrt{2,8}} = 0,0396 (\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}); \quad (2.17)$$

V – швидкість вітру за додатком В [32]. Якщо $V < 1$ м/с, в формулу підставляємо значення $V=1$ м/с;

R_k – термічний опір огорожуючої конструкції, $R_k = 5,34$ м² К/Вт;

$\rho = 0,7$ – коефіцієнт поглинання сонячної радіації [32];

$I_{сp.}$ – середньодобова сумарна сонячна радіація, Вт/м², для 48°
 $I_{сp.} = 328$ Вт/ м²[28];

Таблиця 2.4 – Теплонадходження через світлові пройми

№ приміщення	Призначення	$t_{вн}$	Орієнтація	Термічний опір, R	$t_{зв}$	Висота вікна	Ширина вікна	Площа огороження	Коефіцієнт теплопередачі, k_o	$\beta_{сп}$	$q_{в.п.}$	$q_{в.р.}$	k_1	k_2	q_1	q_2	Теплонадходж., Q, Вт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1.8	Торговий зал	23	Пд	0,65	23	3,6	4	14,40	0,8	0,15	317	88	0,45	0,95	173,1	37,6	364,2
		23	Пд	0,65	23	3,6	14,4	51,84	0,8	0,15	317	88	0,45	0,95	173,1	37,6	1311,1
		23	Пн-Зх	0,65	23	4,2	4,8	20,16	0,8	0,15	67	67	1,05	0,95	133,7	66,8	485,0
1.14	Торговий зал	23	Пд	0,65	23	3,6	14,4	51,84	0,8	0,15	317	88	0,45	0,95	173,1	37,6	1311,1
		23	Пн-Зх	0,65	23	4,2	7,2	30,24	0,8	0,15	67	67	1,05	0,95	133,7	66,8	727,6
1.21	Кім. Персоналу	23	Пд	0,65	23	2	2,4	4,80	0,8	0,15	317	88	0,45	0,95	173,1	37,6	121,4
2.2	Торгово-виставковий зал	23	Пд	0,65	23	3	10,8	32,40	0,8	0,15	317	88	0,45	0,95	173,1	37,6	819,4
		23	Пн-Зх	0,65	23	3	4,8	14,40	0,8	0,15	67	67	1,05	0,95	133,7	66,8	346,5
		23	Пн-Зх	0,65	23	3,6	7,2	25,92	0,8	0,15	67	67	1,05	0,95	133,7	66,8	623,6
		23	Пд	0,65	23	3	2,4	7,20	0,8	0,15	317	88	0,45	0,95	173,1	37,6	182,1
2.3	Кімната персоналу	23	Сх	0,65	23	2	1,2	2,40	0,8	0,15	65	65	1,05	0,95	129,7	64,8	56,0
2.4	Кабінет директора	23	Пд-Сх	0,65	23	3,6	10,2	36,72	0,8	0,15	106	78	1,05	0,95	183,5	77,8	1151,6
2.14	Комора	23	Пн	0,65	23	2	2,4	4,80	0,8	0,15	59	59	1,05	0,95	117,7	58,9	101,7
2.15	Комора	23	Пн	0,65	23	2	1,2	2,40	0,8	0,15	59	59	1,05	0,95	117,7	58,9	50,8
2.13	Коридор	23	Пн	0,65	23	2	1,2	2,40	0,8	0,15	59	59	1,05	0,95	117,7	58,9	50,8
3.2	Кабінет	23	Пд	0,65	23	2	2,4	4,80	0,8	0,15	317	88	0,45	0,95	173,1	37,6	121,4

Продовження табл. 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
3.3	Кімната персоналу	23	Сх	0,65	23	2	1,2	2,40	0,8	0,15	65	65	1,05	0,95	129,7	64,8	56,0
3.4	Кабінет директора	23	Пд-Сх	0,65	23	3,6	10,2	36,72	0,8	0,15	106	78	1,05	0,95	183,5	77,8	1151,6
3.7	Кабінет	23	Пн	0,65	23	2	2,4	4,80	0,8	0,15	59	59	1,05	0,95	117,7	58,9	101,7
3.19	Зал презентацій	23	Пн-Зх	0,65	23	3,6	7,2	25,92	0,8	0,15	67	67	1,05	0,95	133,7	66,8	623,6
3.14	Комора	23	Пн	0,65	23	2	2,4	4,80	0,8	0,15	59	59	1,05	0,95	117,7	58,9	101,7
3.13	Коридор	23	Пн	0,65	23	2	1,2	2,40	0,8	0,15	59	59	1,05	0,95	117,7	58,9	50,8
3.17	Кабінет	23	Пд	0,65	23	2	4,8	9,60	0,8	0,15	317	88	0,45	0,95	173,1	37,6	242,8
3.18	Кабінет	23	Пд	0,65	23	2	4,8	9,60	0,8	0,15	317	88	0,45	0,95	173,1	37,6	242,8
4.2	Гардероб	23	Пн	0,65	23	2	2,4	4,80	0,8	0,15	59	59	1,05	0,95	117,7	58,9	101,7
4.3	Кабінет	23	Пд	0,65	23	2	4,8	9,60	0,8	0,15	317	88	0,45	0,95	173,1	37,6	242,8
4.4	Кабінет	23	Пд	0,65	23	2	4,8	9,60	0,8	0,15	317	88	0,45	0,95	173,1	37,6	242,8
4.5	Кабінет	23	Пн-Зх	0,65	23	2	4,8	9,60	0,8	0,15	67	67	1,05	0,95	133,7	66,8	231,0
		23	Пн	0,65	23	2	4,8	9,60	0,8	0,15	59	59	1,05	0,95	117,7	58,9	203,4
4.6	Кабінет	23	Пн	0,65	23	2	2,4	4,80	0,8	0,15	59	59	1,05	0,95	117,7	58,9	101,7
		23	Сх	0,65	23	2	2,4	4,80	0,8	0,15	65	65	1,05	0,95	129,7	64,8	112,0
4.7	Кабінет	23	Пд	0,65	23	2	2,4	4,80	0,8	0,15	317	88	0,45	0,95	173,1	37,6	121,4
		23	Сх	0,65	23	2	4,8	9,60	0,8	0,15	65	65	1,05	0,95	129,7	64,8	224,1
4.8	Коридор	23	Пн	0,65	23	2	1,2	2,40	0,8	0,15	59	59	1,05	0,95	117,7	58,9	50,8

k – коефіцієнт, який має значення для перекриття без вентиляованого повітряного прошарку: $k=1$ [32];

$\beta = 1$ – коефіцієнт для визначення величин теплового потоку, що гармонічно змінюються, в різні години доби [32];

$A_{\tau v}$ – амплітуда коливань температури внутрішньої поверхні огорожень, $^{\circ}\text{C}$

$$A_{\tau v} = \frac{1}{v} \left[0.5 A_{\tau n} + R_n \rho (I_{\max} - I_{cp}) \right], \quad (2.18)$$

$A_{\tau n}$ - максимальна амплітуда коливань температури зовнішнього повітря, $A_{\tau n}=22,3^{\circ}\text{C}$ [33];

I_{\max} та I_{cp} – відповідно максимальне та середнє значення сумарної(прямої та розсіяної) сонячної радіації, що приймаються для зовнішніх стін як для вертикальних поверхонь західної орієнтації [33];

v – затухання амплітуди коливань температури в огорожувальній конструкції

$$v = R_o / R_v \quad (2.19)$$

$v=3,955/0,115=34,39$ – для теплого періоду року;

$v=4,001/0,115=34,79$ – для холодного періоду року;

F - площа перекриття, m^2 .

Розрахунки наведено в таблиці 2.5.

2.10.3 Визначення кількості тепла, яке надходить від джерела штучного освітлення та людей, що знаходяться в приміщенні

Кількість тепла, яка виділяється людьми визначається за формулою, Вт:

$$\Delta Q_n = \sum_{i=1}^n N_i q_i, \quad (2.20)$$

де N_i – кількість людей в приміщенні з даною інтенсивністю навантаження;

q_i – питома виділення теплоти однією людиною при даній інтенсивності навантаження, Вт.

Надходження теплоти від дорослих чоловіків приймається [27], для жінок – 85%, для дітей – 75%.

Таблиця 2.5 – Теплонадходження через покрівлю

№ приміщення	Призначення	$t_{вн}$	Розрах. зовніш. темпер.	Площа огороження	Термічний опір, R_k	Опір теплосприйня, R_n	Опір теплосприйня, R_v	Опір теплопередачі, R_o	Коефіц. Поглинання, ρ	Соняч. на радіація, $I_{сп}$	Іср-Імакс	Атн	v	Атв	Теплонадходження
1.8	Торговий зал	23	23	73,82	5,34	0,0396	0,115	5,4961	0,7	328	579	22,3	47,792	0,57	497,9
1.10	Санвузол	23	23	5,31	5,34	0,0396	0,115	5,4961	0,7	328	579	22,3	47,792	0,57	35,8
2.2	Торгово-виставк. зал	23	23	123	5,34	0,0396	0,115	5,4961	0,7	328	579	22,3	47,792	0,57	829,7
3.2	Кабінет	23	23	53,45	5,34	0,0396	0,115	5,4961	0,7	328	579	22,3	47,792	0,57	360,5
3.4	Кабінет	23	23	33,45	5,34	0,0396	0,115	5,4961	0,7	328	579	22,3	47,792	0,57	225,6
3.7	Кабінет	23	23	46,43	5,34	0,0396	0,115	5,4961	0,7	328	579	22,3	47,792	0,57	313,2
3.19	Зал презентацій	23	23	98,38	5,34	0,0396	0,115	5,4961	0,7	328	579	22,3	47,792	0,57	663,6
3.14	Комора	23	23	64,88	5,34	0,0396	0,115	5,4961	0,7	328	579	22,3	47,792	0,57	437,6
3.13	Коридор	23	23	9,94	5,34	0,0396	0,115	5,4961	0,7	328	579	22,3	47,792	0,57	67,0
3.16	Комора	23	23	10,40	5,34	0,0396	0,115	5,4961	0,7	328	579	22,3	47,792	0,57	70,2
4.2	Гардероб	23	23	9,83	5,34	0,0396	0,115	5,4961	0,7	328	579	22,3	47,792	0,57	66,3
4.3	Кабінет	23	23	53,86	5,34	0,0396	0,115	5,4961	0,7	328	579	22,3	47,792	0,57	363,3
4.4	Кабінет	23	23	53,86	5,34	0,0396	0,115	5,4961	0,7	328	579	22,3	47,792	0,57	363,3
4.5	Кабінет	23	23	106,84	5,34	0,0396	0,115	5,4961	0,7	328	579	22,3	47,792	0,57	720,7
4.6	Кабінет	23	23	37,34	5,34	0,0396	0,115	5,4961	0,7	328	579	22,3	47,792	0,57	251,9
4.7	Кабінет	23	23	29,02	5,34	0,0396	0,115	5,4961	0,7	328	579	22,3	47,792	0,57	195,7
4.8	Коридор	23	23	64,93	5,34	0,0396	0,115	5,4961	0,7	328	579	22,3	47,792	0,57	438,0
4.9	Санвузол	23	23	3,87	5,34	0,0396	0,115	5,4961	0,7	328	579	22,3	47,792	0,57	26,1
4.10	Санвузол	23	23	3,87	5,34	0,0396	0,115	5,4961	0,7	328	579	22,3	47,792	0,57	26,1

Кількість тепла, що виділяється при штучному освітленні визначається за формулою, Вт:

$$Q_{осв} = E \cdot F \cdot q_{осв} \cdot \eta_{осв}, \quad (2.21)$$

де E – освітленість, лк;

F – площа приміщення, м²;

$q_{осв}$ – питома виділення теплоти, $\frac{Вт}{лк}$;

$\eta_{осв}$ - частка теплової енергії, яка потрапляє в приміщення.

Питомі тепловиділення визначаються [33]:

$$q_{осв}=0,087 \frac{Вт}{лк}; \eta_{осв}=0,15.$$

Розрахунок проводимо в табличній формі, результати наведено в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Теплонадходження від освітлення та людей

№ приміщення	Призначення	Площа	Кількість людей	Теплонадходження від людей			Питома тепловиділення від ламп	Теплонадходження від освітлення
				явне	прихов	повне		
1	2	3	4	5	6	7	9	11
1.8	Торговий зал	252,07	72	5796	1931,9	7727,7	0,071	805,4
1.9	Кімната персоналу	17,05	5	392	130,7	522,7	0,102	78,3
1.10	Санвузол	4,28	1	98	32,8	131,2	0,102	19,6
1.14	Торговий зал	388,05	111	8922	2974,1	11896,5	0,071	1239,8
1.18	Гардероб	7,98	2	183	61,2	244,6	0,102	36,6
1.19	Жіночий санвузол	3,87	1	89	29,7	118,6	0,102	17,8
1.20	Чоловічий санвузол	3,87	1	89	29,7	118,6	0,102	17,8
1.21	Кімната персоналу	29,82	9	686	228,5	914,2	0,102	136,9

Продовження табл. 2.6

1	2	3	4	5	6	7	9	11
2.2	Торгово-виставковий зал	573	164	13175	4391,6	17566,5	0,071	1830,7
2.3	Кімната персоналу	22,03	6	507	168,8	675,4	0,102	101,1
2.4	Кабінет директора	33,45	10	769	256,4	1025,5	0,102	153,5
2.5	Санвузол чоловічий	3,57	1	82	27,4	109,4	0,102	16,4
2.6	Санвузол жіночий	3,77	1	87	28,9	115,6	0,102	17,3
2.8	Гардероб	13,04	4	300	99,9	399,8	0,102	39,9
2.13	Коридор	16,3	5	375	124,9	499,7	0,102	74,8
2.14	Кабінет (10 працівників)	72,56	10	805	268,3	1073,0	0,058	189,4
3.2	Кабінет (9 працівників)	53,45	9	724	241,4	965,7	0,058	139,5
3.3	Кімната персоналу	22,03	6	507	168,8	675,4	0,102	101,1
3.4	Кабінет директора	33,45	10	769	256,4	1025,5	0,102	153,5
3.5	Санвузол чоловічий	3,57	1	82	27,4	109,4	0,102	16,4
3.6	Санвузол жіночий	46,43	13	1068	355,9	1423,4	0,058	121,2
3.7	Кабінет (7 працівників)	46,45	7	563	187,8	751,1	0,102	213,2
3.8	Гардероб	1,03	1	80	26,8	107,3	0,102	3,2
3.13	Коридор	147,85	42	3399	1133,2	4532,7	0,058	385,9
3.14	Кабінет (10 працівників)	64,88	10	805	268,3	1073,0	0,058	169,3
3.17	Кабінет (9 працівників)	53,24	9	724	241,4	965,7	0,058	139,0
3.18	Кабінет (9 працівників)	53,24	9	724	241,4	965,7	0,058	139,0
3.19	Зал презентацій	163,9	47	3769	1256,2	5024,7	0,058	427,8
4.2	Гардероб	9,83	3	226	75,3	301,4	0,102	30,1
4.3	Кабінет (9 працівників)	53,86	9	724	241,4	965,7	0,058	140,6

Продовження табл. 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9
4.4	Кабінет (9 працівників)	53,86	9	724	241,4	965,7	0,058	140,6
4.5	Кабінет	106,84	31	2457	818,9	3275,4	0,058	278,9
4.6	Кабінет (6 працівників)	37,34	6	483	161,0	643,8	0,102	171,4
4.7	Кабінет (4 працівників)	29,02	4	322	107,3	429,2	0,102	133,2
4.8	Коридор	64,93	19	1493	497,6	1990,6	0,058	169,5
4.9	Санвузол	3,87	1	89	29,7	118,6	0,102	17,8
4.10	Санвузол	3,87	1	89	29,7	118,6	0,102	17,8
0.3	Побутове приміщення	7,24	2	166	55,5	222,0	0,102	33,2
0.4	Санвузол	4,33	1	100	33,2	132,7	0,102	19,9
0.5	Більярдний зал	244,21	70	5615	1871,7	7486,8	0,071	780,3
0.6	Бар	30	9	690	229,9	919,7	0,102	68,9
0.9	Вестибюль	28,53	8	656	218,7	874,6	0,102	131,0
0.10	Чоловічий санвузол	2,7	1	62	20,7	82,8	0,102	12,4
0.11	Жіночий санвузол	2,7	1	62	20,7	82,8	0,102	12,4
0.12	Обідній зал	186,16	30	2414	804,8	3219,0	0,058	485,9
0.13	Барна стійка	16,49	5	379	126,4	505,5	0,102	37,8
0.14	Мийна посуду	8,9	3	205	68,2	272,8	0,102	40,9
0.17	Кімната персоналу	9,36	3	215	71,7	287,0	0,102	43,0
0.19	Санвузол	3,55	1	82	27,2	108,8	0,102	16,3
0.20	Санвузол	3,51	1	81	26,9	107,6	0,102	16,1
0.21	Коридор	78,72	22	1810	603,3	2413,3	0,058	205,5
0.22	Тепловий пункт	18,42	1	80	26,8	107,3	0,102	42,3
0.42	Кімната персоналу	15,1	4	347	115,7	462,9	0,102	69,3
				65140	21713,4	86853,5		9898,9

2.11 Розрахунок повітрообміну системи вентиляції

Система опалення повинна компенсувати всі тепловтрати будинку – через захисні конструкції та на нагрівання зовнішнього холодного повітря, яке

проникає в приміщення через різні нещільності в захисних конструкціях (інфільтрація).

Необхідний повітрообмін за надлишками тепла визначається, м³/год[^]

$$L = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{надл}}}{\rho \cdot c \cdot (t_{\text{вид}} - t_{\text{нр}})}, \quad (2.22)$$

де $Q_{\text{надл}}$ – кількість тепла, яке виділяється в приміщенні, Вт;

ρ – густина повітря в приміщенні, $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$;

c – масова теплоємність повітря, $c = 1 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$;

$t_{\text{вид}}$ – температура повітря, що видаляється витяжною вентиляцією, °С:

$$t_{\text{вид}} = t_{\text{нр}} + k_m (t - t_{\text{нр}}), \quad (2.23)$$

де k_m – коефіцієнт повітрообміну, $k_m=1$;

t – температура робочої зони;

$t_{\text{нр}}$ – температура припливного повітря, °С.

За нормованою питомою витратою припливного повітря:

$$L = Nm, \quad (2.24)$$

де N – кількість людей (відвідувачів), робочих місць, одиниць обладнання;

m – нормована витрата припливного повітря на 1 людину, на 1 робоче місце або одиницю обладнання, м³/год.

Результати розрахунків наведено в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Розрахунок повітрообміну системи вентиляції

№ приміщення	Призначення	Площа	Кількість людей	Явні тепло-находження від людей	Теплонадходження від освітлення	Теплонадходження через покрівлю	Теплонадходження через вікна	Повітрообмін по теплу, Lt, м ³ /год	Повітрообмін, Lc, м ³ /год
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.8	Торговий зал	252,1	72	5796	805,4	497,9	2160,3	4629,69	4321,20
1.9	Кімната персоналу	17,05	5	392	78,3	0	0	235,14	292,29
1.10	Санвузол	4,28	1	98	19,6	35,8	0	76,93	73,37

Продовження табл. 2.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.14	Торговий зал	388,1	111	8922	1239,8	0	2038,7	6100,45	6652,29
1.18	Гардероб	7,98	2	183	36,6	0	0	110,06	136,80
1.19	Жіночий санвузол	3,87	1	89	17,8	0	0	53,37	66,34
1.20	Чоловічий санвузол	3,87	1	89	17,8	0	0	53,37	66,34
1.21	Кімната персоналу	29,82	9	686	136,9	0	121,4	471,96	511,20
2.2	Торгово-виставк. зал	573	164	13175	1830,7	829,7	1971,6	8903,47	9822,86
2.3	Кімната персоналу	22,03	6	507	101,1	0	56	331,83	377,66
2.4	Кабінет директора	33,45	2	161	153,5	0	1151,6	733,04	120,00
2.5	Санвузол чоловічий	3,57	1	82	16,4	0	0	49,24	61,20
2.6	Санвузол жіночий	3,77	1	87	17,3	0	0	51,99	64,63
2.8	Гардероб	13,04	3	241	39,9	0	0	140,66	180,00
2.13	Коридор	16,3	2	161	74,8	0	50,8	143,28	120,00
2.14	Кабінет (10 праців.)	72,56	10	805	189,4	0	101,7	547,93	600,00
2.15	Комора	56,15	0	0	0,0	0	50,8	25,40	0,00
3.2	Кабінет (9 праців.)	53,45	9	724	139,5	360,5	121,4	672,84	540,00
3.3	Кімната персоналу	22,03	6	507	101,1	0	56	331,83	377,66
3.4	Кабінет директора	33,45	1	80	153,5	225,6	1151,6	805,61	60,00
3.5	Санвузол чоловічий	3,57	1	82	16,4	0	0	49,24	61,20
3.6	Санвузол жіночий	46,43	1	80	121,2	0	0	100,83	60,00
3.7	Кабінет (7 праців.)	46,45	7	563	50,8	313,2	101,7	514,52	420,00
3.8	Гардероб	1,03	0	24	3,2	0	0	13,42	17,66

Продовження табл. 2.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3.13	Коридор	147,9	20	1610	385,9	67	50,8	1056,59	1200,00
3.14	Кабінет (10 праців.)	64,88	10	805	169,3	437,6	101,7	756,68	600,00
3.16	Комора	10,40	0	0	0,0	70,2	0	35,10	0,00
3.17	Кабінет (9 праців.)	53,24	9	724	139,0	0	242,8	553,02	540,00
3.18	Кабінет (9 праців.)	53,24	9	724	139,0	0	242,8	553,02	540,00
3.19	Зал презентаці й	163,9	47	3769	427,8	663,6	623,6	2741,75	2809,71
4.2	Гардероб	9,83	3	226	30,1	66,3	101,7	212,05	168,51
4.3	Кабінет (9 праців.)	53,86	9	724	140,6	363,3	242,8	735,47	540,00
4.4	Кабінет (9 праців.)	53,86	9	724	140,6	363,3	242,8	735,47	540,00
4.5	Кабінет	106,8	31	2457	278,9	720,7	434,4	1945,25	1831,54
4.6	Кабінет (6 праців.)	37,34	6	483	171,4	251,9	213,7	559,92	360,00
4.7	Кабінет (4 праців.)	29,02	4	322	133,2	195,7	345,5	498,15	240,00
4.8	Коридор	64,93	10	805	169,5	438,0	50,8	731,51	600,00
4.9	Санвузол	3,87	1	89	17,8	26,1	0	66,42	66,34
4.10	Санвузол	3,87	1	89	17,8	26,1	0	66,42	66,34
0.3	Побутове прищення	7,24	2	166	33,2	0	0	99,85	124,11
0.4	Санвузол	4,33	1	100	19,9	0	0	59,72	74,23
0.5	Більярдни й зал	259,2	74	5960	849,3	0	0	3404,61	4443,60
0.6	Бар	30	9	690	68,9	0	0	379,32	514,29
0.9	Вестибюль	28,53	8	656	131,0	0	0	393,47	489,09
0.10	Чоловічий санвузол	2,7	1	62	12,4	0	0	37,24	46,29
0.11	Жіночий санвузол	2,7	1	62	12,4	0	0	37,24	46,29
0.12	Обідній зал	186,2	30	2414	485,9	0	0	1450,06	1800,00
0.13	Барна стійка	16,49	5	379	37,8	0	0	208,50	282,69

Продовження табл. 2.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0.23	Кімната персоналу	9,36	3	215	43,0	0	0	129,09	160,46
0.25	Санвузол	3,55	1	82	16,3	0	0	48,96	60,86
0.26	Санвузол	3,51	1	81	16,1	0	0	48,41	60,17
0.28	Коридор	78,72	10	805	205,5	0	0	505,10	600,00
0.30	Тепловий пункт	18,42	0	0	42,3	0	0	21,14	0,00

2.12 Підбір основного обладнання системи вентиляції

Повітропроводи механічної системи вентиляції запроектовані з оцинкованої сталі класу Н (нормальні) товщиною 0,5 мм, які прокладаються під перекриттям і приховуються підвісною стелею. В якості повітророзподільчих пристроїв застосовуються ґратки вентиляційні уніфіковані розмірами Р-1: 150×150 мм, Р-2: 250×250 мм. В офісних приміщеннях встановлено фанкойли для подачі обробленого повітря.

Продуктивність припливно-витяжної машини приймають по розрахунковій витраті повітря для системи, м³/год:

$$L_{\text{вент}} = k_{\text{відс}} \cdot L, \quad (2.25)$$

де $k_{\text{відс}}$ – коефіцієнт, який враховує підсос на витікання повітря із системи;

L – розрахунковий повітрообмін приміщень, що вентилуються, м³/год.

Продуктивність припливно-витяжної машини для торгових приміщень складає:

$$L_{\text{вент}} = 1,1 \cdot 20700 = 22770 \left(\frac{\text{м}^3}{\text{год}} \right).$$

Для торгових приміщень встановлюємо припливно-витяжну установку фірми Ventus з такими характеристиками [34]:

Марка - VS-500-R-PHC;

Продуктивність – 22817-54000 м³/год;

Тиск – 897/740 Па;

Потужність – 4,6 кВт;

Габаритні розміри: 625×252×331 см.

Продуктивність припливно-витяжної машини для офісних приміщень складає:

$$L_{\text{вент}} = 1,1 \cdot 12540 = 13794 \left(\frac{\text{м}^3}{\text{год}} \right).$$

Для офісних приміщень встановлюємо припливно-витяжну установку фірми Ventus з такими характеристиками [34]:

Марка VS-300-R-PHC;

Продуктивність 13891-32900 м³/год;

Тиск – 648/523 Па;

Потужність 3,4 кВт;

Габаритні розміри: 588×259×331 см.

Для офісних приміщень встановлюємо фанкойли фірми Galletti з такими характеристиками [34]:

Марка CSW 136;

Продуктивність 550 м³/год;

Потужність по холоду – 2,9 кВт;

Потужність по теплу – 7 кВт;

Габаритні розміри: 230×600×600 см.

Марка - CSW 186;

Продуктивність 710 м³/год;

Потужність по холоду – 3,8 кВт;

Потужність по теплу – 9,1 кВт;

Габаритні розміри: 310×570×570 см.

Марка - CSW 249;

Продуктивність 1140 м³/год;

Потужність по холоду – 6,5 кВт;

Потужність по теплу – 13,2 кВт;

Габаритні розміри: 300×835×835 см.

Підібрано чилер фірми Clivet з такими характеристиками:

Марка – LN 524;

Продуктивність 27200 м³/год;

Потужність по холоду – 127,4 кВт;

Потужність по теплу – 144,5 кВт;

Габаритні розміри: 310×113×166 см.

Підібрано насосну станцію фірми Clivet марки GPA-M2-1-65, яка призначена для роботи з чилерами потужністю 140-150 кВт.

2.13 Моделювання аеродинамічного розрахунку системи вентиляції

Аеродинамічний розрахунок виконано згідно аксонометричних схем системи вентиляції (аркуші 6, 7).

Розрахунок повітропроводів складається з 2-х етапів:

Перший етап проводиться у такій послідовності:

1. Розбивають систему на окремі ділянки і визначають витрати повітря на кожній ділянці. Значення витрат повітря та довжини кожної ділянки наносять на аксонометричну схему.

2. Визначаємо площу поперечного перерізу ділянок повітропроводу

$$F_p = \frac{L_p}{V}, \text{ (м}^2\text{)}, \quad (2.26)$$

де L_p – розрахункова витрата повітря на ділянці, (м³/с),

V – рекомендована швидкість руху повітря на ділянках, (м/с).

За отриманими значеннями F_p підбирають стандартні розміри повітропроводу.

3. Визначаємо фактичну швидкість руху повітря на ділянках

$$V_i = \frac{L_p^i}{F_p^i}, \quad (2.27)$$

4. Визначаємо втрати тиску на тертя на ділянках.

5. Визначаємо втрати тиску на місцевих опорах.

$$P_{MO} = \sum \xi P_q, \quad (2.28)$$

$\sum \xi$ – сума коефіцієнтів місцевих опорів.

6. Визначаємо загальні втрати тиску на ділянках та у вентиляційній системі

$$P_c = \sum_{i=1}^n P^i + \sum_{j=1}^m P_{об}^j, \quad (2.29)$$

де P_i – втрати тиску на ділянках

$$P_i = P_{TPi} + P_{MOi}, \quad (2.30)$$

де n – кількість ділянок;

$P_{об}$ – втрати тиску на обладнанні;

m – кількість обладнання.

7. За значенням тиску і продуктивності підбирають вентилятор та двигун.

Другий етап: ув'язка відгалужень.

Втрата тиску від точки розгалуження до кінця розгалуження повинна дорівнювати втратам тиску від цієї ж точки до кінця магістрального напрямку.

Підбирають площу поперечного перерізу відгалуження повітропроводу, а при необхідності встановлюють, діафрагму.

Нев'язка не повинна перевищувати 15%.

$$\frac{P_{від} - P_{маг}}{P_{маг}} \cdot 100\% < 15\% . \quad (2.31)$$

Результати аеродинамічного розрахунку наведено в додатку Г.

Результати гідравлічного розрахунку фанкойлів наведено в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 – Гідравлічний розрахунок фанкойлів

Ділянка	Q, Вт	G, кг/год	V, л/с	D, мм	R, Па/м	v, м/с	Δр місц., Па	l, м	Δр, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ст1									
1	2900	497,1	0,507	15	147	0,797	132,30	3	573,3
2	2900	497,1	0,507	15	147	0,797	114,66	2,6	496,9

Продовження табл. 2.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	5800	994,3	1,015	20	160	0,897	172,80	3,6	748,8
4	3800	651,4	0,665	20	126	0,588	113,40	3	491,4
5	3800	651,4	0,665	20	126	0,588	98,28	2,6	425,9
6	13400	2297,1	2,344	25	170	1,326	25,50	0,5	110,5
Ст2									
1	3800	651,4	0,665	20	126	0,588	90,72	2,4	393,1
2	2900	497,1	0,507	15	147	0,797	97,02	2,2	420,4
3	6700	1148,6	1,172	25	120	0,663	144,00	4	624,0
Ст3									
1	3800	651,4	0,665	20	126	0,588	181,44	4,8	786,2
2	2900	497,1	0,507	15	147	0,797	229,32	5,2	993,7
3	6700	1148,6	1,172	25	120	0,663	129,60	3,6	561,6
4	3800	651,4	0,665	20	126	0,588	181,44	4,8	786,2
5	3800	651,4	0,665	20	126	0,588	196,56	5,2	851,8
6	14300	2451,4	2,501	32	128	0,864	138,24	3,6	599,0
7	6500	1114,3	1,137	20	170	1,005	153,00	3	663,0
8	2900	497,1	0,507	15	147	0,797	105,84	2,4	458,6
9	9400	1611,4	1,644	25	133	0,930	103,74	2,6	449,5
10	23700	4062,9	4,146	40	128	0,916	19,20	0,5	83,2
	123800								10517,3

Висновки до розділу 2

В даному розділі запропоновано варіанти систем опалення та вентиляції торгівельно-офісного комплексу в м. Київ.

Для системи опалення виконано наступні розрахунки:

- розрахунок теплового режиму будівлі;
- моделювання гідравлічного режиму системи опалення.

Загальні тепловтрати складають 11276,7 кВт. Для даної системи опалення встановлюються алюмінієві секційні радіатори марки Fondital, металополімерні трубопроводи фірми Valtec і підібрано необхідні діаметри трубопроводів, терморегулятори і балансувальні клапани фірми Danfoss, насоси марки Wilo.

Для системи вентиляції виконано наступні розрахунки:

- теплонадходження в приміщення;
- повітрообмін приміщень;
- моделювання аеродинамічного розрахунку системи.

Загальні теплонадходження складають 40738 Вт. Для системи вентиляції підібрано повітропроводи прямокутного перерізу, ґратки вентиляційні уніфіковані, припливно-витяжні установки Ventus, фанкойли фірми Galletti, чилер і насосну станцію Clivet.

Всі розрахунки виконано відповідно до чинних нормативних актів.

3 ОРГАНІЗАЦІЙНО – ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ

3.1 Аналіз конструктивних особливостей системи опалення, що прийнято до монтажу

В даній роботі запроєктовано систему опалення торгівельно-офісного центру в місті Київ.

Система опалення передбачається для забезпечення нормованих метеорологічних умов і чистоти повітря в приміщеннях будівлі.

Система опалення централізована. Джерелом теплопостачання служить індивідуальний тепловий пункт, який розміщений в підвалі в окремому приміщенні. В результаті гідравлічного розрахунку для ІТП було підібрано 2 змішувальні насоси системи опалення фірми Wilo [36]. З ІТП відходить стояк системи опалення, який подає воду для 4 поверхів, а також відгалудження для опалення підвального поверху.

Для всіх приміщень застосована горизонтальна двотрубна система опалення із металополімерними трубами фірми Valtec [35]. Це багатошарові труби, які складаються з внутрішньої алюмініюваної труби, звареної встик ультразвуком, до якої приєднується внутрішній та зовнішній шар з поліетилену матеріалу РЕХ. Завдяки поєднанню в такій трубі властивостей металевих та полімерних труб, вона має незначне термічне видовження, її можна згинати і вона зберігатиме надану форму. Вертикальні стояки із сталевих труб теплоізолюються.

В даній системі опалення використовуються алюмінієві секційні радіатори Fondital Calidor [34], які були підібрані на основі теплотехнічного розрахунку. Низький вміст води в радіаторі Fondital дозволяє гнучко реагувати на зміни в потребі тепла в приміщенні, що обігрівається, і ефективно регулювати тепло. Радіатори укомплектовані пристроєм випуску повітря (кран Маєвського) і заглушкою. Всі патрубки радіаторів Fondital мають однаковий

діаметр з внутрішнім різьбленням G1/2. Продукція марки Fondital дозволяє простий монтаж і знижує ризик неправильної установки.

На кожному нагрівальному приладі встановлюється приєднувальний елемент з попередньою настройкою пропускної спроможності RTD-K для двотрубної системи опалення $du = 15$ мм фірми Danfoss [38].

Система вентиляції припливно-витяжна з механічним спонуканням. Повітрообмін в приміщеннях прийнятий з розрахунку необхідної витрати повітря на людину та видалення всіх теплонадлишків в приміщенні.

Припливно-витяжні установки розташовані на даху будівлі окремо для торгових і офісних приміщень. В офісних приміщеннях додатково встановлені фанкойли для забезпечення необхідного повітрообміну по теплонадлишкам. Холодопостачання фанкойлів та припливно-витяжних установок передбачається від чилера, що розташований на покрівлі будівлі.

Мережа повітропроводів виконана з тонколистової оцинкованої сталі по ГОСТ 14918-80. Подача і видалення повітря здійснюється через регульовані решітки і дифузори.

Для налагодження і регулювання системи на кожному відгалудженні встановлені дросель-клапани з розмірами, що відповідають розмірам повітропроводу.

Комплект автоматичного регулювання вентиляційних установок включає регулювання параметрів припливного повітря, захист калориферів від замерзання і відключення систем при пожежі.

Монтаж систем вентиляції ведеться згідно ДБН В.2.5-67:2013 і технічних умов на устаткування.

Прокладення повітропроводів через стіни і перекриття виконується в гільзах з ущільненням місця проходу мінеральною ватою з подальшим закладенням цементно-піщаним розчином.

3.2 Отримання об'єкту під монтажні роботи

Необхідно забезпечити механічний захист трубопроводів і врахувати необхідність компенсувати лінійне розширення труб. Труби системи опалення рекомендується прокладати всередині будівельних конструкцій (стеля, підлога, стіни). Трубопровід вкладається в канал чи штробу. Канал для монтажу ізольованого трубопроводу повинен бути вільний і забезпечувати компенсацію розширення трубопроводу. Ізоляція трубопроводу необхідна для вільної компенсації і для захисту трубопроводу від механічних пошкоджень. Рекомендується ізоляція з поперечно-екструдованого поліетилену, який володіє всіма ізолюючими властивостями, що відповідають вимогам сучасної ізоляції труб. Цей продукт завдяки пружності матеріалу стійкий до зминання.

Перед початком монтажних робіт об'єкт приймають по акту під монтаж, що підписується представником генерального підрядника, який виконує будівельні роботи. Об'єкт чи його частину приймають під монтаж при закінченні будівельних робіт: закінчених перекриттів, сходових кліток, внутрішніх стін і перегородок.

До часу приймання об'єкту під монтаж повинні бути виконані роботи і конструктивні елементи, які фіксуються актом:

- 1) Оштукатурені ніші і ділянки стін в місцях встановлення опалювальних приладів і прокладання трубопроводів.
- 2) Підготовлені монтажні пройми для переміщення крупногабаритного обладнання, що підлягає монтажу.
- 3) Нанесені на стінах фарбою, що важко змивається, відмітки чистої підлоги.
- 4) Встановленні віконні коробки і підвіконні дошки.
- 5) Підготовлені основи під водонапірні баки, влаштовані фундаменти під котли, насоси.
- 6) Підведені електричні лінії для підключення механізмів та електроінструменту.

7) Забезпечена освітленість робочих місць, доступ до них робітників та можливість доставки матеріалів і обладнання, що підлягають монтажу.

8) Підготовлене риштування на підмостки для виконання робіт.

Окрім вказаних вимог до готовності об'єкту під монтаж перед початком робіт необхідно виділити місце для складування матеріалів, санітарно технічних заготовок і обладнання. Необхідно також приміщення для зберігання малогабаритних матеріалів, інструментів, інвентарю.

Опалювальні пристрої розташовують у прорізах під вікнами, відстані до стін, підвіконня обумовлюються конструкцією приладів.

Монтажні положення трубопроводів:

1) вісі трубопроводів повинні бути паралельні площинам будівельних конструкцій;

2) відстань від вісі неізолюваного трубопроводу до стіни визначають за формулою [39]

$$n=0,5 \cdot d \text{ мм}, \quad (3.1)$$

де d - діаметр трубопроводу, мм;

3) підводи до опалювальних приладів виконують з нахилом в напрямку руху теплоносія. Нахил приймають 5-10 мм на всю довжину підводу [40];

4) якщо довжина підводу до 500 мм, то його прокладають без нахилу;

5) підводи прикріплюють до стін, якщо довжина підводу перевищує 1,5 м;

6) нагрівальні прилади встановлюють на кронштейнах.

Група підготовки виробництва спільно з керівництвом монтажної організації зобов'язані уважно слідкувати за повним, своєчасним та якісним виконанням всіх будівельних робіт, що пов'язані з монтажем системи опалення.

Монтажні положення повітропроводів [39]:

1) вертикальні повітропроводи не повинні відхилятися від підвісної лінії більше ніж на 2 мм на 1 м висоти повітропроводу.

2) з'єднання повітропроводів розташовано за межами стін, перегородок, перекриттів.

4) не допускається опирання повітропроводів на вентиляційні установки.

5) між повітропроводами і кріпильними хомутами необхідно передбачити гумові прокладки.

3.3 Визначення складу і об'ємів робіт

В таблиці 3.1 та 3.2 представлено об'єми робіт для систем опалення та вентиляції відповідно. В таблиці 3.3 наведено склад робіт для виконання монтажу систем опалення та вентиляції торгівельно-офісного комплексу в місті Київ та вид робіт, що включає в себе перераховані роботи та шифр ресурсу у відповідності з Ресурсними елементними кошторисними нормами [49].

Таблиця 3.1 - Об'єм робіт на влаштування системи опалення

№ п/п	Шифр ресурсу	Назва роботи	Одиниц і виміру	Об'єм
1	2	3	4	5
1	РЕКН 1–1–1	Доставлення деталей і обладнання на місце монтажу	т	5,495
2	16-14-6	Прокладання металополімерних трубопроводів діаметром 16мм	100 м	2,25
3	16-14-5	Прокладання металополімерних трубопроводів діаметром 18мм	100 м	1,291
4	16-14-4	Прокладання металополімерних трубопроводів діаметром 20мм	100 м	2,796
5	16-14-3	Прокладання металополімерних трубопроводів діаметром 26мм	100 м	1,946
6	16-14-2	Прокладання металополімерних трубопроводів діаметром 32мм	100 м	1,493
7	16-14-1	Прокладання металополімерних трубопроводів діаметром 40мм	100 м	0,746
8	16-6-5	Прокладання сталевих трубопроводів діаметром 40мм	100 м	0,776
9	18-6-2	Встановлення радіаторів	100 кВт	1,659
10	16-26-1	Встановлення лічильників	шт.	2
11	18-17-1	Встановлення повітрозбірників	шт.	97
12	16-23-1	Встановлення водомірних вузлів	шт.	1
13	16-15-2	Встановлення запірно-регулювальної арматури	шт.	52
14	18-13-1	Встановлення насосів відцентрових	шт.	2

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5
15	18-14-1	Встановлення вставок віброізолювальних до насосів	шт.	2
16	18-22-1	Встановлення контрольно-вимірювальних приладів	шт.	6
17	18-16-1	Встановлення грязьовиків	шт.	2
18	16-17-1	Встановлення клапанів запобіжних	шт.	1
19	18-21-3].	Встановлення фільтрів	10 шт.	0,2
20	16-29-1	Гідравлічне випробування трубопроводів системи	100 м	11,31 6
21	РЕКН 1– 1–1	Вивезення деталей і обладнання	т	0,2

Таблиця 3.2 – Об'єм робіт на влаштування системи вентиляції

№ п/п	Шифр ресурсу	Назва роботи	Одиниці виміру	Об'єм
1	2	3	4	5
1	РЕКН1–1–1	Доставлення деталей на робочий майданчик	т	9,26
2	20-3-2	Прокладання повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,5 мм периметром до 600 мм	100 м ²	5,33
3	20-3-3	Прокладання повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,5 мм периметром 800-1000 мм	100 м ²	2,51
4	20-3-10	Прокладання повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,7 мм периметром 1100-1600 мм	100 м ²	7,46
5	20-3-11	Прокладання повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,7 мм периметром до 2400 мм	100 м ²	9,93

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5
6	20-3-12	Прокладання повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,7 мм периметром до 3200 мм	100 м ²	9,14
7	20-3-16	Прокладання повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,9 мм периметром до 3700 мм	100 м ²	12,0 67
8	20-3-15	Прокладання повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,9 мм периметром 4100-4500 мм	100 м ²	0,59 6
9	20-12-10	Встановлення ґраток жалюзійних сталевих щілинних регульованих [Р] номер 150, розмір 150×150 мм	1 шт	60
10	20-12-11	Встановлення ґраток жалюзійних сталевих щілинних регульованих [Р] номер 200, розмір 200×200 мм	1 шт	47
11	20-13-15	Встановлення вогнезатричуючих клапанів периметром до 1600 мм	1 шт	39
12	20-12-16	Встановлення вогнезатричуючих клапанів периметром до 3200 мм	1 шт	27
13	20-12-17	Встановлення вогнезатричуючих клапанів периметром до 4500 мм	1 шт	4
14	20-14-8	Встановлення заслінок повітряних і клапанів повітряних КВР із ручним приводом периметром до 2400 мм	1 шт	14
15	20-14-7	Встановлення заслінок повітряних і клапанів по вітряних КВР із ручним приводом периметром до 1600 мм	1 шт	5
16	20-14-9	Встановлення заслінок повітряних і клапанів по вітряних КВР із ручним приводом периметром до 4000 мм	1 шт	16
17	20-34-1	Встановлення вентиляційного пристрою	1 шт	4
18	20-26-5	Встановлення шумоглушників вентиляційних трубчастих типу ГТП 1-5 перерізом 400×400	1 шт	4
19	26-12-2	Ізоляція плоских поверхонь [плитами мінерало ватними на синтетичному в'язучому М-125], [плитами напівжорсткими зі скляного шпательного волокна на синтетичному в'язучому]	10 м ²	0,65
20	РЕКН 1-1	Вивезення обладнання	кг	200

Таблиця 3.3 – Визначення складу робіт

№ п/п	Шифр ресурсу	Вид робіт	Склад робіт
1	2	3	4
1	РЕКН 1-1-1	Доставлення деталей і обладнання на місце монтажу	Доставлення основного та допоміжного обладнання до місця монтажу та їх складування
2	16-14-6	Прокладання металополімерних трубопроводів діаметром 16мм	1. Розмічування деталей і перерізування труб. 2.Збирання вузлів трубопроводу з поліетилену високого тиску з окремих деталей і фасонних частин з підготовкою під контактне зварювання. 3. Прокладання трубопроводу з готових вузлів з з'єднанням контактним зварюванням. 4. Установка муфтової арматури. 5. Установка кріплень с пристрілкою пістолетом.
3	16-14-5	Прокладання металополімерних трубопроводів діаметром 18мм	1. Розмічування деталей і перерізування труб. 2.Збирання вузлів трубопроводу з поліетилену високого тиску з окремих деталей і фасонних частин з підготовкою під контактне зварювання. 3. Прокладання трубопроводу з готових вузлів з з'єднанням контактним зварюванням. 4. Установка муфтової арматури. 5. Установка кріплень с пристрілкою пістолетом.
4	16-14-4	Прокладання металополімерних трубопроводів діаметром 20мм	1. Розмічування деталей і перерізування труб. 2.Збирання вузлів трубопроводу з поліетилену високого тиску з окремих деталей і фасонних частин з підготовкою під контактне зварювання. 3. Прокладання трубопроводу з готових вузлів з з'єднанням контактним зварюванням. 4. Установка муфтової арматури. 5. Установка кріплень с пристрілкою пістолетом.

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4
5	16-14-3	Прокладання металополімерних трубопроводів діаметром 26мм	1. Розмічування деталей і перерізування труб. 2.Збирання вузлів трубопроводу з поліетилену високого тиску з окремих деталей і фасонних частин з підготовкою під контактне зварювання. 3. Прокладання трубопроводу з готових вузлів з з'єднанням контактним зварюванням. 4. Установка муфтової арматури. 5. Установка кріплень с пристрілкою пістолетом.
6	16-14-2	Прокладання металополімерних трубопроводів діаметром 32мм	1. Розмічування деталей і перерізування труб. 2.Збирання вузлів трубопроводу з поліетилену високого тиску з окремих деталей і фасонних частин з підготовкою під контактне зварювання. 3. Прокладання трубопроводу з готових вузлів з з'єднанням контактним зварюванням. 4. Установка муфтової арматури. 5. Установка кріплень с пристрілкою пістолетом.
7	16-14-1	Прокладання металополімерних трубопроводів діаметром 40мм	1. Розмічування деталей і перерізування труб. 2.Збирання вузлів трубопроводу з поліетилену високого тиску з окремих деталей і фасонних частин з підготовкою під контактне зварювання. 3. Прокладання трубопроводу з готових вузлів з з'єднанням контактним зварюванням. 4. Установка муфтової арматури. 5. Установка кріплень с пристрілкою пістолетом.
8	16-6-5	Прокладання сталевих трубопроводів діаметром 40мм	1. Прокладання трубопроводу з готових вузлів. 2. Встановлення та закладення кріплень. 3. Промивання трубопроводу водою питної якості
9	18-6-2	Встановлення радіаторів	1. Установлення та закладання кронштейнів зі свердлінням отворів або пристрілкою пістолетом, а також кріпленням кронштейнів шурупами. 2.Установка радіаторів і конвекторів з приєднанням їх до трубопроводів. 3.Гідравлічне випробування сталевих радіаторів

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4
10	16-26-1	Встановлення лічильників	1. Насаджування і приварювання фланців на кінці труб. 2. Встановлення лічильників [вodomірів] з приєднанням на різьбі і на фланцях з установкою болтів і прокладок.
11	18-17-1	Встановлення повітрозбірників	1.Сверління отворів для кріплень, встановлення та закладення кріплень. 2. Установка повітрозбірників і повітровідвідників. 3. Приєднання повітрозбірників до трубопроводів. 4. Насадка і з'єднання фланців на патрубки і кінці труб
12	16-23-1	Встановлення водомірних вузлів	1. Установка водомірних вузлів з приєднанням до магістральних трубопроводах на зварюванні. 2. Установка кріплень. 3. Установка водомірів зі зняттям інвентарної котушки з приєднанням до обв'язки. 4. Установка манометрів. 5. Промивання водомірних вузлів водою питної якості.
13	16-15-2	Встановлення запірно-регулювальної арматури	1. Насаджування і приварювання відповідних фланців на кінці труб. 2. Установка арматури із з'єднанням фланців на болтах і прокладках
14	18-13-1	Встановлення насосів відцентрових	1.Установлення анкерних болтів. 2.Установка агрегатів на підставку. 3.Насаджування і приварювання фланців на кінці труб. 4.Зєднання фланців на болтах і прокладках.
15	18-14-1	Встановлення вставок віброізолювальних до насосів	1.Насаджування і приварювання фланців на кінці труб. 2.Установка гнучких вставок з з'єднанням фланців на болтах і прокладках
16	18-22-1	Встановлення контрольно-вимірювальних приладів	
17	18-16-1	Встановлення грязьовиків	1.Встановлення грязьовиків. 2.Насадка і приварювання фланців на патрубки і кінці труб. 3.Зєднання фланців на болтах і прокладках
18	16-17-1	Встановлення клапанів запобіжних	1. Насаджування і приварювання відповідних фланців на кінці труб. 2. Установка арматури із з'єднанням фланців на болтах і прокладках

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4
19	18-21-3	Встановлення фільтрів	1. Установлення фільтра на готову підставку. 2. Приварка патрубків фільтра до трубопроводу
20	16-29-1	Гідравлічне випробування трубопроводів системи	1. Зовнішній огляд трубопроводу. 2. Приєднання водопроводу і гідравлічного преса. 3. Установка заглушок і манометра. 5. Огляд трубопроводу та усунення дефектів. 6. Остаточна перевірка і здача системи. 7. Спускання води з системи. 8. Зняття заглушок, манометра і від'єднання преса
21	20-1-2	Прокладання повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,5 мм периметром до 600 мм	1. Збирання ланок повітропроводів у блоки. 2. Встановлення і заробляння кріплень. 3. Підйом блоків і тимчасове їх підвішування. 4. Встановлення блоків в проєктне положення. 5. З'єднання блоків на болтах з постановкою прокладок
22	20-1-3	Прокладання повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,5 мм периметром 800- 1000 мм	1. Збирання ланок повітропроводів у блоки. 2. Встановлення і заробляння кріплень. 3. Підйом блоків і тимчасове їх підвішування. 4. Встановлення блоків в проєктне положення. 5. З'єднання блоків на болтах з постановкою прокладок
23	20-1-10	Прокладання повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,7 мм периметром 1100-1600	1. Збирання ланок повітропроводів у блоки. 2. Встановлення і заробляння кріплень. 3. Підйом блоків і тимчасове їх підвішування. 4. Встановлення блоків в проєктне положення. 5. З'єднання блоків на болтах з постановкою прокладок
24	20-1-11	Прокладання повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,7 мм периметром до 2400 мм	1. Збирання ланок повітропроводів у блоки. 2. Встановлення і заробляння кріплень. 3. Підйом блоків і тимчасове їх підвішування. 4. Встановлення блоків в проєктне положення. 5. З'єднання блоків на болтах з постановкою прокладок

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4
25	20-1-12	Прокладання повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,7 мм периметром до 3200 мм	1. Збирання ланок повітропроводів у блоки. 2. Встановлення і заробляння кріплень. 3. Підйом блоків і тимчасове їх підвішування. 4. Встановлення блоків в проєктне положення. 5. З'єднання блоків на болтах з постановкою прокладок
26	20-1-13	Прокладання повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,5 мм периметром до 3600 мм	1. Збирання ланок повітропроводів у блоки. 2. Встановлення і заробляння кріплень. 3. Підйом блоків і тимчасове їх підвішування. 4. Встановлення блоків в проєктне положення. 5. З'єднання блоків на болтах з постановкою прокладок
27	20-1-14	Прокладання повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,5 мм периметром 4000 мм	1. Збирання ланок повітропроводів у блоки. 2. Встановлення і заробляння кріплень. 3. Підйом блоків і тимчасове їх підвішування. 4. Встановлення блоків в проєктне положення. 5. З'єднання блоків на болтах з постановкою прокладок
28	20-12-10	Установка ґраток жалюзійних сталевих щілинних регульованих [Р] номер 150, розмір 150×150 мм	1. Установлення ґраток з вивіркою і закріпленням
29	20-12-11	Встановлення ґраток жалюзійних сталевих щілинних регульованих [Р] номер 200, розмір 200×200 мм	1. Установлення ґраток з вивіркою і закріпленням
30	20-13-15	Установка клапанів вогнезатримуючих периметром до 1600 мм	1. Установлення клапанів з вивіркою і закріпленням. 2. Установка блоків для регулювання роботи клапану з проходом тросу через трубу в стіні. 3. Перевірка роботи клапану.
31	20-12-16	Встановлення вогнезатримуючих клапанів периметром до 3200 мм	1. Установлення клапанів з вивіркою і закріпленням. 2. Установка блоків для регулювання роботи клапану з проходом тросу через трубу в стіні. 3. Перевірка роботи клапану.

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4
32	20-34-1	Встановлення вентиляційного пристрою	1. Насадження і приварювання фланців на кінці трубопроводу. 2. Установка агрегатів. 3 З'єднання фланців на болтах і встановлення прокладок.
33	20-26-5	Установка шумоглушників вентиляційних трубчастих типу ГТП 1-5 перерізом 400×400	1. Встановлення шумогасників з приєднанням до повітроводу. 2. Встановлення і зароблення кріплень.
34	20-14-8	Встановлення клапанів повітряних регулювальних периметром до 2400мм	1. Установка заслінок чи клапанів з приєднанням фланців на болтах і встановлення прокладок. 2. Випробування роботи заслінок чи клапанів.
35	20-14-7	Встановлення клапанів повітряних регулювальних периметром до 1600мм	1. Установка заслінок чи клапанів з приєднанням фланців на болтах і встановлення прокладок. 2. Випробування роботи заслінок чи клапанів.
36	20-14-9	Встановлення клапанів повітряних регулювальних периметром до 4000мм	1. Установка заслінок чи клапанів з приєднанням фланців на болтах і встановлення прокладок. 2. Випробування роботи заслінок чи клапанів.
37	26-12-2	Ізоляція плоских поверхонь [плитами мінерало ватними на синтетичному в'язучому М-125]	1. Встановлення виробів на ізоляційну поверхню з підгонкою по місцю. 2. Кріплення виробів на трубопроводах бандажами. 3. Промазування швів поліцементною мастикою чи азбестоцементним розчином.
38	РЕКН 1–1–1	Вивезення деталей і обладнання	

3.4 Визначення трудомісткості монтажних робіт та складання графіку виконання робіт, загальної тривалості робіт і складу бригад

Трудомісткість:

$$Q = N_{\text{ч}} \times V / 1,15. \quad (3.2)$$

Тривалість робочих днів :

$$T = Q / (8 \times n \times k), \quad (3.3)$$

де n – кількість працівників;

k – коефіцієнт перевиконання;

$N_{\text{ч}}$ – норма часу;

V – об'єм робіт.

Таблиця 3.4 – Трудомісткість і тривалість виконання монтажних робіт системи опалення

Найменування робіт	Од. виміру	Об'єм робіт	Норма часу, люд/год	Трудо-містк люд/дні	Виконавці		Тривалість, дні
					кіль-кість	склад ланки	
1	2	3	4	5	6	7	8
Доставлення деталей і обладнання на місце монтажу	т	5,495	2,1	3,52	3р-1 воді й-1	1 МОНТ.	0,2 5
Прокладання металополімерних трубопроводів діаметром 16мм	100 м	2,25	268,96	526,23	4р-3 3р-3	6 МОНТ.	5,2 5
Прокладання металополімерних трубопроводів діаметром 18мм	100 м	1,291	268,96	301,94	3р-4 4р-4	8 МОНТ.	4,7 5
Прокладання металополімерних трубопроводів діаметром 20мм	100 м	2,796	268,96	653,92	3р-3 4р-3	6 МОНТ.	6,7 5

Продовження таблиці 3.4

1	2	3	4	5	6	7	8
Прокладання металополімерних трубопроводів діаметром 26мм	100 м	1,946	211,56	358	3р-4 4р-4	8 МОНТ.	5,5
Прокладання металополімерних трубопроводів діаметром 32мм	100 м	1,493	172,2	223,11	3р-4 4р-4	8 МОНТ.	3,5
Прокладання металополімерних трубопроводів діаметром 40мм	100 м	0,746	229,6	152,53	3р-2 4р-2	4 МОНТ.	4,7 5
Прокладання сталевих трубопроводів діаметром 40мм	100 м	0,776	48,71	32,87	3р-2 4р-2	4 МОНТ.	1
Встановлення радіаторів	100 кВт	1,659	96,92	139,82	3р-2 4р-2	4 МОНТ.	4,5
Встановлення лічильників	шт.	2	0,67	1,17	5р-1	1 МОНТ.	0,2 5
Встановлення повітрозбірників	шт.	97	1,82	153,51	4р-3 5р-3	6 МОНТ.	3
Встановлення водомірних вузлів	шт.	1	9,73	8,46	4р-1 5р-1	2 МОНТ.	0,5
Встановлення запірно-регулювальної арматури	шт.	52	2,41	108,97	3р-3 4р-3	6 МОНТ.	2,2 5
Встановлення насосів відцентрових	шт.	2	21,32	37,08	3р-1 5р-1	2 МОНТ.	2,2 5
Встановлення вставок віброізолювальних до насосів	шт.	2	3,28	5,7	3р-1 4р-1	2 МОНТ.	0,2 5
Встановлення контрольно-вимірювальних приладів	шт.	6	1,28	6,68	3р-1 4р-1	2 МОНТ.	0,5
Встановлення грязьовиків	шт.	2	4,33	7,53	3р-1 4р-1	2 МОНТ.	0,5

Продовження таблиці 3.4

1	2	3	4	5	6	7	8
Встановлення клапанів запобіжних	шт.	1	3,05	2,65	4р-1	1 МОНТ.	0,25
Встановлення фільтрів	10 шт.	0,2	14,92	2,59	3р-1 4р-1	2 МОНТ.	0,25
Гідравлічне випробування трубопроводів системи	100 м	11,316	8,22	80,88	4р-3 6р-3	6 МОНТ.	1
Вивезення деталей і обладнання	т	0,2	2,1	0,13	3р-1 1вод.	2 МОНТ.	0,25

Таблиця 3.5 – Трудомісткість і тривалість виконання монтажних робіт системи вентиляції

Найменування робіт	Од. виміру	Об'є м робіт	Норма часу, люд/год	Трудо- містк люд/дні	Виконавці		Тривлі сть, дні
					кіль- кість	склад ланки	
1	2	3	4	5	6	7	8
Доставлення деталей на робочий майданчик	т	9,26	2,1	5,7	2	2 МОНТ.	0,2
Прокладання повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,5 мм периметром до 600 мм	100 м ²	5,34	261,8	174,5	4 р-3 3 р-3	6 МОНТ.	7
Прокладання повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,5 мм периметром 800-1000 мм	100 м ²	2,51	239,7	72	4 р-2 3 р-2	4 МОНТ.	4,5

Продовження таблиці 3.5

1	2	3	4	5	6	7	8
Прокладання повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,7 мм периметром 1100-1600 мм	100 м ²	7,46	207,4	193,4	4 р-3 3 р-3	6 МОНТ.	6
Прокладання повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,7 мм периметром до 2400 мм	100 м ²	9,93	156,06	193,8	4 р-3 3 р-3	6 МОНТ.	6,5
Прокладання повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,7 мм периметром до 3200 мм	100 м ²	9,14	126,14	144,1	4 р-3 3 р-3	6 МОНТ.	6
Прокладання повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,7 мм периметром до 3600 мм	100 м ²	1,27	116,11	143	4 р-3 3 р-3	6 МОНТ.	5,5
Прокладання повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,7 мм периметром 4000мм	100 м ²	0,56	106,08	7,9	4 р-2 3 р-2	4 МОНТ.	2
Встановлення ґраток жалюзійних сталевих щілинних регульованих [Р] номер 150, розмір 150×150 мм	1 шт	60	1,82	13,65	4 р-2 3 р-1	3 МОНТ.	0,2 5

Продовження таблиці 3.5

1	2	3	4	5	6	7	8
Встановлення ґраток жалюзійних сталевих щілинних регульованих [Р] номер 200, розмір 200×200 мм	1 шт	47	1,82	10,7	4 p-2 3 p-1	3 МОНТ.	0,2 5
Встановлення заслінок повітряних і клапанів повітряних КВР із ручним приводом периметром до 2400 мм	1 шт	14	2,5	30,43	4 p-2 3 p-1	3 МОНТ.	1
Встановлення заслінок повітряних і клапанів повітряних КВР із ручним приводом периметром до 1600 мм	1 шт	8	3,76	26,2	4 p-2 3 p-1	3 МОНТ.	1
Встановлення заслінок повітряних і клапанів повітряних КВР із ручним приводом периметром до 4000 мм	1 шт	5	2,01	8,7	4 p-2 3 p-1	3 МОНТ.	0,5
Встановлення вогнезатричуючих клапанів периметром до 1600 мм	1 шт	39	6,83	33,3	4 p-2 3 p-2	4 МОНТ.	4
Встановлення вогнезатричуючих клапанів периметром до 3200 мм	1 шт	27	9,28	31,32	4 p-3 3 p-3	6 МОНТ.	5
Встановлення вентиляційних агрегатів	1 шт	4	12,75	7,97	4 p-2 3 p-2	4 МОНТ.	1,5
Встановлення шумоглушників вентиляційних трубчастих типу ГТП 1-5 перерізом 400×400	1 шт	4	3,09	10,75	4 p-2 3 p-1	3 МОНТ.	0,5

Продовження таблиці 3.5

1	2	3	4	5	6	7	8
Ізоляція плоских поверхонь [плитами мінерало ватними на синтетичному в'язучому М-125]	10 м ²	0,65	8,54	5,6	4 р-2 3 р-1	3 МОНТ.	0,2 5
Вивезення обладнання	т	0,2	2,1	0,6	3р-1 1вод.	2 МОНТ.	0,2 5

На основі визначеної трудомісткості та тривалості монтажних робіт, складений календарний план виконання робіт (див. аркуш 10).

3.5 Розрахунок та комплектування основних і допоміжних матеріалів та виробів, складання відомостей

Таблиця 3.6 – Відомість потреби в основних матеріалах для системи опалення

№ п.п.	Матеріали, деталі і напівфабрикати	Один. виміру	Кількість	Маса,т
1	2	3	4	5
1	Металополімерні трубопроводи Valtec, діаметр 40x3,5 мм	м	764	0,3285
2	Металополімерні трубопроводи Valtec, діаметр 32x3 мм	м	1493	0,5524
3	Металополімерні трубопроводи Valtec, діаметр 26x3 мм	м	1946	0,5838
4	Металополімерні трубопроводи Valtec, діаметр 20x2 мм	м	2796	0,4753
5	Металополімерні трубопроводи Valtec, діаметр 18x2 мм	м	1291	0,1872
6	Металополімерні трубопроводи Valtec, діаметр 16x2 мм	м	225	0,0259
7	Трубопроводи сталеві 40x3,5 мм	м	772	2,5708
8	Радіатори сталеві секційні марки Fondital 500	шт секцій	418	0,438
9	Радіатори сталеві секційні марки Fondital 200	шт секцій	136	0,125

Продовження табл. 3.6

1	2	3	4	5
10	Радіатори сталеві секційні марки Fondital Heat Line 500	шт секцій	378	0,499
11	Терморегулятори Danfoss	шт.	95	0,114
12	Насоси Wilo	шт.	2	0,006
13	Клапан запірний, діаметр 16мм	шт.	95	0,0152
14	Балансувальний клапан	шт.	4	0,0016
15	Повітровідвідний клапан Маєвського	шт	95	0,0238
16	Кран прохідний шаровий	шт	200	0,048
17	Лічильники	шт	2	0,0076
18	Фітінги	шт	168	0,0186
19	Гільзи	шт	8	0,0384
20	Фіксатор пластмасовий для труб	шт	226	0,0565

Загальна маса складає: 3,42 т.

Таблиця 3.7 – Відомість потреби в допоміжних матеріалах для системи опалення

№ п.п.	Шифр ресурсу	Матеріали, деталі і напівфабрикати	Од. виміру	Кількість
1	2	3	4	5
1	111-0020	Азбестовий картон загального призначення [КАОН-1], товщина 2 мм	т	0,006
2	130-0040	Болти з гайками і шайбами, діаметр 16мм	т	0,063
3	111-0384	Білило густотерте цинкове МА-011-1	т	0,0075
4	130-0039	Болти з гайками і шайбами, діаметр 12мм	т	0,0037
5	111-1746	Прокладки гумові [пластина технічна пресована]	кг	0,14
6	111-1483	Шурупи з напівкруглою головкою, діаметр стрижня 6 мм, довжина 40 мм	т	0,0075
7	111-1668	Оліфа натуральна	кг	4,232
8	130-0965	Фланці плоскі приварні із сталі ВСт3сп2, ВСт3сп3, тиск 1,0 МПа [10 кгс/см ²], діаметр 40 мм	шт.	10
9	130-0966	Фланці плоскі приварні із сталі ВСт3сп2, ВСт3сп3, тиск 1,0 МПа [10 кгс/см ²], діаметр 50 мм	шт.	2

Продовження таблиці 3.7

1	2	3	4	5
10	130-0970	Фланці плоскі приварні із сталі ВСт3сп2, ВСт3сп3, тиск 1,0 МПа [10 кгс/см ²], діаметр 125 мм	шт.	2
11	130-0980	Фланці плоскі приварні із сталі ВСт3сп2, ВСт3сп3, тиск 1,6 МПа [10 кгс/см ²], діаметр 25 мм	шт.	1
12	130-1107	Повітрозбірник автоматичний	шт.	97
13	142-010-2	Вода	м ³	92,616
14	111-0254	Вапно хлорне, марка А	т	0,00095
15	1113-0266	Водний розчин нітрату та карбонату натрію	м ³	1,112
16	1425-11681	Розчин готовий кладковий важкий цементний, марка М50	м ³	0,0474
17	1541-0067-1	Прокладки з пароніту, марка ПМБ, товщина 2 мм, діаметр 50 мм	1000шт.	0,105
18	1541-0063	Прокладки з пароніту, марка ПМБ, товщина 1 мм, діаметр 50 мм	1000шт.	0,004
19	1541-0064	Прокладки з пароніту, марка ПМБ, товщина 1 мм, діаметр 100 мм	1000шт.	0,006
20	1541-0065	Прокладки з пароніту, марка ПМБ, товщина 1 мм, діаметр 150 мм	1000шт.	0,002
21	1545-0159	Очіс льняний	т	0,0042
22	1630-105	Фільтри для очищення води в трубопроводах систем опалення діаметром 40 мм	шт.	2
23	1630-0115	Кронштейни Кр1-РС для радіаторів сталевих	компле кт	74
24	1630-1113	Манометри загального призначення з триходовим краном, ОБМ1-100	компле кт	1
25	124-0059	Анкерні деталі із прямих або гнутих круглих стрижнів з різьбою [в комплекті з шайбами та гайками або без них], такі, що поставляються окремо	т	0,0044
26	111-1522	Електроди, діаметр 5 мм, марка Э42А	т	0,0023
27	130-0475	Підвіски для кріплення повітропроводів СТД6208, СТД6209, СТД6210	т	0,197

Продовження таблиці 3.7

1	2	3	4	5
28	130-0478	Хомути для кріплення повітропроводів СТД205	т	0,197
29	1630-0083	Кронштейни і підставки під обладнання із сортової сталі	кг	12
30	111-0063	Ацетилен розчинений технічний, марка А	т	0,001
31	111-0324	Кисень технічний газоподібний	м ³	0,215
32	111-0807	Проволока зварна легована, діаметр 4 мм	т	0,000 13
33	130-0885	Вузли укрупнені монтажні із сталевих неоцинкованих труб для системи опалення, діаметр 40мм	м	766
34	130-0257	Грязьовики із сталевих електрозварних водогазопровідних труб, зовнішній діаметр вхідного патрубку 45мм,	шт.	2
35	1630-0038	Вставки віброізолювальні на тиск 1МПа [10 кгс/см ²], діаметр 125 мм	комплект	2
36	1630-986	Термометри з триходовим краном	шт.	8
37	130-1107	Кран шаровий	шт.	10
38	130-1107	Зворотній клапан, діаметр 40мм	шт.	2
39	1530-149	Муфта, діаметр 20 мм	10шт.	19,8
40	1530-150	Муфта, діаметр 25 мм	10шт.	54,5
41	1530-151	Муфта, діаметр 32 мм	10шт.	23,9
42	1530-152	Муфта, діаметр 40 мм	10шт.	1,2
43	1530-155	Перехід, діаметр 20x16 мм	10шт.	17,2
44	1530-156	Перехід, діаметр 26x20 мм	10шт.	7,8
45	1530-157	Перехід, діаметр 32x26 мм	10шт.	6
46	1530-158	Перехід, діаметр 40x32 мм	10шт.	0,3
47	1530-165	Трійник прямий, діаметр 20 мм	10шт.	99,2
48	1530-166	Трійник прямий, діаметр 26 мм	10шт.	44,8
49	1530-167	Трійник прямий, діаметр 32 мм	10шт.	25,4
50	1530-168	Трійник прямий, діаметр 40 мм	10шт.	1,1
51	1530-175	Кутник прямий, діаметр 20 мм	10шт.	34,5
52	1530-176	Кутник прямий, діаметр 26 мм	10шт.	15,6
53	1530-177	Кутник прямий, діаметр 32 мм	10шт.	11,9
54	1530-178	Кутник прямий, діаметр 40 мм	10шт.	0,5
55	1630-118	З'єднання на згоні сталеві, переходи, діаметр до 16 мм	шт.	604

Продовження таблиці 3.7

1	2	3	4	5
56	1630-119	З'єднання на згоні сталеві, переходи, діаметр до 20 мм	шт.	156
57	1630-120	З'єднання на згоні сталеві, переходи, діаметр до 26 мм	шт.	90
58	1630-121	З'єднання на згоні сталеві, переходи, діаметр до 32 мм	шт.	4
59	1630-126	Згони сталеві з муфтою та контргайкою, діаметр до 16 мм	шт.	302
60	C1630-127	Згони сталеві з муфтою та контргайкою, діаметр до 20 мм	шт.	78
61	1630-128	Згони сталеві з муфтою та контргайкою, діаметр до 26мм	шт.	45
62	1630-129	Згони сталеві з муфтою та контргайкою, діаметр до 32 мм	шт.	2
63	1630-134	Спецз'єднання сталеві, діаметр до 16 мм	шт.	2415
64	1630-135	Спецз'єднання сталеві, діаметр до 20 мм	шт.	622
65	1630-136	Спецз'єднання сталеві, діаметр до 26 мм	шт.	418
66	1630-137	Спецз'єднання сталеві, діаметр до 32 мм	шт.	18

Витрата інструментів на гідравлічне випробування системи опалення наведена в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Набір інструментів для монтажників системи опалення

Найменування	Кількість	Маса
Ключ гайковий двосторонній M12-17-19 мм	4	0,0036т
M16-22-21 мм	4	
Плоскогубці комбіновані	4	0,00048т
Молоток слюсарний	4	0,0032т
Зубило слюсарне довжиною 200 мм	4	0,0018т
Стрічка вимірювальна, 20 м	4	0,0032т
Рівень металевий	2	0,0048т
Висок	2	0,0014т
Ящик переносний для інструменту	4	0,016т
Будівельно-монтажний пістолет ПЦ-52-1	2	0,0033т

Фаскознімач KAN, розмір 15-54 мм	2	0,001т
Прес електричний 230В-power press E	2	0,0067т
Прес-клещі для преса power	2	0,0018т
Роликовий труборіз	4	0,00125т
Арматурний ключ	1	0,001т
Набір відкруток	1	0,001т
Комплект паяльного інструменту	1	0,0023т
Напильник	1	0,00017т
Щітка і мочалка	2	0,00002т

Таблиця 3.9 – Відомість потреби в основних матеріалах для системи вентиляції

№ пп	Найменування матеріалу	Од. вимі р.	Кіль- кість	Маса одини- ці, кг	Маса, кг
1	2	3	4	5	6
1	Припливно-витяжна установка L= 22817-54000 м ³ /год,	шт.	1	325	325
2	Припливно-витяжна установка L=13891-32900 м ³ /год	шт.	1	325	325
3	Повітропроводи з тонколистової оцинкованої сталі товщиною 0,5мм, перерізом 150x150мм	м/м ²	890/534	3,9	2079
4	Повітропроводи з тонколистової оцинкованої сталі товщиною 0,5мм, перерізом 150x250мм	м/м ²	28/20	3,9	78
5	Повітропроводи з тонколистової оцинкованої сталі товщиною 0,5мм, перерізом 150x300мм	м/м ²	108/87	3,9	340
6	Повітропроводи з тонколистової оцинкованої сталі товщиною 0,5мм, перерізом 250x250мм	м/м ²	54/44	3,9	171
7	Повітропроводи з тонколистової оцинкованої сталі товщиною 0,5мм, перерізом 250x300мм	м/м ²	111/100	3,9	390
8	Повітропроводи з тонколистової оцинкованої сталі товщиною 0,5мм, перерізом 250x400мм	м/м ²	197/197	5,46	1075
9	Повітропроводи з тонколистової оцинкованої сталі товщиною 0,5мм, перерізом 250x500мм	м/м ²	53/59	5,46	322

Продовження таблиці 3.9

1	2	3	4	5	6
10	Повітропроводи з тонколистової оцинкованої сталі товщиною 0,7мм, перерізом 400х400мм	м/м ²	82/98	5,46	535
11	Повітропроводи з тонколистової оцинкованої сталі товщиною 0,7мм, перерізом 400х500мм	м/м ²	83/91	5,46	497
12	Повітропроводи з тонколистової оцинкованої сталі товщиною 0,7мм, перерізом 500х800мм	м/м ²	142/170	5,46	928
13	Повітропроводи з тонколистової оцинкованої сталі товщиною 0,7мм, перерізом 600х800мм	м/м ²	34/45	5,46	245
14	Повітропроводи з тонколистової оцинкованої сталі товщиною 0,7мм, перерізом 600х1000мм	м/м ²	125/175	5,46	956
15	Дросель-клапан з оцинкованої сталі $\delta=1$ мм, перерізом 150х150 мм	шт.	53	0,86	45,5
16	Дросель-клапан з оцинкованої сталі $\delta=1$ мм, перерізом 150х250 мм	шт.	2	1,44	3
17	Дросель-клапан з оцинкованої сталі $\delta=1$ мм, перерізом 150х300мм	шт.	2	1,67	3
18	Дросель-клапан з оцинкованої сталі $\delta=1$ мм, перерізом 250х250мм	шт.	2	2,01	4
19	Дросель-клапан з оцинкованої сталі $\delta=1$ мм, перерізом 250х300 мм	шт.	3	2,36	6,9
20	Дросель-клапан з оцинкованої сталі $\delta=1$ мм, перерізом 250х400 мм	шт.	5	3,48	17,4
21	Дросель-клапан з оцинкованої сталі $\delta=1$ мм, перерізом 250х500 мм	шт.	3	4,41	13,2
22	Дросель-клапан з оцинкованої сталі $\delta=1$ мм, перерізом 400х400 мм	шт.	2	4,41	8,8
23	Дросель-клапан з оцинкованої сталі $\delta=1$ мм, перерізом 400х500 мм	шт.	4	7,21	28,8
24	Дросель-клапан з оцинкованої сталі $\delta=1$ мм, перерізом 500х800 мм	шт.	2	8,76	17,5

Продовження таблиці 3.9

1	2	3	4	5	6
25	Дросель-клапан з оцинкованої сталі $\delta=1$ мм, перерізом 600x800 мм	шт.	2	8,76	17,5
26	Дросель-клапан з оцинкованої сталі $\delta=1$ мм, перерізом 600x1000 мм	шт.	4	9,45	37,8
27	Клапани вогнезатримуючі. КПУ-1М 150x150 мм	шт.	8	1,4	11,2
28	КПУ-1М 150x250 мм	шт.	24	1,6	38,4
29	КПУ-1М 150x300 мм	шт.	2	1,75	3,5
30	КПУ-1М 250x300мм	шт.	2	1,9	3,8
31	КПУ-1М 250x400 мм	шт.	3	1,05	3,2
32	КПУ-1М 250x500 мм	шт.	2	1,5	3
33	КПУ-1М 400x400 мм	шт.	2	1,8	3,6
34	КПУ-1М 400x500 мм	шт.	4	2,2	8,8
35	КПУ-1М 500x800 мм	шт.	3	2,4	7,2
36	КПУ-1М 600x800 мм	шт.	2	2,8	5,6
37	КПУ-1М 600x1000 мм	шт.	4	3,1	12,4
38	Решітка вентиляційна перерізом 150x150 мм	шт.	294	0,4	118
39	Решітка вентиляційна перерізом 250x250 мм	шт.	455	0,3	137
40	Засувка регулююча 150x150 (h)	шт.	4	3	12
41	Засувка регулююча 150x250 (h)	шт.	1	3,2	3,2
42	Засувка регулююча 150x300 (h)	шт.	1	4	4
43	Засувка регулююча 250x250(h)	шт.	3	4,5	13,5
44	Засувка регулююча 250x300 (h)	шт.	2	4,8	9,6
45	Засувка регулююча 250x400 (h)	шт.	6	4,95	29,7
46	Засувка регулююча 250x500 (h)	шт.	2	5,1	10,2
47	Засувка регулююча 400x400 (h)	шт.	2	5,3	10,6
48	Засувка регулююча 400x500 (h)	шт.	4	5,5	22
49	Засувка регулююча 500x800 (h)	шт.	4	5,7	22,8
50	Засувка регулююча 600x800 (h)	шт.	3	5,9	17,7
51	Засувка регулююча 600x1000 (h)	шт.	1	6,0	6,0

В додатку Д наведено відомість обладнання та матеріалів.

Таблиця 3.10 - Відомість потреби в допоміжних матеріалах для системи вентиляції

№	Шифр ресурсу	Найменування	Кількість	Маса, кг
1	2	3	4	5
1	111-0027	Азбестовий шнур загального призначення (ШАОН-1), Ø 8,0-10,0 мм	0,556 т	556
2	111-0306	Вироби гумові технічні, морозостійкі	0,573 т	573
3	111-0605	Мастика герметизуюча, тверднуча «Гелан»	0,173 т	173
4	111-1848	Болти будівельні з гайками і шайбами	0,731 т	731
5	111-1846	Болти анкерні	0,004т	4
7	111-0319	Картон будівельний прокладочний, марка Б	0,007 т	7
8	111-0388	Фарба земляна густотерта масляна, сурик залізний, МА-015	0,004 т	4
9	111-0628	Оліфа комбінована К-3	0,002 т	2
10	111-1151	Прокат для армування з/б конструкцій круглий клас А-1, Ø 12мм	0,487 т	487
11	111-1644	Клей гумовий N88-Н	0,07 кг	0,07
12	111-1151	Прокат для армування з/б конструкцій круглий клас А-1, Ø 12мм	0,487 т	487
14	1541-0067-2	Прокладки з пароніту, марка ПМБ, товщина 2 мм, Ø100 мм	20 шт	3
15	1425-11683	Розчин готовий кладочний важкий цементний, марка М100	0,34 м3	309
16	130-0950	Фланці пласкі приварні зі сталі ВСт3сп2, ВСт3сп3, тиск 0,6 МПа, Ø 65 мм	16 шт	32
17	130-0968	Фланці пласкі приварні зі сталі ВСт3сп2, ВСт3сп3, тиск 1,0 МПа, Ø 80 мм	36 шт	72
18	130-0969	Фланці пласкі приварні зі сталі ВСт3сп2, ВСт3сп3, тиск 0,6 МПа, Ø 100 мм	8 шт	16

Маса допоміжних та основних матеріалів для системи вентиляції складає

$$\Sigma_{\text{осн.мат}} + \Sigma_{\text{доп.мат}} = 6,32 + 2,94 = 9,26 \text{ т.}$$

3.6 Вибір типів машин, механізмів, пристосувань, розрахунок енергоресурсів

3.6.1 Вибір типів машин, механізмів, пристосувань

Труби, деталі, конструкції та обладнання для систем опалення завозяться централізовано автомашиною JAC HFC1045K. Технічні характеристики автомашини JAC HFC1045K [42]:

Вантажопідйомність – 6000 кг;

Кількість осей: - всього – 2шт;

- ведучих – 1 шт;

Вантажна висота – 2200 мм;

Найбільша швидкість – 140 км/год;

Радіус повороту – 8,5 м;

Коля колес: - передні – 2000 мм;

- задні – 2100 мм;

Витрата палива – 14 л/100 км;

Габаритні розміри: - довжина – 7800 мм;

- ширина – 2100мм;

- висота – 3000мм;

Маса – 5990 кг.

Отвори для встановлення кронштейнів в цегляних стінах виконують за допомогою перфоратора DeWalt DC224KA [45].

Його характеристики:

Напруга – 24 В;

Батарея - NiCd 2.0 Ач;

Потужність – 300 Вт;

Число обертів х.х.: 0-1100 об/хв;

Енергія удару - 2.1 Дж;

Кількість ударів зв хвилину: 0-4200 уд/хв;

Патрон -SDS-Plus;

Макс. діаметр свердлення для бетону - 22 мм;

Маса - 4.0 кг;

Довжина - 310 мм;

Висота - 240 мм.

Для зварювання сталевих трубопроводів використовують зварювальний апарат змінного струму ТДМ-300 [44].

Його технічні характеристики:

Витрата електроенергії, кВт – 3,4-4;

Сила струму: 30-280 А.

Маса – 75 кг.

Гідравлічний прес високого тиску REMS. Характеристики [46]:

Продуктивність - 1960 м³/хв;

Тиск – 40 бар;

Потужність двигуна – 30 кВт;

Довжина x Ширина x Висота: 157 x 96 x 96 мм;

Маса – 655кг;

Електричний труборіз REMS Amigo [47].

Характеристики:

Двигун змінного струму потужністю 200 Вт;

Число обертів: 130 об/хв;

Маса - 1,9 кг;

Споживана потужність - 1500 Вт.

3.6.2 Витрата електроенергії та пального

Витрати електроенергії на роботи електроприладів визначаються за формулою [48]:

$$E = P \cdot \tau \cdot k, \quad (3.4)$$

де P – потужність приладу чи механізму, кВт;

τ – термін роботи приладу, год;

k – коефіцієнт, що враховує періодичність дії електричного обладнання [48].

Витрата електроенергії на роботу зварювального апарату ТДМ-300. Приймається $P = 3,6$ кВт, $\tau = 16$ год, $k = 0,5$ [48].

$$E = 3,6 \cdot 16 \cdot 0,5 = 1,8 \text{ (кВт \cdot год)}.$$

Витрата електроенергії перфоратором :

$$E = 0,3 \cdot 70 \cdot 0,6 = 12,6 \text{ (кВт \cdot год)}$$

Витрата електроенергії компресором :

$$E = 30,38 \cdot 0,7 = 79,8 \text{ (кВт \cdot год)}$$

Витрата електроенергії труборізом :

$$E = 0,2 \cdot 98 \cdot 0,6 = 11,8 \text{ (кВт \cdot год)}$$

Сумарні витрати електроенергії становлять

$$E = 1,8 + 12,6 + 79,8 + 11,8 = 106 \text{ (кВт год)}.$$

Витрата пального для доставки матеріалів та виробів: відстань 34 км, кількість ходок $n = 1$, витрата пального $Q = 14$ л/100км.

Необхідна кількість пального для доставки труб визначається за формулою

$$Q = 2Q_{nl} = 2 \cdot 0,14 \cdot 1 \cdot 34 = 9,52 \text{ (л)}. \quad (3.5)$$

3.7 Розрахунок техніко-економічних показників календарного плану

1. Загальний строк будівництва:

$$T_{\text{заг.}} = 39,5 \text{ днів.}$$

2. Загальна трудомісткість:

$$Q_{\text{заг.}} = 837,5 \text{ люд-дні.}$$

3. Середня чисельність робочих:

$$R_{\text{сер.}} = Q_{\text{заг.}} / T_{\text{заг.}} = 837,5 / 39,5 = 21 \text{ робітник.}$$

4. Максимальна чисельність робітників:

$$R_{\text{max.}} = 24 \text{ робітників.}$$

5. Надлишкова трудомісткість:

$$Q_{\text{надл.}}=166,4 \text{ люд-дні.}$$

6. Коефіцієнт, що характеризує використання робітників протягом будівництва:

$$\alpha_1 = R_{\text{сер.}} / R_{\text{max}}$$

$$\alpha_1 = 21/24=0,875.$$

7. Коефіцієнт нерівномірності графіку руху робітників по працевтратам:

$$\alpha_2 = Q_{\text{надл.}} / Q_{\text{заг.}}$$

$$\alpha_2 = 166,4/837,5=0,19.$$

8. Коефіцієнт, який характеризує використання часу робочих протягом будівництва:

$$\alpha_3 = T_{\text{уст.}} / T_{\text{заг.}}$$

$$\alpha_3 = 21,75/39,5=0,55.$$

3.8 Пуск в дію та випробування системи опалення

Після закінчення монтажу системи опалення та іншого обладнання, виконати випробування системи опалення.

На всі виявлені при перевірці дефекти скласти відомість, що передається генпідряднику. Дефекти усунути до початку передпускових випробувань.

Пускові експлуатаційні випробування виконати в наступній послідовності [39]:

- зовнішній огляд системи;
- випробування гідростатичним або манометричним методом;
- гідравлічне випробування та випробування на тепловий ефект;
- випробування на максимальну температуру теплоносія.

В процесі зовнішнього огляду системи визначити відповідність виконаних монтажних робіт проєкту та технічним умовам. При цьому особливу увагу звернути на [40]:

- а) правильність прокладання трубопроводів (перевіряють діаметри, нахили та з'єднання);
- б) встановлення потрібної площі нагріву опалювальних приладів;

- в) розміщення водо- та повітропускних пристроїв, відсутність течії в трубних з'єднаннях, арматурі та фасонних частинах;
- г) міцність кріплення трубопроводів та приладів;
- д) правильність встановлення та справність дії запірно-регулюючої арматури, запобіжних пристроїв та контрольно-вимірювальних приладів;
- е) рівномірність прогріву всіх приладів в будівлі.

Наступним етапом є промивання системи опалення, щоб видалити бруд і шлам. Систему наповнити водою з водопроводу, а потім швидко випустити в каналізацію через спеціальний штуцер у нижній частині системи за допомогою шланга [39].

Під час наповнення системи водою повітря не менше як два рази випустити через повітрозбірники або повітряні крани до появи в них струменя води. Під час пуску системи опалення основним завданням є запуснути в дію якомога більше приладів і прогріти більше приміщень. Тому всі дрібні дефекти (течі, свищі та тріщини в трубах) усунути за допомогою простих тимчасових заходів: обмотати ізоляційною стрічкою, встановити хомути з гумовими прокладками.

Після зовнішнього огляду до початку малярних робіт або інших облицювальних робіт систему опалення випробувати на міцність і герметичність. Для точнішого виявлення дефектів місць кожну систему випробувати окремими ланками, а потім всю в цілому.

Щоб виявити дефекти, спричинені температурними подовженнями, перед початком випробувань систему заповнити водою, прогріти до розрахункової температури протягом доби, потім охолодити. Після цього відключити систему від трубопроводів й заповнити водопровідною водою через зворотну магістраль системи опалення. Випробувальний тиск в системі створити за рахунок тиску в місцевому водопроводі.

Гідравлічне випробування визначає щільність механічної міцності трубопроводів, арматури та обладнання. Випробувати систему водяного опалення таким чином: відключити джерело теплоносія гідростатичним методом - тиском, що в 1,25 рази перевищує робочий тиск, але не менший за 0,2

МПа в нижній точці системи. Значення випробувального тиску для обладнання індивідуального теплового пункту – 1,2 МПа [39].

Гідравлічне випробування системи опалення виконати в такій послідовності:

1. систему заповнити повітрям з надлишковим тиском 0,15 МПа;
2. виявити дефекти монтажу на слух і знизити тиск до атмосферного, після цього ліквідувати дефекти;
3. систему заповнити повітрям з надлишковим тиском 0,1 МПа і витримати протягом 5 хв [39].

Система опалення витримала випробування, якщо протягом 5 хвилин падіння тиску не перевищує 0,02 МПа, а в зварних швах, трубах, корпусах арматури не виявлено течі [39].

У разі виявлення витікання в процесі випробування системи опалення, систему спорожнити і усунути дефекти, а потім гідравлічне випробування повторити. Після гідравлічних випробувань водопровідну воду, що є в системі опалення, злити в каналізацію.

Ефективність роботи системи опалення визначити після її семигодинної неперервної роботи з теплоносієм в підвідному трубопроводі з температурою, не нижчою за 50 °С і робочим тиском.

Після гідравлічного випробування скласти акт про гідравлічне випробування системи опалення [Додаток Е].

Останнім етапом приймання системи опалення є її теплове випробування.

Систему опалення запустити в роботу і прогріти протягом 24 годин, після чого провести її теплове обстеження шляхом зовнішнього огляду. В разі потреби використати спеціальні прилади. В результаті огляду виявити і регулювати рівномірність прогріву всіх опалювальних приладів; перевірити розрахункові параметри теплоносія і температури внутрішнього повітря в приміщеннях; проконтролювати безшумність роботи системи й відсутність витікання в з'єднаннях.

Здаючи систему опалення в експлуатацію, подати комплект виконавчої документації (робочі креслення з внесеними змінами), всі акти приймання

прихованих робіт, паспорти обладнання, акти гідравлічного і теплового випробувань системи.

Схема проведення випробувань зображена на рисунку 3.1.

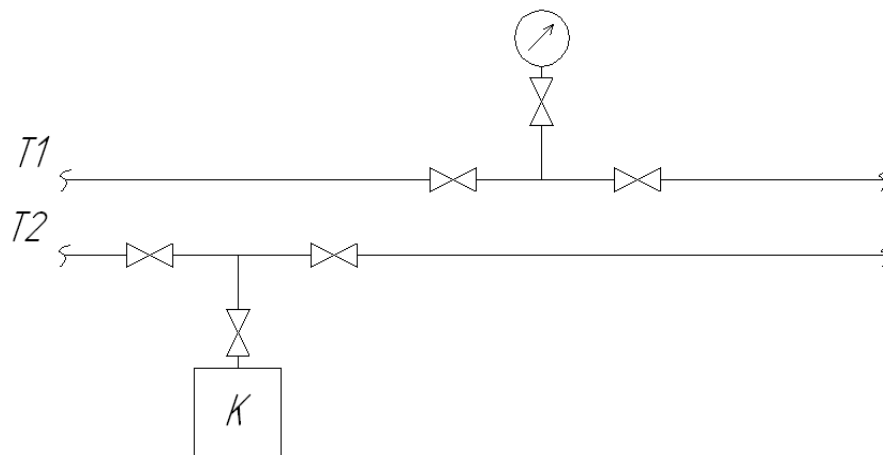


Рисунок 3.1 – Принципова схема випробування системи опалення

3.9 Монтажне регулювання і задача системи вентиляції в експлуатацію

Після закінчення монтажних робіт, під'єднання ліній електротеплохолодо-живлення проводять обкатування обладнання і випробування системи. Установки вентиляції до їх випробування повинні неперервно і справно працювати протягом семи годин. Обкатування проводять після ревізії обладнання: знімання консерванту з деталей, заміряння електричного опору ізоляції електродвигунів, перевірки змащення підшипників двигунів, клапанів редукторів.

Обкатування починають з короткочасного увімкнення вентилятора для визначення напрямку обертання робочого колеса. До вентилятора повинні бути приєднані повітропроводи, температура підшипників вентилятора і двигуна не повинна перевищувати 85°C. Обкатування проходить в присутності замовника і генпідрядника та оформляється актом.

До початку випробувань перевіряють [40]:

- відповідність встановленого обладнання проєктним даним;
- якість збирання повітропроводів і з'єднання їх з обладнанням;
- закінченість будівельних робіт у венткамерах;

- експлуатаційну готовність обладнання

До початку випробувань виявлені дефекти повинні бути ліквідовані.

Під час випробувань перевіряють [40]:

- продуктивність вентиляційного агрегату і її відповідність проєктним даним;

- продуктивність повітророзподільних і повітровсмоктувальних пристроїв по окремим приміщеннях і їх відповідність проєктним даним;

- опір протікання повітря в калориферах, пиловловлювачах, фільтрах, зрошувальних камерах;

- швидкість витікання повітря з припливних отворів;

- негерметичність повітропроводів та інших елементів системи;

- рівномірність прогрівання калориферів;

- рівномірність розпилювання води в зрошувальних камерах.

Допустимі відхилення за продуктивність відносно проєктних, що виявлені під час випробування, не повинні перевищувати 10%.

У випробування вентиляційних систем входить також перевірка на герметичність ділянок повітропроводів, що приховані в будівельних конструкціях. За результатами перевірки складають відповідний акт.

Виконують два види регулювання вентиляційних систем:

- індивідуальне на проєктну продуктивність - виконується з монтажною організацією;

- комплексне – здійснюється з повним технологічним завантаженням спеціалізованими організаціями за прямим договором із замовником.

Витрата повітря по вентиляційній мережі змінюється за допомогою дроселювальних клапанів або односторонніх діафрагм, що встановлюються між фланцями.

Витрату регулюють, змінюючи частоту обертання робочого колеса вентилятора або повністю замінивши вентиляторний агрегат на більш відповідний за тиском і продуктивністю.

Під час індивідуального регулювання виконують також налагодження повітророзподільних пристроїв, місцевих всмоків, пиловловлювачів, калориферів, кондиціонерів.

Після обкатування, передпускових випробувань і регулювання на кожну вентиляційну систему складають паспорт, де вказуються результати передпускових випробувань і регулювання системи, а також основні дані вентиляційного обладнання.

3.10 Техніка безпеки під час виконання монтажних робіт

Роботи з монтажу системи опалення повинні виконуватися відповідно до ПВР і бути погоджені з загальнобудівельними та іншими спеціальними роботами. Під час заповнення системи опалення теплоносієм і його випускання, під час випробування і налагоджування, необхідно користуватися переносними освітлювачами напругою не вище 12В.

Для попередження пожежі на місці монтажних робіт або в заготівельній майстерні необхідно обережно поводитись з вогнем та виконувати всі протипожежні заходи. Палити можна лише в спеціально відведених місцях. Вогнебезпечні матеріали слід зберігати в спеціальних приміщеннях. Електромережа повинна бути в справному стані. Обтиральний матеріал треба зберігати в спеціальних металевих ящиках з кришками.

На монтажному майданчику не повинні накопичуватися в великій кількості легкоспалахуючі матеріали. Після закінчення роботи слід виключити електрорубильники, всі електропристрої та освітлювальну мережу, залишивши лише чергове освітлення.

В заготівельних майстернях та на монтажних майданчиках повинні бути необхідні засоби для тушіння пожежі. Слід мати в необхідній кількості вогнегасники та ящики або кульки з піском. Палаючий бензин, гас, нафту, змащувальні матеріали необхідно гасити пінними вогнегасниками та піском.

Заходи з охорони праці і техніки безпеки вирішені комплексно по індивідуальному тепловому пункту.

Зокрема передбачено:

- теплову ізоляцію обладнання та трубопроводів, що мають температуру поверхні більше 45°C;
- заходи із зменшення шуму (оптимальні швидкості руху рідких та газоподібних середовищ та інш.);
- охоронна (влітку), пожежна та технологічна сигналізація;
- занулення обладнання, аварійне освітлення.

Механізація ремонтних робіт і транспортування обладнання і матеріалів на період ремонту передбачається за допомогою переносних засобів. Працюючі повинні забезпечуватися спецодягом, спецвзуттям, індивідуальними засобами захисту та інш., відповідно до діючих норм.

Висновки до розділу 3

У ході виконання організаційно-технологічної частини було створено проєкт технології монтажу системи опалення та вентиляції торгово-офісного центру в м. Київ. Визначено необхідну кількість виробів та матеріалів для монтажу системи опалення та вентиляції, потребу в допоміжних матеріалах, підібрані машини, механізми та пристосування для виконання монтажних робіт, складений календарний план виконання робіт, в якому визначено склад ланок та розряд робітників а також побудовано графік руху робітників і графік використання машин та механізмів (аркуш 10).

Виконаний розрахунок техніко-економічних показників, в якому визначено загальну трудомісткість виконання робіт, що склала для системи опалення 346,75 люд-дні, для системи вентиляції 1540,5 люд-дні та тривалість виконання монтажних робіт 20 днів та 36,5 днів відповідно.

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Для розрахунку вартості дотримувалися вимог Кошторних норм України „Настанова з визначення вартості будівництва” від 02.05.2022 і використовували програму “АВК”.

В локальному кошторисі визначено кошторисну вартість робіт, яка містить в собі прями та загальновиробничі витрати.

Вартість матеріальних ресурсів і машино-годин прийнято за регіональними поточними цінами станом на дату складання документації, згідно прайс-листів та усередненими даними Держбуду України.

Локальний кошторис складений на монтаж системи вентиляції та опалення торговельно-офісного комплексу (табл.5.2). Склад, об’єми робіт та необхідну кількість витратних матеріалів наведено у частині 3 даного проєкту. Основою для розробки кошторису є креслення та специфікації (див. частину 3). Значення основних техніко-економічних показників наведено в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Техніко-економічні показники

Показники	Одиниці вимірювання	Значення
Кошторисна вартість		
- на влаштування системи опалення	грн	210563
- на влаштування системи вентиляції	грн	1229289
Вартість матеріалів, виробів, конструкцій	грн	1224976
Додаткові витрати	грн	10522
Кошторисна заробітна плата	люд.-год.	132871
Кошторисна трудомісткість		9590

(назва організації, що затверджує)

Затверджено

Зведений кошторисний розрахунок у сумі 1999,138 тис.грн.

" ____ " _____ 20__ р.

Будова - Система опалення та вентиляції торгово-офісного комплексу в м. Київ

**Локальний кошторис на будівельні роботи № 2-1-1
на Система опалення та вентиляції**Основа:
креслення (специфікації) №Кошторисна вартість
Кошторисна трудомісткість
Кошторисна заробітна плата
Середній розряд робіт1439,852 тис. грн.
9,590 тис.люд.-год.
132,871 тис. грн.
3,3 розряд

Складений в поточних цінах станом на "21 травня" 2023 р.

№ п/п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.	
					всього	експлуатації машин	всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
										заробітної плати	в тому числі заробітної плати
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Розділ 1. Система опалення											
1	C331-6-2	Перевезення устаткування та будівельних машин транспортом загального призначення на відстань 34 км	т	5,495	<u>61,15</u> --	<u>61,15</u> -	336	-	<u>336</u> -	-	-
2	E16-6-132	Прокладання трубопроводів опалення з металополімерних труб діаметром 16 мм	100м	2,25	<u>3603,11</u> 679,02	<u>77,81</u> 21,87	8107	1528	<u>175</u> 49	<u>48,71</u> 1,65	<u>110</u> 4
3	C113-1897	Труби металопластикові, РЕХ-AL-РЕХ Ду 16x2 мм	м	225	<u>17,56</u> --	- -	3951	-	- -	- -	- -

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	E16-6-133	Прокладання трубопроводів опалення з металополімерних труб діаметром 18 мм	100м	1,291	<u>3603,11</u> 679,02	<u>77,81</u> 21,87	4652	877	<u>100</u> 28	<u>48,71</u> 1,65	<u>63</u> 2
5	C113-1897-1	Труби металопластикові, PEX-AL-PEX Ду 18x2 мм	м	129,1	<u>20,73</u> --	- -	2676	-	- -	- -	- -
6	E16-6-134	Прокладання трубопроводів опалення з металополімерних труб діаметром 20 мм	100м	2,796	<u>3603,11</u> 679,02	<u>77,81</u> 21,87	10074	1899	<u>218</u> 61	<u>48,71</u> 1,65	<u>136</u> 5
7	C113-1898	Труби металопластикові, PEX-AL-PEX Ду 20x2,25 мм	м	279,6	<u>22,67</u> --	- -	6339	-	- -	- -	- -
8	E16-6-135	Прокладання трубопроводів опалення з металополімерних труб діаметром 25 мм	100м	1,946	<u>3603,11</u> 679,02	<u>77,81</u> 21,87	7012	1321	<u>151</u> 43	<u>48,71</u> 1,65	<u>95</u> 3
9	C113-1899	Труби металопластикові, PEX-AL-PEX Ду 25x2,5 мм	м	194,6	<u>43,07</u> --	- -	8381	-	- -	- -	- -
10	E16-6-136	Прокладання трубопроводів опалення з металополімерних труб діаметром 32 мм	100м	1,493	<u>3603,11</u> 679,02	<u>77,81</u> 21,87	5379	1014	<u>116</u> 33	<u>48,71</u> 1,65	<u>73</u> 2
11	C113-1900	Труби металопластикові, PEX-AL-PEX Ду 32x3 мм	м	149,3	<u>63,07</u> --	- -	9416	-	- -	- -	- -
12	E16-6-137	Прокладання трубопроводів опалення з металополімерних труб діаметром 40 мм	100м	0,746	<u>3603,11</u> 679,02	<u>77,81</u> 21,87	2688	507	<u>58</u> 16	<u>48,71</u> 1,65	<u>36</u> 1
13	C113-1901	Труби металопластикові, PEX-AL-PEX Ду 40x4 мм	м	74,6	<u>222,30</u> --	- -	16584	-	- -	- -	- -
14	E16-6-5	Прокладання трубопроводів опалення зі сталених водогазопровідних неоцинкованих труб діаметром 40 мм	100м	0,776	<u>4692,93</u> 679,02	<u>77,81</u> 21,87	3642	527	<u>60</u> 17	<u>48,71</u> 1,65	<u>38</u> 1
15	C113-17	Труби сталеві зварні водогазопровідні з різьбою, чорні звичайні неоцинковані, діаметр умовного проходу 40 мм, товщина стінки 3,5 мм	м	77,6	<u>22,26</u> --	- -	1727	-	- -	- -	- -
16	P15-90-2	Установлення опалювальних радіаторів сталевих	100кВт	1,659	<u>2434,79</u> 1463,47	<u>308,70</u> 109,54	4039	2428	<u>512</u> 182	<u>111,46</u> 8,23	<u>185</u> 14
17	C130-559	Радіатори сталеві опалювальні панельні РСВ2-1, РСВ2-6, однорядні	кВт	165,9	<u>207,69</u> --	- -	34456	-	- -	- -	- -

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
18	E16-26-3	Установлення лічильників [водомірів] діаметром до 80 мм	шт	2	<u>157,25</u> 38,01	<u>13,16</u> 3,21	315	76	<u>26</u> 6	<u>2,76</u> 0,25	<u>6</u> 1
19	C1630-983	Лічильники [водоміри] гарячої води ВТГ-80 турбінні	шт	2	<u>836,49</u> --	- -	1673	-	- -	- -	- -
20	E18-17-2	Установлення повітрозбірників зі сталених труб зовнішнім діаметром до 89 мм	шт	97	<u>93,38</u> 25,37	<u>6,17</u> 2,07	9058	2461	<u>598</u> 201	<u>1,82</u> 0,16	<u>177</u> 16
21	C130-229	Повітрозбірники вертикальні проточні із сталевих водогазопровідних та безшовних труб, марка 2ВСВ-80, діаметр штуцера 80 мм, зовнішній діаметр корпусу 325 мм	шт	97	<u>354,60</u> --	- -	34396	-	- -	- -	- -
22	E16-22-2	Установлення водомірних вузлів, що поставляються на місце монтажу зібраними в блоки, з обвідною лінією діаметром вводу до 100 мм, діаметром водоміру до 80 мм	шт	1	<u>471,88</u> 285,68	<u>56,98</u> 16,12	472	286	<u>57</u> 16	<u>21,48</u> 1,20	<u>21</u> 1
23	C130-894	Вузли укрупнені монтажні із сталевих водогазопровідних оцинкованих труб для водопостачання, діаметр 80 мм	м	1	<u>94,73</u> --	- -	95	-	- -	- -	- -
24	E18-22-2	Установлення манометрів з триходовим краном комплект		6	<u>7,38</u> 5,23	- -	44	31	- -	<u>0,36</u> -	<u>2</u> -
25	C1630-113	Манометри загального призначення з триходовим краном, ОБМ1-100	комплект	6	<u>24,64</u> --	- -	148	-	- -	- -	- -
26	E18-13-2	Установлення насосів відцентрових з електродвигуном, маса агрегату до 0,2 т	шт	2	<u>584,09</u> 364,06	<u>41,93</u> 12,39	1168	728	<u>84</u> 25	<u>26,73</u> 0,92	<u>53</u> 2
27	C1630-1164	Насоси [агрегати] відцентрові одноступінчасті К20/30 на плиті з електродвигуном 4А100С2	шт	2	<u>1551,09</u> --	- -	3102	-	- -	- -	- -
28	E18-14-3	Установлення вставок віброізолюючих до насосів тиском 1,6 МПа, діаметр вставки 50 мм	шт	2	<u>319,73</u> 23,29	<u>6,72</u> 1,61	639	47	<u>13</u> 3	<u>1,71</u> 0,13	<u>3</u> -
29	C1630-40	Вставки віброізолювальні на тиск 1,6 МПа [16 кгс/см ²], діаметр 50 мм	комплект	2	<u>242,15</u> --	- -	484	-	- -	- -	- -
30	E18-16-2	Установлення грязьовиків, зовнішній діаметр патрубку до 57 мм	шт	2	<u>753,86</u> 58,97	<u>17,65</u> 4,21	1508	118	<u>35</u> 8	<u>4,33</u> 0,33	<u>9</u> 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
31	C130-258	Грязьовики із сталевих електрозварних та водогазопровідних труб, зовнішній діаметр вхідного патрубка 57 мм, зовнішній діаметр корпусу 273 мм	шт	2	<u>502,36</u> --	- -	1005	-	- -	- -	- -
32	E18-21-4	Установлення фільтрів для очищення води у трубопроводах систем опалення діаметром 50 мм	10шт	0,2	<u>1878,33</u> 203,21	<u>135,46</u> 37,17	376	41	<u>27</u> 7	<u>14,92</u> 2,94	<u>3</u> 1
33	C1630-106	Фільтри для очищення води в трубопроводах систем опалення діаметром 50 мм	шт	2	<u>153,17</u> --	- -	306	-	- -	- -	- -
34	E16-15-2	Установлення вентилів, засувок, затворів, клапанів зворотних, кранів прохідних на трубопроводах із сталевих труб діаметром до 50 мм	шт	52	<u>55,19</u> 33,19	<u>11,89</u> 2,52	2870	1726	<u>618</u> 131	<u>2,41</u> 0,18	<u>125</u> 9
35	C1630-636	Крани прохідні натяжні муфтові латунні для рідких середовищ, 11Б16к, тиск 0,6 МПа [6 кгс/см ²], діаметр 40 мм	шт	16	<u>68,21</u> --	- -	1091	-	- -	- -	- -
36	C1630-540	Клапани зворотні підйомні муфтові для води та пари, 16Б16к. тиск 1,6 МПа [16 кгс/см ²], діаметр 50 мм	шт	3	<u>81,41</u> --	- -	244	-	- -	- -	- -
37	C130-1107	Вентилі запірні, діаметр 25 мм	шт	29	<u>31,50</u> --	- -	914	-	- -	- -	- -
38	C1630-1766	Засувки клинові фланцеві з висувним шпінделем ЗКС2 для води та пари, тиск 1,6 МПа [16 кгс/см ²], діаметр 50 мм	шт	4	<u>1056,09</u> --	- -	4224	-	- -	- -	- -
39	E16-17-2	Установлення клапанів запобіжних одноважільних діаметром 40 мм	шт	1	<u>91,32</u> 41,54	<u>6,34</u> 1,73	91	42	<u>6</u> 2	<u>3,05</u> 0,14	<u>3</u> -
40	C1630-571	Клапани запобіжні малопідйомні одноважільні фланцеві для води та пари, 17ч3бр1, тиск 1,6 МПа [16 кгс/см ²], діаметр 40 мм	шт	1	<u>171,77</u> --	- -	172	-	- -	- -	- -
41	E16-29-1	Гідравлічне випробування трубопроводів систем опалення, водопроводу і гарячого водопостачання діаметром до 50 мм	100м	11,316	<u>149,82</u> 140,15	<u>3,03</u> 0,20	1695	1586	<u>34</u> 2	<u>8,22</u> 0,02	<u>93</u> -

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
42	C205-501	Станції компресорні, тиск 245 кПа [2,5 ат], подача 40 м3/хв	маш-год	1	<u>117,28</u> --	<u>117,28</u> 29,09	117	-	<u>117</u> 29	-	<u>-</u> 2,51	<u>-</u> 3
43	C331-9-2	Перевезення інших вантажів транспортом загального призначення на відстань 34 км	т	0,2	<u>42,59</u> --	<u>42,59</u> -	9	-	<u>9</u> -	-	<u>-</u> -	<u>-</u> -
		Разом прямі витрати по розділу 1, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.-год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. ----- -----						195675	17243	<u>3350</u> 859		<u>1231</u> 66
		Всього по розділу 1, грн.						210563				
Розділ 2. Система вентиляції												
44	C331-6-2	Перевезення устаткування та будівельних машин транспортом загального призначення на відстань 34 км	т	9,26	<u>61,15</u> --	<u>61,15</u> -	566	-	<u>566</u> -	-	<u>-</u> -	<u>-</u> -
45	E20-1-2	Прокладання повітроводів із листової сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,5 мм, периметром до 600 мм	100м2	5,33	<u>13618,33</u> 3356,28	<u>78,61</u> 27,25	72586	17889	<u>419</u> 145	<u>261,80</u> 2,09	<u>1395</u> 11	
46	C130-1109	Повітроводи класу Н з листової сталі товщиною 0,5 мм, прямокутного перерізу, розмір більшої сторони до 250 мм	м2	533	<u>93,25</u> --	- -	49702	-	- -	- -	- -	
47	E20-1-3	Прокладання повітроводів із листової сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,5 мм, периметром 800, 1000 мм	100м2	2,51	<u>13325,54</u> 3072,95	<u>69,15</u> 24,09	33447	7713	<u>174</u> 60	<u>239,70</u> 1,83	<u>602</u> 5	
48	C130-1112	Повітроводи класу Н з листової сталі товщиною 0,7 мм, прямокутного перерізу, розмір більшої сторони від 300 до 1000 мм	м2	251	<u>99,33</u> --	- -	24932	-	- -	- -	- -	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
49	E20-1-10	Прокладання повітроводів із листової сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,7 мм, периметром від 1100 до 1600 мм	100м2	7,46	<u>13430,37</u> 2658,87	<u>63,17</u> 22,10	100191	19835	<u>471</u> 165	<u>207,40</u> 1,68	<u>1547</u> 12
50	C130-1112	Повітроводи класу Н з листової сталі товщиною 0,7 мм, прямокутного перерізу, розмір більшої сторони від 300 до 1000 мм	м2	746	<u>99,33</u> --	- -	74100	-	- -	- -	- -
51	E20-1-11	Прокладання повітроводів із листової сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,7 мм, периметром до 2400 мм	100м2	9,93	<u>12896,99</u> 2000,69	<u>49,17</u> 16,24	128067	19867	<u>488</u> 161	<u>156,06</u> 1,25	<u>1550</u> 12
52	C130-1112	Повітроводи класу Н з листової сталі товщиною 0,7 мм, прямокутного перерізу, розмір більшої сторони від 300 до 1000 мм	м2	993	<u>99,33</u> --	- -	98635	-	- -	- -	- -
53	E20-1-12	Прокладання повітроводів із листової сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,7 мм, периметром до 3200 мм	100м2	9,14	<u>12471,73</u> 1617,11	<u>50,17</u> 16,57	113992	14780	<u>459</u> 151	<u>126,14</u> 1,28	<u>1153</u> 12
54	C130-1112	Повітроводи класу Н з листової сталі товщиною 0,7 мм, прямокутного перерізу, розмір більшої сторони від 300 до 1000 мм	м2	914	<u>99,33</u> --	- -	90788	-	- -	- -	- -
55	E20-1-13	Прокладання повітроводів із листової сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,7 мм, периметром до 3600 мм	100м2	1,27	<u>12397,59</u> 1488,53	<u>47,44</u> 15,36	15745	1890	<u>60</u> 20	<u>116,11</u> 1,19	<u>147</u> 2
56	C130-1112	Повітроводи класу Н з листової сталі товщиною 0,7 мм, прямокутного перерізу, розмір більшої сторони від 300 до 1000 мм	м2	127	<u>99,33</u> --	- -	12615	-	- -	- -	- -
57	E20-1-14	Прокладання повітроводів із листової сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,7 мм, периметром 4000 мм	100м2	0,56	<u>12232,51</u> 1359,95	<u>44,95</u> 14,53	6850	762	<u>25</u> 8	<u>106,08</u> 1,13	<u>59</u> 1
58	C130-1112	Повітроводи класу Н з листової сталі товщиною 0,7 мм, прямокутного перерізу, розмір більшої сторони від 300 до 1000 мм	м2	56	<u>99,33</u> --	- -	5562	-	- -	- -	- -
59	E20-12-10	Установлення ґрат жалюзійних сталевих щілинних регульовальних [Р] номер 150, розмір 150x150 мм	ґрати	60	<u>31,90</u> 23,90	<u>2,85</u> 0,89	1914	1434	<u>171</u> 53	<u>1,82</u> 0,07	<u>109</u> 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
60	C130-602	Грати щілинні регулювальні, марка Р-150, розмір 150x150 мм	м2	135	<u>252,05</u> --	- -	34027	-	- -	- -	- -
61	E20-12-11	Установлення ґрат жалюзійних сталевих щілинних регулювальних [Р] номер 200, розмір 200x200 мм	ґрати	47	<u>34,15</u> 23,90	<u>2,85</u> 0,89	1605	1123	<u>134</u> 42	<u>1,82</u> 0,07	<u>86</u> 3
62	C130-603	Грати щілинні регулювальні, марка Р-200, розмір 200x200 мм	м2	188	<u>182,43</u> --	- -	34297	-	- -	- -	- -
63	E20-13-15	Установлення клапанів вогнезатримуючих периметром до 1600 мм	клапан	39	<u>108,33</u> 90,84	<u>1,49</u> 0,50	4225	3543	<u>58</u> 20	<u>6,83</u> 0,04	<u>266</u> 2
64	C1630-1782-1	Клапани вогнезатримуючі, прямокутного перерізу у горизонтальному або вертикальному повітроводі, КОп2, переріз 400x400 мм	шт	39	<u>681,43</u> --	- -	26576	-	- -	- -	- -
65	E20-13-16	Установлення клапанів вогнезатримуючих периметром до 3200 мм	клапан	27	<u>167,84</u> 118,97	<u>8,46</u> 2,82	4532	3212	<u>228</u> 76	<u>9,28</u> 0,23	<u>251</u> 6
66	C1630-1798-1	Клапани вогнезатримуючі, прямокутного перерізу, у горизонтальному або вертикальному повітроводі, КОп3ц, переріз 500x500 мм	шт	27	<u>791,79</u> --	- -	21378	-	- -	- -	- -
67	E20-14-8	Установлення заслінок повітряних і клапанів повітряних КВР із ручним приводом периметром до 2400 мм	шт	14	<u>68,61</u> 32,83	<u>1,49</u> 0,50	961	460	<u>21</u> 7	<u>2,50</u> 0,04	<u>35</u> 1
68	C130-388-1	Клапани повітряні регулювальні прямокутного перерізу з ручним приводом, марка КВР 250x500	шт	14	<u>2163,71</u> --	- -	30292	-	- -	- -	- -
69	E20-14-9	Установлення заслінок повітряних і клапанів повітряних КВР із ручним приводом периметром до 4000 мм	шт	8	<u>125,12</u> 49,37	<u>3,49</u> 1,16	1001	395	<u>28</u> 9	<u>3,76</u> 0,09	<u>30</u> 1
70	C130-395-1	Клапани повітряні регулювальні прямокутного перерізу з ручним приводом, марка КВР 800x1000	шт	8	<u>2398,47</u> --	- -	19188	-	- -	- -	- -
71	E20-14-7	Установлення заслінок повітряних і клапанів повітряних КВР із ручним приводом периметром до 1600 мм	шт	5	<u>45,69</u> 26,39	<u>1,00</u> 0,33	228	132	<u>5</u> 2	<u>2,01</u> 0,03	<u>10</u> -

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10	11	
72	C130-384-1	Клапани повітряні регулювальні прямокутного перерізу з ручним приводом, марка КВР 250х250	шт	5	<u>2132,42</u> --	- -	10662	-	- -	- -	- -	
73	E20-34-1	Установлення агрегатів повітряно-опалювальних масою до 0,25 т	шт	4	<u>214,82</u> 163,46	<u>39,64</u> 12,69	859	654	<u>159</u> 51	<u>12,75</u> 0,97	<u>51</u> 4	
74	C130-3-1	Агрегати вентиляційні припливно-витяжні Ventus	шт	2	<u>58036,63</u> --	- -	116073	-	- -	- -	- -	
75	E20-26-5	Установлення шумоглушників вентиляційних трубчастих типу ГТП 1-5 перерізом 400х400 мм	шт	4	<u>650,30</u> 40,08	<u>2,49</u> 0,83	2601	160	<u>10</u> 3	<u>3,09</u> 0,07	<u>12</u> -	
76	C1630-1142	Шумоглушники вентиляційні трубчасті ШТП-10 із листової гарячекатаної та тонколистової оцинкованої сталі, наповнювач - мати [полотно] із супертонкого скловолокна марки Ш, прямокутного перерізу, на зварюванні, переріз короба 400х400 мм, маса наповнювача 3,4 кг	шт	4	<u>796,96</u> --	- -	3188	-	- -	- -	- -	
77	E26-12-2	Ізоляція плоских поверхонь [плитами мінераловатними на синтетичному зв'язуючому М-125][плитами напівжорсткими зі скляного штапельного волокна на синтетичному зв'язуючому]	10м2	0,65	<u>218,14</u> 116,31	<u>73,19</u> 24,42	142	76	<u>48</u> 16	<u>8,54</u> 1,96	<u>6</u> 1	
78	C114-8-У1	Плити мінераловатні ламельні підвищеної жорсткості на синтетичному зв'язувальному, марка М125	м3	6,5	<u>894,77</u> --	- -	5816	-	- -	- -	- -	
79	C331-9-2	Перевезення інших вантажів транспортом загального призначення на відстань 34 км	т	0,2	<u>42,59</u> --	<u>42,59</u> -	9	-	<u>9</u> -	- -	- -	
Разом прямі витрати по розділу 2, грн.							1147352	93925	<u>3533</u> 989		<u>7309</u> 77	
в тому числі:												
вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.							1049894					
всього заробітна плата, грн.							94914					
Загальновиробничі витрати, грн.							81937					
трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.-год.							774					
заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.							16914					
Всього по розділу 2, грн.							1229289					

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Разом прямі витрати по кошторису, грн.					1343027	111168	6883 1848		8540 143
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.					1224976				
		всього заробітна плата, грн.					113016				
		Загальновиробничі витрати, грн.					96825				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.-год.					907				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					19855				

		Прямі витрати будівельних робіт , грн.					1343027				
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.					1224976				
		заробітна плата робітників, не зайнятих обслуговуванням машин, грн.					111168				
		заробітна плата в експлуатації машин, грн.					1848				
		Загальновиробничі витрати, грн.					96825				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.-год.					907				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					19855				
		Всього кошторисна вартість будівельних робіт , грн.					1439852				
		кошторисна трудомісткість, люд.-год.					9590				
		кошторисна заробітна плата, грн.					132871				

		Всього по кошторису, грн.					1439852				
		Кошторисна трудомісткість, люд.-год.					9590				
		Кошторисна заробітна плата, грн.					132871				

Кошти на зведення та розбирання тимчасових будівель і споруд виробничого та допоміжного призначення, передбачених даним проектом (робочим проектом)	21598
Додаткові витрати при виконанні будівельно-монтажних робіт у зимовий період (0,5X0,9)%	10522
Кошти на утримання служби замовника (включаючи витрати на технічний нагляд) (2,5 %)	36799
Вартість проектних робіт	59909

Вартість експертизи проектної документації (К=1,1)	5505
Кошти на здійснення авторського нагляду	30402
Кошти на покриття адміністративних витрат будівельно-монтажних організацій	14032
Кошти на покриття ризику всіх учасників будівництва	47225
Кошти на покриття додаткових витрат, пов'язаних з інфляційними процесами	104
Разом по кошторису:	1665948
Податок на додану вартість (ПДВ) (20 %)	333190
Всього по кошторису	1999138
Зворотні суми у тому числі:	3240
- від тимчасових будівель і споруд (15 %)	3240

Директор (або головний інженер) проектної організації _____ .

Головний інженер проекту _____

Узгоджено:

Замовник _____

Висновок до розділу 5

В даному розділі проведено розрахунок локального кошторису на влаштування системи вентиляції та системи опалення торгово-офісного центру, наведено техніко-економічні показники.

В результаті розрахунку отримано наступні значення: всього витрати по кошторису – 1439852 грн, кошторисна трудомісткість –9590 люд-год, кошторисна заробітна плата –132871 грн.

ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК

Обґрунтовано використання рекуперації теплоти вентиляційних викидів в якості енергозберігаючого заходу. Проаналізовано існуючі засоби рекуперації теплоти та вибрано конкретний тип рекуператора для найбільш ефективної роботи системи вентиляції.

За аналізом техніко-економічного обґрунтування визначено термін окупності та економії енергії при установці в систему обробки повітря пластинчастого рекуператора. При установці пластинчастого теплоутилізатора відсутні витрати енергії на привід, оскільки у даного типу теплообмінника відсутні рухомі частини. Вартість зекономленої енергії при установці пластинчастого рекуператора становить 74657 грн/рік, а термін окупності складає 0,2 роки.

Для системи опалення виконано наступні розрахунки:

- розрахунок теплового режиму будівлі;
- моделювання гідравлічного режиму системи опалення.

Системи радіаторного опалення будівлі запроєктовані двотрубні з нижньою розводкою подавальних та зворотних трубопроводів, які прокладаються в конструкції підлоги (аркуш 5). Радіатори обладнані приєднувальними елементами RTD-K з попередньою настройкою, перед кожним відгалудженням встановлені автоматичні балансувальні клапани. Підібрано обладнання фірм "Willo", "Danfoss", "Sira".

Для системи вентиляції виконано наступні розрахунки:

- теплонадходження в приміщення;
- повітрообмін приміщень;
- моделювання аеродинамічного розрахунку системи.

Всі розрахунки виконано відповідно до чинних нормативних актів

Повітрообмін в приміщеннях прийнятий з розрахунку необхідної витрати повітря на людину, і забезпечення видалення теплонадлишків.

Система вентиляції складається з 2 припливно-витяжних систем з пластинчастими рекуператорами в торгових та офісних приміщеннях, та фанкойлів в офісних приміщеннях (аркуш 6, 7).

Ділянки повітропроводу, які знаходяться ззовні будівлі прокладаються в теплоізоляції. Викид повітря передбачений через покрівлю на висоті 1 м від покрівлі. Для наладки і регулювання системи на кожному відгалуженні встановлені дросель-клапани з розмірами, що відповідають розмірам повітропроводу. Припливно-витяжні установки і чилер з гідромодулем розташовані на даху. Для системи вентиляції підібрано повітропроводи прямокутного перерізу, ґратки вентиляційні уніфіковані, припливно-витяжні установки Ventus, фанкойли фірми Galletti, чилер і насосну станцію Clivet.

Під час виконання організаційно-технологічного забезпечення реалізації проєктних рішень було визначено необхідну кількість виробів та матеріалів для монтажу систем вентиляції та опалення, потребу в допоміжних матеріалах, підібрані машини, механізми та пристосування для виконання монтажних робіт, складений календарний план виконання робіт, в якому визначено склад ланок та розряд робітників. Виконаний розрахунок техніко-економічних показників, в якому визначено загальну трудомісткість виконання робіт, що склала для системи опалення 346,75 люд-дні, для системи вентиляції 1540,5 люд-дні та тривалість виконання монтажних робіт 20 днів та 36,5 днів відповідно (аркуш 10).

Виконано розрахунок техніко-економічних показників. Складено локальні кошториси для системи опалення та вентиляції. В результаті розрахунку отримано наступні значення: всього витрати по кошторису – 1439852 грн, кошторисна трудомісткість –9590 люд-год, кошторисна заробітна плата –132871 грн.



ЕКСПЕРТНИЙ ВИСНОВОК
про перевірку на наявність академічного плагіату
у випускних кваліфікаційних і навчальних роботах студента

Комісія з виявлення та запобігання академічного плагіату, перевіривши навчальну роботу автора Бережнова Н.С. на тему: «Енергоефективні системи забезпечення мікроклімату приміщень торгівельно-офісного центру», дійшла до висновку:

Рівень оригінальності твору станом на 09.06.2023 р. *82,3%*
(дата перевірки роботи)

є достатній

Завідувач кафедри

Георгій РАТУШНЯК

Відповідальна особа на кафедрі

Наталія СЛОБОДЯН

Науковий керівник

Георгій РАТУШНЯК

Додаток А
Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет



ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на розробку:

«ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ СИСТЕМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
МІКРОКЛІМАТУ ПРИМІЩЕНЬ ТОРГІВЕЛЬНО-ОФІСНОГО ЦЕНТРУ»

Розробив
ст. гр. ТГ-21м з/в _____ Березнова Н.С.

Керівник
к.т.н., професор _____ Ратушняк Г.С.

Вінниця 2023

Технічне завдання

1. Призначення розробки та місце застосування. Системи опалення та вентиляції призначені для створення оптимальних мікрокліматичних умов, підтримання температурного балансу в приміщеннях будівлі.

2. Основа для виконання робіт.

Завдання на магістерську кваліфікаційну роботу.

3. Мета та призначення розробки.

Метою магістерської кваліфікаційної роботи є проектування системи опалення та вентиляції житлової будівлі. Проектування системи опалення та вентиляції.

Призначення розробки: підтримка оптимальних мікрокліматичних параметрів на рівні, необхідному для будівлі.

4. Джерела розробки.

Джерелами розробки є робочі креслення, нормативна література.

5. Технічні вимоги.

Технічні вимоги до системи опалення та газопостачання викладені в наступній нормативній літературі:

ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція і кондиціювання повітря».

6. Вимоги по стандартизації та уніфікації.

При розробці системи опалення та вентиляції потрібно застосовувати максимально можливу кількість стандартних виробів, які б забезпечували можливість швидкого монтажу систем та можливість їх ремонту чи заміни.

7. Вимоги з надійності.

Вимоги по надійності викладені ДБН Д.2.4-15-2000. Обов'язковими є показники:

7.1. Середній термін напрацювання обладнання на відмову, який складає не менше 10 років.

7.2. Середній повний строк служби не менше 25 років.

7.3. Оцінку відповідності показників надійності – середній термін напрацювання обладнання на відмову провести на етапі приймальних випробувань експериментальним шляхом у відповідності ДБН Д.2.4-15-2000.

7.4. На вироби повинні бути встановлені строки експлуатації.

8. Ергономічні вимоги:

8.1. Розташування органів управління основного та допоміжного обладнання повинні забезпечувати роботу персоналу нагляду на протязі денної та нічної частини доби.

8.2. Виконання вимог ергономіки перевіряється при попередніх випробуваннях і уточнюється на стадії приймальних випробувань.

9. Експлуатаційні та ремонтні вимоги.

Для виробів в період експлуатації повинні бути встановлені наступні види технічного обслуговування: сезонне ТО, регламентоване ТО, строки ТО і ДО повинні по можливості співпадати з строками обслуговування базового обладнання.

10. Порядок розробки випробувань, приймання систем ТГПіВ:

Стадія розробки встановлюють відповідно з ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція і кондиціювання повітря».

10.1. Обов'язковими етапами дослідно-конструкторської роботи є:

- розроблення та затвердження з замовником функціональних та принципівих схем, конструктивних компоновок та робочих креслень,
- розробка та узгодження програми та методики випробувань,
- узагальнення результатів виконаних робіт, вироблення рекомендацій і інструкцій.

10.2 Ремонтна документація розробляється за окремим завданням замовника.

10.3 Порядок приймання розробки здійснюється у відповідності із вимогами Держстандарту. Оцінка виконаної розробки і прийняття рішення по виконаній розробці виконує приймальна комісія, яку формує розробник.

В склад комісії входять: представник замовника, розробника і виробника. Головою комісії призначається представник замовника.

10.4 Місце і строки випробувань визначають заздалегідь і попередньо узгоджують.

10.5 Перелік документів, що представляється на випробування визначаються у програмі випробувань.

10.6 Перелік матеріалів і документів, що передається замовнику: комплект технічної і експлуатаційної документації, креслення та інструкції з експлуатації розроблених вентиляційних систем.

10.7 Дане технічне завдання може узгоджуватись та доповнюватись в процесі проектування.

Додаток В – Визначення тепловтрат будівлі

Таблиця В.1

№ приміщення	Призначення	Внутр. темп. t, °С	Наймен. огороження	Орієнтація огорожд.	Товщина утеплювача	Термічний опір, R	Розрах. зовн. t, °С	Попр. коеф.	Δt	Висота огорожен. h	Ширина огорожен. а	Площа огорожд.	Коефіц. теплоперед. k	Основні тепловтрати	Додаткові тепловтрати			Загальн. множник	Тепловт. на вентиляцію	Тепловтрати	Сумарні тепловтрати	
															орієнт.	вітер	інші					
1.8	Торговий зал	15	ЗС	Пн	0,15	3,99	-21	1	36	4,2	17,525	73,61	0,25	664,6	10	5	0	1,15		764,3		
		15	ЗС	Пн-Зх	0,15	3,99	-21	1	36	4,2	8	13,44	0,25	121,4	10	5	0	1,15		139,6		
		15	ЗС	Пн	0,15	3,99	-21	1	36	4,2	3,2	13,44	0,25	121,4	10	5	0	1,15	10586,9	139,6	18684,9	
		15	ЗС	Пд	0,15	3,99	-21	1	36	4,2	23,3	79,66	0,25	719,3	5	5	0	1,1		791,2		
		15	ЗС	Пд	0,15	3,99	-21	1	36	4,2	16,44	17,21	0,25	155,4	5	5	0	1,1		170,9		
		15	СТ	-	0,1	5,34	-21	0,9	36	-	-	-	73,82	0,19	447,8	0	0	0	1		447,8	
		15	ВК	Пд	-	0,55	-21	1	36	3,6	4	14,40	1,82	942,5	0	5	0	1,05		989,7		
		15	ВК	Пд	-	0,65	-21	1	36	3,6	14,4	51,84	1,54	2871,1	5	5	0	1,1		3158,3		
		15	ВК	Пн-Зх	-	0,65	-21	1	36	4,2	4,8	20,16	1,54	1116,6	10	5	0	1,15		1284,0		
15	ЗД	Пн	-	0,74	-21	1	36	3,8	1	3,8	1,35	184,9	10	5	0	1,15		212,6				
1.10	Санвузол	20	ЗС	Пд	0,15	3,99	-21	1	41	4,2	3,95	16,59	0,25	170,6	0	5	0	1,05	0,0	179,1	215,8	
		20	СТ	-	0,1	5,34	-21	0,9	41	-	-	5,31	0,19	36,7	0	0	0	1		36,7		
1.11	Комора	16	ЗС	Пд	0,15	3,99	-21	1	37	4,2	5,74	24,11	0,25	223,7	0	5	0	1,05	685,5	234,9	989,7	
		16	ЗД	Пд	-	0,74	-21	1	37	2,2	0,6	1,32	1,35	66,0	0	5	0	1,05		69,3		
1.13	Тамбур-сходи	16	ЗС	Пн	0,15	3,99	-21	1	37	4,2	5,63	23,65	0,25	219,4	10	5	0	1,15		252,4		
		16	ЗС	Пд	0,15	3,99	-21	1	37	4,2	6,62	27,80	0,25	258,0	0	5	0	1,05	2946,1	270,9	5141,4	
		16	ЗД	Пн	-	0,74	-21	1	37	3,8	4	15,20	1,35	760,0	10	5	0	1,15		874,0		
		16	ЗД	Пд	-	0,74	-21	1	37	3,8	4	15,20	1,35	760,0	0	5	0	1,05		798,0		
1.14	Торговий зал	15	ЗС	Пн-Зх	0,15	3,99	-21	1	36	4,2	11,56	18,31	0,25	165,4	10	5	0	1,15		190,2		
		15	ЗС	Пн	0,15	3,99	-21	1	36	4,2	12,47	52,37	0,25	472,9	10	5	0	1,15	16131,4	543,9	21947,8	
		15	ЗС	Пд	0,15	3,99	-21	1	36	4,2	15,9	14,94	0,25	134,9	0	5	0	1,05		141,6		
		15	ВК	Пд	-	0,65	-21	1	36	3,6	14,4	51,84	1,54	2871,1	0	5	0	1,05		3014,7		
		15	ВК	Пн-Зх	-	0,65	-21	1	36	4,2	7,2	30,24	1,54	1674,8	10	5	0	1,15		1926,1		
1.18	Гардероб	16	ЗС	Сх	0,15	3,99	-21	1	37	4,2	3,36	14,11	0,25	131,0	10	5	0	1,15	0,0	150,6	150,6	
1.21	Кімната персоналу	20	ЗС	Сх	0,15	3,99	-21	1	41	4,2	7,12	29,90	0,25	307,5	10	5	5	1,2		369,0		
		20	ЗС	Пд	0,15	3,99	-21	1	41	4,2	5,1	16,62	0,25	170,9	0	5	5	1,1	1426,4	188,0	2316,5	
		20	ВК	Пд	-	0,65	-21	1	41	2	2,4	4,80	1,54	302,8	0	5	5	1,1		333,0		
1.22	Душова	24	ЗС	Сх	0,15	3,99	-21	1	45	4,2	1,02	4,28	0,25	48,4	10	5	0	1,15	0,0	55,6	55,6	
1.23	Тамбур-сходи	16	ЗД	Пд	-	0,74	-21	1	37	4	2	8,00	1,35	400,0	0	5	0	1,05	1179,4	420,0	2207,4	
		16	ЗС	Пд	0,15	3,99	-21	1	37	16	4,4	62,40	0,25	579,1	0	5	0	1,05		608,1		
1.15	завантажувальн.	15	ЗС	Пн	0,15	3,99	-21	1	36	4,2	3,08	12,94	0,25	116,8	10	5	0	1,15	784,6	134,3	1153,9	
		15	ЗД	Пн	-	0,74	-21	1	36	3	1,4	4,20	1,35	204,3	10	5	0	1,15		235,0		
2.2	Торгово-виставковий зал	15	ЗС	Сх	0,15	3,99	-21	1	36	3,6	1,95	7,02	0,25	63,4	10	5	5	1,2		76,1		
		15	ЗС	Пд	0,15	3,99	-21	1	36	3,6	23,4	51,84	0,25	468,1	0	5	5	1,1		514,9		
		15	ЗС	Зх	0,15	3,99	-21	1	36	3,6	8,08	29,09	0,25	262,7	5	5	5	1,15		302,1		
		15	ЗС	Пн	0,15	3,99	-21	1	36	3,6	6,72	24,19	0,25	218,4	10	5	5	1,2		262,1		
		15	ЗС	Пн-Зх	0,15	3,99	-21	1	36	3,6	8,08	14,69	0,25	132,6	10	5	5	1,2		159,2		
		15	ЗС	Пн	0,15	3,99	-21	1	36	3,6	16,45	59,22	0,25	534,7	10	5	5	1,2		641,7		
		15	ЗС	Пн-Зх	0,15	3,99	-21	1	36	3,6	11,6	15,84	0,25	143,0	10	5	5	1,2	20628,0	171,6	29299	
		15	ЗС	Сх	0,15	3,99	-21	1	36	3,6	1,95	7,02	0,25	63,4	10	5	5	1,2		76,1		
		15	ЗС	Пд	0,15	3,99	-21	1	36	3,6	16,5	52,20	0,25	471,4	0	5	5	1,1		518,5		

Продовження таблиці В.1

		15	ЗС	Зх	0,15	3,99	-21	1	36	3,6	1,95	7,02	0,25	63,4	5	5	5	1,15		72,9	
		15	ВК	Пд	-	0,65	-21	1	36	3	10,8	32,40	1,54	1794,5	0	5	5	1,1		1973,9	
		15	ВК	Пн-Зх	-	0,65	-21	1	36	3	4,8	14,40	1,54	797,5	10	5	5	1,2		957,0	
		15	ВК	Пн-Зх	-	0,65	-21	1	36	3,6	7,2	25,92	1,54	1435,6	10	5	5	1,2		1722,7	
		15	ВК	Пд	-	0,65	-21	1	36	3	2,4	7,20	1,54	398,8	0	5	5	1,1		438,6	
		15	СТ	-	0,1	5,34	-21	0,9	36	-	-	123	0,19	746,1	0	0	5	1,05		783,4	
		20	ЗС	Зх	0,15	3,99	-21	1	41	3,6	3,95	14,22	0,25	146,2	5	5	5	1,15		168,2	
2.3	Кімната	20	ЗС	Пд	0,15	3,99	-21	1	41	3,6	5,5	19,80	0,25	203,6	0	5	5	1,1		224,0	
	персоналу	20	ЗС	Сх	0,15	3,99	-21	1	41	3,6	1,95	4,62	0,25	47,5	10	5	5	1,2	903,2	57,0	1534,1
		20	ВК	Сх	-	0,65	-21	1	41	2	1,2	2,40	1,54	151,4	10	5	5	1,2		181,7	
2.4	Кабінет	20	ЗС	Сх	0,15	3,99	-21	1	41	3,6	1,22	4,39	0,25	45,2	10	5	5	1,2		54,2	
	директора	20	ПЛ	-	0,08	4,15	-21	0,6	41	-	-	33,45	0,24	198,4	0	0	5	1,05	1371,5	208,3	4297,6
		20	ВК	Пд-Сх	-	0,65	-21	1	41	3,6	10,2	36,72	1,54	2316,2	5	5	5	1,15		2663,6	
		16	ЗС	Пн	0,15	3,99	-21	1	37	3,6	10,68	33,65	0,25	312,3	10	5	5	1,2		374,7	
2.14	Комора	16	ЗС	Сх	0,15	3,99	-21	1	37	3,6	8,71	31,36	0,25	291,0	10	5	5	1,2	2684,7	349,2	3977,3
		16	ПЛ	-	0,08	4,15	-21	0,6	37	-	-	42,83	0,24	229,3	0	0	5	1,05		240,7	
		16	ВК	Пн	-	0,65	-21	1	37	2	2,4	4,80	1,54	273,2	10	5	5	1,2		327,9	
2.15	Комора	16	ЗС	Пн	0,15	3,99	-21	1	37	3,6	8,78	29,21	0,25	271,1	10	5	0	1,15	2077,6	311,7	2546
		16	ВК	Пн	-	0,65	-21	1	37	2	1,2	2,40	1,54	136,6	10	5	0	1,15		157,1	
2.16	Комора	8	ЗС	Пн	0,15	3,99	-21	1	29	3,6	4,28	15,41	0,25	112,1	10	5	0	1,15	0,0	128,9	128,9
2.13	Коридор	16	ЗС	Пн	0,15	3,99	-21	1	37	3,6	2,12	5,23	0,25	48,6	10	5	0	1,15	603,1	55,8	816,0
		16	ВК	Пн	-	0,65	-21	1	37	2	1,2	2,40	1,54	136,6	10	5	0	1,15		157,1	
		20	ЗС	Сх	0,15	3,99	-21	1	41	3,6	1,95	7,02	0,25	72,2	10	5	5	1,2		86,6	
		20	ЗС	Пд	0,15	3,99	-21	1	41	3,6	9	27,60	0,25	283,8	0	5	5	1,1		312,2	
3.2	Кабінет	20	ЗС	Зх	0,15	3,99	-21	1	41	3,6	7,4	26,64	0,25	274,0	5	5	5	1,15	2191,5	315,1	3626
		20	ВК	Пд	-	0,65	-21	1	41	2	2,4	4,80	1,54	302,8	0	5	5	1,1		333,0	
		20	СТ	-	0,1	5,34	-21	0,9	41	-	-	53,45	0,19	369,2	0	0	5	1,05		387,7	
		20	ЗС	Зх	0,15	3,99	-21	1	41	3,6	3,95	14,22	0,25	146,2	5	5	5	1,15		168,2	
3.3	Кімната	20	ЗС	Пд	0,15	3,99	-21	1	41	3,6	5,5	19,80	0,25	203,6	0	5	5	1,1	903,2	224,0	1534,1
	персоналу	20	ЗС	Сх	0,15	3,99	-21	1	41	3,6	1,95	4,62	0,25	47,5	10	5	5	1,2		57,0	
		20	ВК	Сх	-	0,65	-21	1	41	2	1,2	2,40	1,54	151,4	10	5	5	1,2		181,7	
3.4	Кабінет	20	ЗС	Сх	0,15	3,99	-21	1	41	3,6	1,22	4,39	0,25	45,2	10	5	5	1,2		54,2	
	директора	20	СТ	-	0,1	5,34	-21	0,9	41	-	-	33,45	0,19	231,1	0	0	5	1,05	1371,5	242,6	4331,9
		20	ВК	Пд-Сх	-	0,65	-21	1	41	3,6	10,2	36,72	1,54	2316,2	5	5	5	1,15		2663,6	
		20	ЗС	Зх	0,15	3,99	-21	1	41	3,6	6,5	23,40	0,25	240,6	5	5	5	1,15		276,7	
3.7	Кабінет	20	ЗС	Пн	0,15	3,99	-21	1	41	3,6	8,62	26,23	0,25	269,8	10	5	5	1,2	1903,6	323,7	3220
		20	СТ	-	0,1	5,34	-21	0,9	41	-	-	46,43	0,19	320,7		5	5	1,1		352,8	
		20	ВК	Пн	-	0,65	-21	1	41	2	2,4	4,80	1,54	302,8	10	5	5	1,2		363,3	
		16	ЗС	Пн	0,15	3,99	-21	1	37	3,6	6,4	23,04	0,25	213,8	10	5	0	1,15		245,9	
	Зал	16	ЗС	Пн-Зх	0,15	3,99	-21	1	37	3,6	11,6	15,84	0,25	147,0	10	5	0	1,15		169,1	
3.19	презентацій	16	ЗС	Пн	0,15	3,99	-21	1	37	3,6	8,3	29,88	0,25	277,3	10	5	0	1,15		318,9	

Продовження таблиці В.1

		20	ЗС	Зх	0,15	3,99	-21	1	41	3,6	1,95	7,02	0,25	72,2	5	5	5	1,15		83,0	
		20	ЗС	Пд	0,15	3,99	-21	1	41	3,6	5,5	15,00	0,25	154,3	0	5	5	1,1		169,7	
4.7	Кабінет	20	ЗС	Сх	0,15	3,99	-21	1	41	3,6	7,15	16,14	0,25	166,0	10	5	5	1,2	1189,8	199,2	2912
		20	ВК	Пд	-	0,65	-21	1	41	2	2,4	4,80	1,54	302,8	0	5	5	1,1		333,0	
		20	ВК	Сх	-	0,65	-21	1	41	2	4,8	9,60	1,54	605,5	10	5	5	1,2		726,6	
		20	СТ	-	0,1	5,34	-21	0,9	41	-	-	29,02	0,19	200,5	0	0	5	1,05		210,5	
4.8	Коридор	16	ЗС	Зх	0,15	3,99	-21	1	37	3,6	1,7	6,12	0,25	56,8	5	5	0	1,1		62,5	
		16	ЗС	Пн	0,15	3,99	-21	1	37	3,6	3,42	9,91	0,25	92,0	10	5	0	1,15	2402,4	105,8	3133
		16	ВК	Пн	-	0,65	-21	1	37	2	1,2	2,40	1,54	136,6	10	5	0	1,15		157,1	
		16	СТ	-	0,1	5,34	-21	0,9	37	-	-	64,93	0,19	404,8	0	0	0	1		404,8	
4.9	Санвузол	20	ЗС	Сх	0,15	3,99	-21	1	41	3,6	1,43	5,15	0,25	52,9	10	5	0	1,15	0,0	60,9	89
		20	СТ	-	0,1	5,34	-21	0,9	41	-	-	3,87	0,19	26,7	0	5	0	1,05		28,1	
4.10	Санвузол	20	ЗС	Сх	0,15	3,99	-21	1	41	3,6	1,43	5,15	0,25	52,9	10	5	0	1,15	0,0	60,9	89
		20	Ст	-	0,1	5,34	-21	0,9	41	-	-	3,87	0,19	26,7	0	5	0	1,05		28,1	
																					57859
0.1	Сходова клітка	16	ЗС	Зх	0,15	3,99	-21	1	37	5,2	3	15,60	0,25	144,8	5	5	5	1,15		166,5	
		16	ЗС	Пд	0,15	3,99	-21	1	37	5,2	6,42	27,38	0,25	254,1	0	5	5	1,1	505,9	279,6	1507,1
		16	ЗД	Пд	-	0,74	-21	1	37	3	2	6,00	1,35	300,0	0	0	5	1,05		315,0	
		16	I зона	-	0,15	5,36	-21	1	37	2	10	20,00	0,19	138,0	0	0	0	1		138,0	
		16	II зона	-	0,08	7,16	-21	1	37	2	8,9	17,80	0,14	92,0	0	0	0	1		92,0	
		16	III зона	-	0,08	11,46	-21	1	37	0,6	5,18	3,11	0,09	10,0	0	0	0	1		10,0	
0.8	Сходова клітка	16	III зона	-	0,08	11,46	-21	1	37	0,75	5,5	4,13	0,09	13,3	0	0	0	1	0,0	13,3	40,0
		16	IV зона	-	0,08	17,06	-21	1	37	2,24	5,5	12,32	0,06	26,7	0	0	0	1		26,7	
0.41	Тамбур-сходини	16	ЗС	Сх	0,15	3,99	-21	1	37	5,2	6,5	33,80	0,25	313,7	10	5	5	1,2		376,4	
		16	ЗС	Пн	0,15	3,99	-21	1	37	5,2	2,55	13,26	0,25	123,1	10	5	5	1,2	673,4	147,7	1589,8
		16	ЗД	Пн	-	0,74	-21	1	37	2,4	1	2,40	1,35	120,0	10	5	5	1,2		144,0	
		16	I зона	-	0,15	5,36	-21	1	37	2	10,05	20,10	0,19	138,7	0	0	0	1		138,7	
		16	II зона	-	0,08	7,16	-21	1	37	2	9,18	18,36	0,14	94,9	0	0	0	1		94,9	
		16	III зона	-	0,08	11,46	-21	1	37	1,12	4,06	4,55	0,09	14,7	0	0	0	1		14,7	
0.2	Станція	16	ЗС	Пн	0,15	3,99	-21	1	37	1	10,85	10,85	0,25	100,7	10	5	5	1,2		120,8	
		16	ЗС	Зх	0,15	3,99	-21	1	37	1	4,3	4,30	0,25	39,9	5	5	5	1,15	0,0	45,9	1095,3
	пожежогасіння	16	I зона	-	0,15	5,36	-21	1	37	2	15,15	30,30	0,19	209,1	0	0	0	1		209,1	
		16	II зона	-	0,08	7,16	-21	1	37	2	14,35	28,70	0,14	148,4	0	0	0	1		148,4	
		16	III зона	-	0,08	11,46	-21	1	37	2	8,32	16,64	0,09	53,7	0	0	0	1		53,7	
0.4	Санвузол	20	ЗС	Пд	0,15	3,99	-21	1	41	1	3,93	3,93	0,25	40,4	0	5	0	1,05		42,4	
		20	ЗС	Зх	0,15	3,99	-21	1	41	1	0,73	0,73	0,25	7,5	5	5	0	1,1	0,0	8,3	150,0
		20	I зона	-	0,15	5,36	-21	1	41	2	4,66	9,32	0,19	71,3	0	0	0	1		71,3	
		20	II зона	-	0,08	7,16	-21	1	41	1,39	3,52	4,89	0,14	28,0	0	0	0	1		28,0	
		20	ЗС	Пд	0,15	3,99	-21	1	41	1	19,45	19,45	0,25	200,0	0	5	0	1,05		210,0	
0.5	Більярдний зал	20	ЗС	Пн	0,15	3,99	-21	1	41	1	13,3	13,30	0,25	136,8	10	5	0	1,15		157,3	

Продовження таблиці В.1

		20	ЗС	Пн-Зх	0,15	3,99	-21	1	41	1	8,06	8,06	0,25	82,9	10	5	0	1,15		95,3	
		20	ЗС	Пн	0,15	3,99	-21	1	41	1	9,12	9,12	0,25	93,8	10	5	0	1,15	0,0	107,9	2421,5
		20	I зона	-	0,15	5,36	-21	1	41	2	49,93	99,86	0,19	763,7	0	0	0	1		763,7	
		20	II зона	-	0,08	7,16	-21	1	41	2	58,135	116,27	0,14	666,1	0	0	0	1		666,1	
		20	III зона	-	0,08	11,46	-21	1	41	-	-	92,04	0,09	329,4	0	0	0	1		329,4	
		20	IV зона	-	0,08	17,06	-21	1	41	-	-	38,23	0,06	91,9	0	0	0	1		91,9	
0.42	Кімната персоналу	20	ЗС	Пн	0,15	3,99	-21	1	41	1	4	4,00	0,25	41,1	10	5	0	1,15		47,3	
		20	I зона	-	0,15	5,36	-21	1	41	2	4	8,00	0,19	61,2	0	0	0	1	0,0	61,2	182,9
		20	II зона	-	0,08	7,16	-21	1	41	2	4	8,00	0,14	45,8	0	0	0	1		45,8	
		20	III зона	-	0,08	11,46	-21	1	41	2	4	8,00	0,09	28,6	0	0	0	1		28,6	
0.6	Бар	20	ЗС	Пд	0,15	3,99	-21	1	41	1	11,6	11,60	0,25	119,3	0	5	0	1,05		125,3	
		20	I зона	-	0,15	5,36	-21	1	41	2	11,6	23,20	0,19	177,4	0	0	0	1	0,0	177,4	460,6
		20	II зона	-	0,08	7,16	-21	1	41	-	-	21,75	0,14	124,6	0	0	0	1		124,6	
		20	III зона	-	0,08	11,46	-21	1	41	-	-	9,30	0,09	33,3	0	0	0	1		33,3	
0.7	Підсобне приміщення	16	ЗС	Пд	0,15	3,99	-21	1	37	1	2,45	2,45	0,25	22,7	0	5	0	1,05		23,9	
		16	I зона	-	0,15	5,36	-21	1	37	2	2,45	4,90	0,19	33,8	0	0	0	1	0,0	33,8	92,7
		16	II зона	-	0,08	7,16	-21	1	37	2	2,45	4,90	0,14	25,3	0	0	0	1		25,3	
		16	III зона	-	0,08	11,46	-21	1	37	1,22	2,45	2,99	0,09	9,7	0	0	0	1		9,7	
0.9	Вестибюль	16	ЗС	Пн	0,15	3,99	-21	1	37	1	4,94	4,94	0,25	45,8	10	5	0	1,15		52,7	
		16	I зона	-	0,15	5,36	-21	1	37	2	4,94	9,88	0,19	68,2	0	0	0	1	0,0	68,2	224,8
		16	II зона	-	0,08	7,16	-21	1	37	2	4,94	9,88	0,14	51,1	0	0	0	1		51,1	
		16	III зона	-	0,08	11,46	-21	1	37	2	4,94	9,88	0,09	31,9	0	0	0	1		31,9	
		16	IV зона	-	0,08	17,06	-21	1	37	-	-	9,65	0,06	20,9	0	0	0	1		20,9	
0.12	Обідній зал	20	ЗС	Пн	0,15	3,99	-21	1	41	1	2,36	2,36	0,25	24,3	0	0	0	1		24,3	
		20	ЗС	Пд	0,15	3,99	-21	1	41	1	18,93	18,93	0,25	194,7	0	0	0	1		194,7	
		20	I зона	-	0,15	5,36	-21	1	41	2	21,29	42,58	0,19	325,7	0	0	0	1	0,0	325,7	1265,0
		20	II зона	-	0,08	7,16	-21	1	41	-	-	46,25	0,14	264,9	0	0	0	1		264,9	
		20	III зона	-	0,08	11,46	-21	1	41	-	-	53,75	0,09	192,3	0	0	0	1		192,3	
		20	IV зона	-	0,08	17,06	-21	1	41	-	-	109,45	0,06	263,1	0	0	0	1		263,1	
0.13	Барна стійка	20	IV зона	-	0,08	17,06	-21	1	41	-	-	16,86	0,06	40,5	0	0	0	1		40,5	40,5
0.14	Мийна посуду	20	ЗС	Пд	0,15	3,99	-21	1	41	1	3,41	3,41	0,25	35,1	0	5	0	1,05		36,8	
		20	I зона	-	0,15	5,36	-21	1	41	2	3,41	6,82	0,19	52,2	0	0	0	1	0,0	52,2	139,9
		20	II зона	-	0,08	7,16	-21	1	41	2	3,41	6,82	0,14	39,1	0	0	0	1		39,1	
		20	III зона	-	0,08	11,46	-21	1	41	0,97	3,41	3,31	0,09	11,8	0	0	0	1		11,8	
0.16	Комора	16	I зона	-	0,15	5,36	-21	1	37	2	6,3	12,60	0,19	87,0	0	0	0	1		87,0	
		16	II зона	-	0,15; 0,08; 0,08; 0,08	5,36; 7,16; 7,16; 7,16	-21	1	37	-	-	25,5; 22,9; 15; 0,14		260,1	0	0	0	1	0,0	260,1	379,1
		16	III зона	-	0,08	11,46	-21	1	37	2,65	3,74	9,91	0,09	32,0	0	0	0	1		32,0	
0.17	Кімната персоналу	20	ЗС	Сх	0,15	3,99	-21	1	41	1	3,41	3,41	0,25	35,1	10	5	0	1,15		40,3	
		20	I зона	-	0,15	5,36	-21	1	41	2	3,41	6,82	0,19	52,2	0	0	0	1	0,0	52,2	143,8
		20	II зона	-	0,08	7,16	-21	1	41	2	3,41	6,82	0,14	39,1	0	0	0	1		39,1	
		20	III зона	-	0,08	11,46	-21	1	41	1	3,41	3,41	0,09	12,2	0	0	0	1		12,2	

Додаток Г – Гідравлічний розрахунок системи опалення

Таблиця Г.1

ділянка	Q, Вт	G, кг/год	V, л/с	D, мм	R, Па/м	v, м/с	$\Sigma\zeta$	Δp місц., Па	l, м	Δp , Па	сумарні Δp в півкільці	Δp після півкільця	різниця між Δp_p , кПа	V, л/год	ΔP_m	Клапан
Головне циркуляційне кільце											Підбір балансувальних клапанів					
0-1	165856	7108,1	7,253	40	1000	1,603	0	0,00	0,5	500,0						
1-2	156792	6719,7	6,857	40	1000	1,516	3	3348,77	27,54	30888,8						
2-3	103254	4425,2	4,515	40	650	0,998	1	484,09	4,2	3214,1						
3-4	58592	2511,1	2,562	40	230	0,566	1	155,88	3	845,9						
4-5	34718	1487,9	1,518	40	100	0,336	1,5	82,10	6,32	714,1						
5-6	21470	920,1	0,939	32	150	0,324	1,5	76,65	6,95	1119,1						
6-7	14550	623,6	0,636	32	75	0,220	1,4	32,86	3,06	262,4						
7-8	12210	523,3	0,534	26	160	0,279	1	37,92	9,79	1604,3						
8-9	9870	423,0	0,432	26	110	0,226	1,9	47,08	3,33	413,4						
9-10	7530	322,7	0,329	20	170	0,291	1	41,19	3,9	704,2						
10-11	5190	222,4	0,227	20	90	0,201	1	19,57	7,4	685,6						
11-12	4152	177,9	0,182	18	120	0,198	1,5	28,63	5,83	728,2						
12-13	2076	89,0	0,091	16	70	0,125	13	99,37	14,96	1146,6						
13-14	4152	177,9	0,182	18	120	0,198	2	38,18	5,92	748,6						
14-15	5190	222,4	0,227	20	120	0,201	2	39,14	7,41	928,3						
15-16	7530	322,7	0,329	20	170	0,291	2	82,39	3,9	745,4						
16-17	9870	423,0	0,432	26	110	0,226	1,4	34,69	3,2	386,7						
17-18	12210	523,3	0,534	26	160	0,279	2	75,84	9,88	1656,6						
18-19	14550	623,6	0,636	32	75	0,220	1,4	32,86	2,95	254,1						
19-20	21470	920,1	0,939	32	150	0,324	1	51,10	6,95	1093,6						
20-21	34718	1487,9	1,518	40	100	0,336	2	109,46	6,52	761,5						
21-22	58592	2511,1	2,562	40	230	0,566	2,5	389,70	3	1079,7						
22-23	103254	4425,2	4,515	40	650	0,998	1	484,09	4,2	3214,1						
23-24	156792	6719,7	6,857	40	1000	1,516	1,5	1674,39	27,44	29114,4						
24-0	165856	7108,1	7,253	40	1000	1,603	1,5	1873,57	0,5	2373,6	85183,2					
		51019,0	52,060									8,93528				

Продовження таблиці Г.1

ділянка	Q, Вт	G, кг/год	V, л/с	D, мм	R, Па/м	v, м/с	$\Sigma\zeta$	Δp місц., Па	l, м	Δp , Па	сумарні Δp в півкільці	Δp після півкільця	різниця між ΔP_p , кПа	V, л/ГОД	ΔP_m	Клапан
Півкільця																
Підвал																
1-25	9064	388,5	0,396	26	100	0,207	1	20,90	0,78	98,9						
25-26	7004	300,2	0,306	20	150	0,271	1,5	53,46	12,88	1985,5						
26-27	6592	282,5	0,288	20	130	0,255	1,5	47,35	0,84	156,6						
27-28	5974	256,0	0,261	20	120	0,231	1	25,93	6,7	829,9						
28-29	5356	229,5	0,234	20	100	0,207	1	20,84	14,3	1450,8						
29-30	4944	211,9	0,216	20	85	0,191	1,5	26,64	5,77	517,1						
30-31	4120	176,6	0,180	18	110	0,197	1	18,80	9,93	1111,1						
31-32	3296	141,3	0,144	18	80	0,157	1,5	18,04	0,84	85,2						
32-33	2472	105,9	0,108	16	95	0,149	1	10,84	14,68	1405,4						
33-34	1648	70,6	0,072	16	50	0,100	2	9,63	2,42	130,6						
34-35	824	35,3	0,036	16	14	0,050	13	15,66	4,78	82,6						
35-36	1648	70,6	0,072	16	50	0,100	1,5	7,23	2,02	108,2						
36-37	2472	105,9	0,108	16	95	0,149	2,5	27,10	14,82	1435,0						
37-38	3296	141,3	0,144	18	80	0,157	1	12,03	0,84	79,2						
38-39	4120	176,6	0,180	18	110	0,197	2	37,59	10,03	1140,9						
39-40	4944	211,9	0,216	20	85	0,191	1	17,76	5,67	499,7						
40-41	5356	229,5	0,234	20	100	0,207	2	41,68	14,3	1471,7						
41-42	5974	256,0	0,261	20	120	0,231	1	25,93	6,7	829,9						
42-43	6592	282,5	0,288	20	130	0,255	1	31,57	1,89	277,3						
43-44	7004	300,2	0,306	20	150	0,271	1,5	53,46	12,81	1975,0						
44-24	9064	388,5	0,396	26	100	0,207	2	41,80	0,1	51,8	15722,4	82309,6	66,5872	1427	2,4	DN40
25-45	2060	88,3	0,090	18	35	0,098	4,5	21,15	7,08	268,9						
45-46	1648	70,6	0,072	16	45	0,100	1,5	7,23	14,96	680,4						
46-47	824	35,3	0,036	16	14	0,050	12,5	15,05	3,34	61,8						
47-48	1648	70,6	0,072	16	45	0,100	1	4,82	14,96	678,0						
48-44	2060	88,3	0,090	18	35	0,098	5	23,49	6,43	248,5	1937,7					

Продовження таблиці Г.1

ділянка	Q, Вт	G, кг/год	V, л/с	D, мм	R, Па/м	v, м/с	$\Sigma\zeta$	Δp місц., Па	l, м	Δp , Па	сумарні Δp в півкільці	Δp після півкільця	різниця між ΔP_p , кПа	V, л/год	ΔP_m	Клапан
1 поверх																
2-49	53538	2294,5	2,341	40	200	0,518	2,5	325,37	3,13	951,4	9924,0	22306,5	12,3825	8429	2395	DN40
49-50	33698	1444,2	1,474	40	90	0,326	1	51,56	3,09	329,7						
50-51	20186	865,1	0,883	32	130	0,305	1,5	67,76	7	977,8						
51-52	15078	646,2	0,659	32	80	0,228	1,4	35,28	2,74	254,5						
52-53	12738	545,9	0,557	32	60	0,192	1,5	26,98	10,07	631,2						
53-54	10398	445,6	0,455	26	130	0,238	1,4	38,50	3,15	448,0						
54-55	8058	345,3	0,352	26	85	0,184	1,5	24,77	2,65	250,0						
55-56	5718	245,1	0,250	20	110	0,221	1,5	35,63	2,88	352,4						
56-57	3378	144,8	0,148	18	80	0,161	1,5	18,95	3	259,0						
57-58	1038	44,5	0,045	16	22	0,063	13	24,84	10,05	245,9						
58-59	3378	144,8	0,148	18	80	0,161	2	25,27	3	265,3						
59-60	5718	245,1	0,250	20	110	0,221	2	47,51	2,88	364,3						
60-61	8058	345,3	0,352	26	85	0,184	2	33,03	2,63	256,6						
61-62	10398	445,6	0,455	26	130	0,238	2,4	66,00	3,04	461,2						
62-63	12738	545,9	0,557	32	60	0,192	1	17,99	10,16	627,6						
63-64	15078	646,2	0,659	32	80	0,228	2,4	60,49	2,63	270,9						
64-65	20186	865,1	0,883	32	130	0,305	1	45,17	7	955,2						
65-66	33698	1444,2	1,474	40	90	0,326	2	103,12	2,7	346,1						
66-23	53538	2294,5	2,341	40	200	0,518	7	911,04	3,83	1677,0						
51-95	5108	218,9	0,223	20	90	0,198	2	37,91	5,44	527,5						
95-96	3378	144,8	0,148	18	80	0,161	1,5	18,95	3,09	266,2						
96-97	2340	100,3	0,102	16	90	0,141	13	126,26	14,25	1408,8						
97-98	3378	144,8	0,148	18	80	0,161	2	25,27	3,09	272,5						
98-64	5108	218,9	0,223	20	90	0,198	2	37,91	5,69	550,0						
50-83	13512	579,1	0,591	26	190	0,309	2	92,88	7,23	1466,6						
83-84	4152	177,9	0,182	18	120	0,198	1,5	28,63	8,57	1057,0						
84-85	2076	89,0	0,091	16	70	0,125	1,5	11,47	8,52	607,9						

Продовження таблиці Г.1

ділянка	Q, Вт	G, кг/год	V, л/с	D, мм	R, Па/м	v, м/с	$\Sigma\zeta$	Δp місц., Па	l, м	Δp , Па	сумарні Δp в півкільці	Δp після півкільця	різниця між Δp_p , кПа	V, л/год	ΔP_m	Клапан
85-86	1038	44,5	0,045	16	22	0,063	13	24,84	8,41	209,9	6440,9					
86-87	2076	89,0	0,091	16	70	0,125	2	15,29	8,52	611,7						
87-88	4152	177,9	0,182	18	120	0,198	2	38,18	8,81	1095,4						
88-65	13512	579,1	0,591	26	190	0,309	2	92,88	6,84	1392,5						
49-67	19840	850,3	0,868	32	130	0,300	2	87,27	0,21	114,6						
67-68	18110	776,1	0,792	32	110	0,274	1	36,36	5,12	599,6						
68-69	16380	702,0	0,716	32	90	0,247	1	29,74	5,58	531,9						
69-70	14040	601,7	0,614	26	210	0,321	1,5	75,21	6,76	1494,8						
70-71	11700	501,4	0,512	26	150	0,268	1	34,82	4,05	642,3						
71-72	9360	401,1	0,409	26	110	0,214	1	22,29	5,47	624,0						
72-73	7020	300,9	0,307	20	150	0,271	1,5	53,70	3,78	620,7						
73-74	4680	200,6	0,205	18	150	0,223	1,5	36,38	4,7	741,4						
74-75	2340	100,3	0,102	16	90	0,141	13	126,26	5,97	663,6						
75-76	4680	200,6	0,205	18	150	0,223	2	48,51	4,7	753,5						
76-77	7020	300,9	0,307	20	150	0,271	2	71,60	3,78	638,6						
77-78	9360	401,1	0,409	26	110	0,214	2	44,57	5,51	650,7						
78-79	11700	501,4	0,512	26	150	0,268	1	34,82	4	634,8						
79-80	14040	601,7	0,614	26	210	0,321	1	50,14	6,75	1467,6						
80-81	16380	702,0	0,716	32	90	0,247	2	59,49	5,57	560,8						
81-82	18110	776,1	0,792	32	110	0,274	1	36,36	5,11	598,5						
82-66	19840	850,3	0,868	32	130	0,300	1	43,64	0,45	102,1	11439,4					
83-92	9360	401,1	0,409	26	110	0,214	1,5	33,43	4,82	563,6						
92-91	4680	200,6	0,205	18	150	0,223	2	48,51	0,71	155,0						
91-90	2340	100,3	0,102	16	90	0,141	15,5	150,54	9,21	979,4						
90-89	4680	200,6	0,205	18	150	0,223	2	48,51	0,56	132,5	2372,5					
89-88	9360	401,1	0,409	26	110	0,214	2,5	55,71	4,42	541,9						
92-93	4680	200,6	0,205	18	150	0,223	2	48,51	1,3	243,5						
93-94	2340	100,3	0,102	16	90	0,141	13	126,26	9,25	958,8						
94-89	4680	200,6	0,205	18	150	0,223	2	48,51	1,45	266,0	4923,5					

Продовження таблиці Г.1

ділянка	Q, Вт	G, кг/год	V, л/с	D, мм	R, Па/м	v, м/с	$\Sigma\zeta$	Δp місц., Па	l, м	Δp , Па	сумарні Δp в півкільці	Δp після півкільця	різниця між ΔP_p , кПа	V, л/ГОД	ΔP_m	Клапан
2 поверх																
3-99	44662	1914,1	1,953	40	140	0,432	4,5	407,57	6,32	1292,4						
99-100	32528	1394,1	1,423	40	85	0,314	1	48,04	2	218,0						
100-101	18878	809,1	0,826	32	110	0,285	1,5	59,26	4,95	603,8						
101-102	13418	575,1	0,587	32	60	0,203	1,9	37,92	8,68	558,7						
102-103	10688	458,1	0,467	26	130	0,245	1	29,06	9,9	1316,1						
103-104	7958	341,1	0,348	26	80	0,182	1,9	30,61	1,28	133,0						
104-105	6574	281,7	0,287	20	140	0,254	1	31,40	3,9	577,4						
105-106	5190	222,4	0,227	20	90	0,201	1,5	29,35	7,46	700,8						
106-107	4152	177,9	0,182	18	110	0,198	1	19,09	5,92	670,3						
107-108	2076	89,0	0,091	16	70	0,125	13	99,37	17,6 5	1334,9						
108-109	4152	177,9	0,182	18	110	0,198	2	38,18	5,92	689,4						
109-110	5190	222,4	0,227	20	90	0,201	1	19,57	7,41	686,5						
110-111	6574	281,7	0,287	20	140	0,254	2	62,80	3,9	608,8						
111-112	7958	341,1	0,348	26	80	0,182	1,4	22,55	3,15	274,6						
112-113	10688	458,1	0,467	26	130	0,245	2	58,11	10	1358,1						
113-114	13418	575,1	0,587	32	60	0,203	1,4	27,94	2,9	201,9						
114-115	18878	809,1	0,826	32	110	0,285	2	79,01	4,55	579,5						
115-116	32528	1394,1	1,423	40	85	0,314	2	96,09	2,4	300,1						
116-22	44662	1914,1	1,953	40	140	0,432	4	362,29	6,52	1275,1	13379,2	15878,3	2,4990	7031	4448	DN40
99-127	12134	520,0	0,531	26	160	0,278	2	74,90	7,31	1244,5						
127-128	6674	286,0	0,292	20	140	0,258	1,5	48,54	19,2 6	2744,9						
128-129	4944	211,9	0,216	20	80	0,191	1,4	24,86	1,54	148,1						
129-130	3708	158,9	0,162	18	95	0,177	1,5	22,84	2,41	251,8						
130-131	2472	105,9	0,108	16	95	0,149	1,5	16,26	3,38	337,4						
131-132	1236	53,0	0,054	16	28	0,075	13	35,23	7,16	235,7						
132-133	2472	105,9	0,108	16	95	0,149	2	21,68	3,38	342,8						
133-134	3708	158,9	0,162	18	95	0,177	2	30,45	2,51	268,9						

Продовження таблиці Г.1

ділянка	Q, Вт	G, кг/год	V, л/с	D, мм	R, Па/м	v, м/с	$\Sigma\zeta$	Δp місц., Па	l, м	Δp , Па	сумарні Δp в півкільці	Δp після півкільця	різниця між Δp_r , кПа	V, л/год	ΔP_m	Клапан
134-135	4944	211,9	0,216	20	80	0,191	2,4	42,62	1,84	189,8						
135-136	6674	286,0	0,292	20	140	0,258	1	32,36	19,4	2748,4						
136-116	12134	520,0	0,531	26	160	0,278	2	74,90	6,92	1182,1						
100-119	13650	585,0	0,597	32	65	0,206	4	82,62	16,96	1185,0						
119-120	10920	468,0	0,478	26	140	0,250	1,5	45,50	7,16	1047,9						
120-121	8190	351,0	0,358	20	190	0,317	1,5	73,10	7,69	1534,2						
121-122	5460	234,0	0,239	18	180	0,261	2	66,02	2,37	492,6						
122-123	2730	117,0	0,119	16	110	0,165	11,5	152,02	9,16	1159,6						
123-124	5460	234,0	0,239	18	180	0,261	3,5	115,54	2,37	542,1						
124-125	8160	349,7	0,357	20	190	0,316	2	96,75	7,69	1557,8						
125-126	10920	468,0	0,478	26	140	0,250	2	60,67	7,16	1063,1						
126-115	13650	585,0	0,597	32	65	0,206	4	82,62	17,18	1199,3						
101-117	5460	234,0	0,239	18	180	0,261	2	66,02	4	786,0						
117-118	2730	117,0	0,119	16	110	0,165	13	171,85	17,38	2083,6						
118-114	5460	234,0	0,239	18	180	0,261	2	66,02	4,32	843,6						
127-138	5460	234,0	0,239	18	180	0,261	2	66,02	4,82	933,6						
138-137	2730	117,0	0,119	16	110	0,165	13,5	178,46	5,81	817,6						
137-136	5460	234,0	0,239	18	180	0,261	2,5	82,53	4,42	878,1						
3 поверх																
5-139	13248	567,8	0,579	26	190	0,303	2	89,29	7,33	1482,0						
139-140	6328	271,2	0,277	20	130	0,245	1,5	43,64	19,18	2537,0						
140-141	4944	211,9	0,216	20	80	0,191	1,4	24,86	1,6	152,9						
141-142	3708	158,9	0,162	18	95	0,177	1,5	22,84	2,41	251,8						
142-143	2472	105,9	0,108	16	95	0,149	1,5	16,26	3,38	337,4						
143-144	1236	53,0	0,054	16	28	0,075	13	35,23	7,16	235,7						
144-145	2472	105,9	0,108	16	95	0,149	2	21,68	3,38	342,8						
145-146	3708	158,9	0,162	18	95	0,177	2	30,45	2,51	268,9						

Продовження таблиці Г.1

ділянка	Q, Вт	G, кг/год	V, л/с	D, мм	R, Па/м	v, м/с	$\Sigma\zeta$	Δp місц., Па	l, м	Δp , Па	сумарні Δp в півкільці	Δp після півкільця	різниця між Δp_p , кПа	V, л/год	ΔP_m	Клапан
146-147	4944	211,9	0,216	20	80	0,191	2,4	42,62	1,89	193,8						
147-148	6328	271,2	0,277	20	130	0,245	1	29,09	19,32	2540,7						
148-20	13248	567,8	0,579	26	190	0,303	2	89,29	6,94	1407,9						
139-152	6920	296,6	0,303	20	150	0,268	2	69,58	4,82	792,6						
152-154	3460	148,3	0,151	18	90	0,165	2	26,51	1,84	192,1						
154-153	1730	74,1	0,076	16	55	0,105	13	69,01	9,29	580,0						
153-149	3460	148,3	0,151	18	90	0,165	2	26,51	1,98	204,7						
149-148	6920	296,6	0,303	20	150	0,268	2,5	86,97	4,42	750,0						
152-151	3460	148,3	0,151	18	90	0,165	2	26,51	1,52	163,3						
151-150	1730	74,1	0,076	16	55	0,105	13	69,01	8,51	537,1						
150-149	3460	148,3	0,151	18	90	0,165	2	26,51	1,38	150,7						
6-155	6920	296,6	0,303	20	150	0,268	2	69,58	10,44	1635,6						
155-156	5190	222,4	0,227	18	170	0,248	2	59,65	5,86	1055,9						
156-157	3460	148,3	0,151	18	90	0,165	2	26,51	4,32	415,3						
157-158	1730	74,1	0,076	16	55	0,105	12	63,70	6,48	420,1						
158-159	3460	148,3	0,151	18	90	0,165	2,5	33,14	3,98	391,3						
159-160	5190	222,4	0,227	18	170	0,248	2,5	74,57	5,6	1026,6						
160-19	6920	296,6	0,303	20	150	0,268	2,5	86,97	10,69	1690,5						
4 поверх																
4-162	23874	1023,2	1,044	40	50	0,231	2,5	64,70	8,22	475,7						
162-163	14186	608,0	0,620	32	70	0,214	1,5	33,46	3,37	269,4						
163-164	11418	489,3	0,499	26	50	0,261	1,5	49,74	0,55	77,2						
164-165	9688	415,2	0,424	26	110	0,222	1,4	33,42	4,91	573,5						
165-166	7958	341,1	0,348	26	80	0,182	1,5	24,16	4,07	349,8						
166-167	6228	266,9	0,272	20	110	0,241	1,4	39,45	6,77	784,2						
167-168	4498	192,8	0,197	18	140	0,215	1,5	33,60	4,8	705,6						

Продовження таблиці Г.1

ділянка	Q, Вт	G, кг/год	V, л/с	D, мм	R, Па/м	v, м/с	$\Sigma\zeta$	Δp місц., Па	l, м	Δp , Па	сумарні Δp в півкільці	Δp після півкільця	різниця між Δp_p , кПа	V, л/ГОД	ΔP_m	Клапан
168-169	2768	118,6	0,121	16	120	0,167	1,5	20,38	7,86	963,6	8900,2	13952,7	5,0525	3759	1672	DN40
169-170	1384	59,3	0,061	16	35	0,084	13	44,17	9,59	379,8						
170-171	2768	118,6	0,121	16	120	0,167	2	27,18	7,86	970,4						
171-172	4498	192,8	0,197	18	140	0,215	2	44,81	4,8	716,8						
172-173	6228	266,9	0,272	20	110	0,241	2,4	67,63	6,64	798,0						
173-174	7958	341,1	0,348	26	80	0,182	1	16,11	4,07	341,7						
174-175	9688	415,2	0,424	26	110	0,222	2,4	57,30	5,13	621,6						
175-176	11418	489,3	0,499	26	50	0,261	1	33,16	0,3	48,2						
176-177	14186	608,0	0,620	32	70	0,214	1,5	33,46	3,37	269,4						
177-21	23874	1023,2	1,044	40	50	0,231	5	129,40	8,52	555,4						
162-181	9688	415,2	0,424	26	110	0,222	2	47,75	7,33	854,0						
181-182	2768	118,6	0,121	16	120	0,167	1,5	20,38	17,54	2125,2						
182-183	1384	59,3	0,061	16	35	0,084	13	44,17	4,91	216,0						
183-184	2768	118,6	0,121	16	120	0,167	2	27,18	17,68	2148,8						
184-177	9688	415,2	0,424	26	110	0,222	2	47,75	6,94	811,1						
181-185	6920	296,6	0,303	20	150	0,268	2	69,58	4,82	792,6						
185-186	3460	148,3	0,151	18	90	0,165	2	26,51	1,52	163,3						
186-187	1730	74,1	0,076	16	55	0,105	13	69,01	9,51	592,1						
187-188	3460	148,3	0,151	18	90	0,165	2	26,51	1,38	150,7						
188-184	6920	296,6	0,303	20	150	0,268	2,5	86,97	4,42	750,0						
185-190	3460	148,3	0,151	18	90	0,165	1,5	19,88	1,84	185,5						
190-189	1730	74,1	0,076	16	55	0,105	13	69,01	9,29	580,0						
189-188	3460	148,3	0,151	18	90	0,165	2	26,51	1,98	204,7						
163-179	2768	118,6	0,121	16	120	0,167	2	27,18	4,3	543,2						
179-180	1730	74,1	0,076	16	55	0,105	14,5	76,97	9,63	606,6						
180-176	2768	118,6	0,121	16	120	0,167	2	27,18	4,55	573,2						

Додаток Д – Аеродинамічний розрахунок системи вентиляції

Таблиця Д.1

№	L, м ³ /ГОД	l, м	V, м/с	F, м ²	a, мм	b, мм	F пр, м ²	декв, м	Re	R, Па/м ²	Rl, Па	Σξ	Z, Па	P, Па	λ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
П1															
1	900	4	4	0,050	250	250	0,0625	0,25	66666,7	11,68	46,71	2,6	24,96	71,67	0,304
2	2250	10,2	5	0,125	250	500	0,125	0,33	111111,1	12,77	130,25	6,01	90,15	220,40	0,284
3	900	4	4	0,050	250	250	0,0625	0,25	66666,7	11,68	46,71	2,6	24,96	71,67	0,304
4	2250	6	5	0,125	250	500	0,125	0,33	111111,1	12,77	76,62	5,5	82,50	159,12	0,284
5	900	4	4	0,050	250	250	0,0625	0,25	66666,7	11,68	46,71	2,6	24,96	71,67	0,304
6	2250	6	5	0,125	250	500	0,125	0,33	111111,1	12,77	76,62	5,5	82,50	159,12	0,284
7	6750	3,6	4,7	0,375	500	800	0,4	0,62	192307,7	5,59	20,11	1,6	21,09	41,20	0,261
8	900	4	4,0	0,050	250	250	0,0625	0,25	66666,7	11,68	46,71	2,6	24,96	71,67	0,304
9	2250	6	5,0	0,125	250	500	0,125	0,33	111111,1	12,77	76,62	5,5	82,50	159,12	0,284
10	1350	6	5,0	0,075	250	300	0,075	0,27	90909,1	16,10	96,60	5,5	82,50	179,10	0,293
11	10350	7,2	4,8	0,575	600	1000	0,6	0,75	239583,3	4,65	33,45	0	0,00	33,45	0,253
П2															
1	1350	6	5,0	0,075	250	300	0,075	0,27	90909,1	16,10	96,60	3,9	58,50	155,10	0,293
2	2700	12	5,1	0,150	250	500	0,125	0,33	113333,3	13,26	159,11	3,9	60,86	219,97	0,283
3	3150	9,2	5,1	0,175	400	400	0,16	0,40	136000,0	10,75	98,88	6,01	93,79	192,68	0,275
4	900	4	4,0	0,050	250	250	0,0625	0,25	66666,7	11,68	46,71	2,6	24,96	71,67	0,304
5	1800	4	5,0	0,100	250	400	0,1	0,31	102564,1	14,01	56,02	2,6	39,00	95,02	0,287
6	2700	4	5,1	0,150	250	500	0,125	0,33	113333,3	13,26	53,04	4,2	65,55	118,58	0,283
7	450	2	3,3	0,025	150	250	0,0375	0,19	41666,7	11,58	23,16	2,9	19,33	42,50	0,326
8	6300	3,6	4,4	0,350	500	800	0,4	0,62	179487,2	4,90	17,64	1,6	18,38	36,01	0,263
9	900	4	4,0	0,050	250	250	0,0625	0,25	66666,7	11,68	46,71	2,6	24,96	71,67	0,304
10	2250	6	5,0	0,125	250	500	0,125	0,33	111111,1	12,77	76,62	5,5	82,50	159,12	0,284
11	8550	7,2	4,9	0,475	600	800	0,48	0,69	226190,5	5,47	39,39	0	0,00	39,39	0,255
П3															
1	900	4	4,0	0,050	250	250	0,0625	0,25	66666,7	11,68	46,71	2,6	24,96	71,67	0,304
2	1800	7,6	5,0	0,100	250	400	0,1	0,31	102564,1	14,01	106,44	3,11	46,65	153,09	0,287
П4															
1	380	3	4,7	0,021	150	150	0,0225	0,15	46913,6	28,57	85,70	2,3	30,37	116,07	0,324
2	950	8,1	4,2	0,053	250	250	0,0625	0,25	70370,4	12,93	104,75	1,6	17,11	121,87	0,302

Продовження таблиці Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
3	570	4,5	4,2	0,032	150	250	0,0375	0,19	52777,8	18,06	81,27	2,9	31,02	112,29	0,317
4	1520	3,6	4,2	0,084	250	400	0,1	0,31	86609,7	10,17	36,61	2,6	27,81	64,42	0,293
5	570	4,5	4,2	0,032	150	250	0,0375	0,19	52777,8	18,06	81,27	3,9	41,72	122,99	0,317
6	2090	3,6	4,6	0,116	250	500	0,125	0,33	103209,9	11,10	39,97	2,6	33,65	73,62	0,286
7	380	3	4,7	0,021	150	150	0,0225	0,15	46913,6	28,57	85,70	4,2	55,46	141,16	0,324
8	950	4,5	4,2	0,053	250	250	0,0625	0,25	70370,4	12,93	58,20	3,9	41,72	99,91	0,302
9	3040	0,5	4,2	0,169	400	500	0,2	0,44	125102,9	6,65	3,33	1,6	17,11	20,44	0,277
П5															
1	760	7	4,7	0,042	150	300	0,045	0,20	62551,4	20,44	143,09	1,01	13,34	156,43	0,310
2	380	3,5	4,7	0,021	150	150	0,0225	0,15	46913,6	28,57	99,98	3,9	51,50	151,48	0,324
3	1140	3,6	5,1	0,063	250	250	0,0625	0,25	84444,4	18,26	65,72	0,9	13,86	79,59	0,296
4	760	7	4,7	0,042	150	300	0,045	0,20	62551,4	20,44	143,09	3,9	51,50	194,59	0,310
5	380	3,5	4,7	0,021	150	150	0,0225	0,15	46913,6	28,57	99,98	0,9	11,88	111,86	0,324
6	2280	3,6	5,1	0,127	250	500	0,125	0,33	112592,6	13,10	47,14	0,6	9,24	56,38	0,283
7	570	6	4,2	0,032	150	250	0,0375	0,19	52777,8	18,06	108,37	3,9	41,72	150,08	0,317
8	2850	0,5	4,9	0,158	400	400	0,16	0,40	131944,4	10,15	5,07	3,3	48,47	53,55	0,276
П6															
1	760	6	4,7	0,042	150	300	0,045	0,20	62551,4	20,44	122,65	2,6	34,33	156,98	0,310
2	1330	4,5	8,2	0,074	150	300	0,045	0,20	109465,0	59,24	266,60	5,5	222,43	489,02	0,293
3	1710	6,6	4,8	0,095	250	400	0,1	0,31	97435,9	12,71	83,87	2,6	35,20	119,07	0,289
4	760	6	4,7	0,042	150	300	0,045	0,20	62551,4	20,44	122,65	5,5	72,63	195,28	0,310
5	1330	4,5	8,2	0,074	150	300	0,045	0,20	109465,0	59,24	266,60	1,6	64,71	331,30	0,293
6	1710	3	4,8	0,095	250	400	0,1	0,31	97435,9	12,71	38,12	2,6	35,20	73,32	0,289
7	3420	0,5	4,8	0,190	400	500	0,2	0,44	140740,7	8,32	4,16	5,5	74,46	78,62	0,273
П7															
1	760	6	4,7	0,042	150	300	0,045	0,20	62551,4	20,44	122,65	3,2	42,26	164,91	0,310
2	1520	6	4,2	0,084	250	400	0,1	0,31	86609,7	10,17	61,02	1,5	16,04	77,06	0,293
П8															
1	380	3	4,7	0,021	150	150	0,0225	0,15	46913,6	28,57	85,70	2,3	30,37	116,07	0,324
2	950	4,5	4,2	0,053	250	250	0,0625	0,25	70370,4	12,93	58,20	2,6	27,81	86,01	0,302
3	1520	5	4,2	0,084	250	400	0,1	0,31	86609,7	10,17	50,85	3	32,09	82,94	0,293

Продовження таблиці Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
B1															
1	1350	6	5,0	0,075	250	300	0,075	0,27	90909,1	16,10	96,60	4,4	66,00	162,60	0,293
2	900	4	4,0	0,050	250	250	0,0625	0,25	66666,7	11,68	46,71	3,1	29,76	76,47	0,304
3	2250	11,8	5,0	0,125	250	500	0,125	0,33	111111,1	12,77	150,69	1,01	15,15	165,84	0,284
4	1350	6	5,0	0,075	250	300	0,075	0,27	90909,1	16,10	96,60	3,9	58,50	155,10	0,293
5	2250	4	5,0	0,125	250	500	0,125	0,33	111111,1	12,77	51,08	0,9	13,50	64,58	0,284
6	1350	6	5,0	0,075	250	300	0,075	0,27	90909,1	16,10	96,60	3,9	58,50	155,10	0,293
7	2250	4	5,0	0,125	250	500	0,125	0,33	111111,1	12,77	51,08	0,9	13,50	64,58	0,284
8	6750	3,6	4,7	0,375	500	800	0,4	0,62	192307,7	5,59	20,11	0,6	7,91	28,02	0,261
9	1350	6	5,0	0,075	250	300	0,075	0,27	90909,1	16,10	96,60	3,9	58,50	155,10	0,293
10	2250	4	5,0	0,125	250	500	0,125	0,33	111111,1	12,77	51,08	3,3	49,50	100,58	0,284
11	9000	3,6	5,2	0,500	600	800	0,48	0,69	238095,2	6,03	21,71	0,4	6,51	28,22	0,254
12	900	4	4,0	0,050	250	250	0,0625	0,25	66666,7	11,68	46,71	2,6	24,96	71,67	0,304
13	1800	4	5,0	0,100	250	400	0,1	0,31	102564,1	14,01	56,02	3,2	48,00	104,02	0,287
14	10800	3,6	5,0	0,600	600	1000	0,6	0,75	250000,0	5,04	18,14	0,4	6,00	24,14	0,252
B6															
1	570	4,5	4,2	0,032	150	250	0,0375	0,19	52777,8	18,06	81,27	3,9	41,72	122,99	0,317
2	1140	4,5	5,1	0,063	250	250	0,0625	0,25	84444,4	18,26	82,16	3,9	60,07	142,23	0,296
3	1710	4,5	4,8	0,095	250	400	0,1	0,31	97435,9	12,71	57,19	3,9	52,80	109,98	0,289
4	2280	4,5	5,1	0,127	250	500	0,125	0,33	112592,6	13,10	58,93	4,5	69,31	128,24	0,283
B2															
1	900	4	4,0	0,050	250	250	0,0625	0,25	66666,7	11,68	46,71	2,6	24,96	71,67	0,304
2	1800	4	5,0	0,100	250	400	0,1	0,31	102564,1	14,01	56,02	3,39	50,85	106,87	0,287
3	1350	6	5,0	0,075	250	300	0,075	0,27	90909,1	16,10	96,60	4,4	66,00	162,60	0,293
4	3150	4,2	4,4	0,175	400	500	0,2	0,44	129629,6	7,12	29,90	0,4	4,59	34,49	0,275
5	450	2	3,3	0,025	150	250	0,0375	0,19	41666,7	11,58	23,16	1,5	10,00	33,16	0,326
6	1350	4	5,0	0,075	250	300	0,075	0,27	90909,1	16,10	64,40	2,6	39,00	103,40	0,293
7	2250	4	5,0	0,125	250	500	0,125	0,33	111111,1	12,77	51,08	3,86	57,90	108,98	0,284
8	900	4	4,0	0,050	250	250	0,0625	0,25	66666,7	11,68	46,71	2	19,20	65,91	0,304
9	6300	3,6	4,4	0,350	500	800	0,4	0,62	179487,2	4,90	17,64	0,4	4,59	22,23	0,263
10	1350	6	5,0	0,075	250	300	0,075	0,27	90909,1	16,10	96,60	4,5	67,50	164,10	0,293
11	900	4	4,0	0,050	250	250	0,0625	0,25	66666,7	11,68	46,71	2,6	24,96	71,67	0,304

Продовження таблиці Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
12	2250	6	5,0	0,125	250	500	0,125	0,33	111111,1	12,77	76,62	3,3	49,50	126,12	0,284
13	9900	7,2	4,3	0,550	800	800	0,64	0,80	229166,7	3,51	25,25	0,2	2,22	27,47	0,253
B7															
1	760	6	4,7	0,042	150	300	0,045	0,20	62551,4	20,44	122,65	5,2	68,67	191,32	0,310
2	1520	9,6	4,2	0,084	250	400	0,1	0,31	86609,7	10,17	97,63	3,5	37,44	135,06	0,293
B3															
1	380	3	4,7	0,021	150	150	0,0225	0,15	46913,6	28,57	85,70	2,6	34,33	120,03	0,324
2	950	8,1	4,2	0,053	250	250	0,0625	0,25	70370,4	12,93	104,75	4,71	50,38	155,13	0,302
3	570	4,5	4,2	0,032	150	250	0,0375	0,19	52777,8	18,06	81,27	5,56	59,47	140,75	0,317
4	1520	3,6	4,2	0,084	250	400	0,1	0,31	86609,7	10,17	36,61	4,22	45,14	81,75	0,293
5	570	4,5	5,1	0,032	150	250	0,0375	0,19	63750,0	25,80	116,11	3,9	60,86	176,97	0,310
6	2090	3,6	4,6	0,116	250	500	0,125	0,33	103209,9	11,10	39,97	2,6	33,65	73,62	0,286
7	380	3	4,7	0,021	150	150	0,0225	0,15	46913,6	28,57	85,70	0,3	3,96	89,66	0,324
8	950	4,5	4,2	0,053	250	250	0,0625	0,25	70370,4	12,93	58,20	5,56	59,47	117,67	0,302
9	3040	5	4,2	0,169	400	500	0,2	0,44	125102,9	6,65	33,27	4,22	45,14	78,41	0,277
B4															
1	570	4,5	4,2	0,032	150	250	0,0375	0,19	52777,8	18,06	81,27	3,9	41,72	122,99	0,317
2	950	3	4,2	0,053	250	250	0,0625	0,25	70370,4	12,93	38,80	3,1	33,16	71,96	0,302
3	760	6	4,7	0,042	150	300	0,045	0,20	62551,4	20,44	122,65	5,7	75,27	197,92	0,310
4	1710	3,6	4,8	0,095	250	400	0,1	0,31	97435,9	12,71	45,75	0,6	8,12	53,87	0,289
5	570	4,5	4,2	0,032	150	250	0,0375	0,19	52777,8	18,06	81,27	3,9	41,72	122,99	0,317
6	950	3	4,2	0,053	250	250	0,0625	0,25	70370,4	12,93	38,80	2,7	28,88	67,68	0,302
7	760	6	4,7	0,042	150	300	0,045	0,20	62551,4	20,44	122,65	4,6	60,74	183,39	0,310
8	3420	0,5	4,8	0,190	400	500	0,2	0,44	140740,7	8,32	4,16	0	0,00	4,16	0,273

Додаток Е– Відомість обладнання та матеріалів

Таблиця Е.1

По-зи-ція	Найменування і технічні характеристики	Тип, марка, позначення	Завод виготовник	Один. вимір.	Кількість	Маса один., кг	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8
ПВ4	Припливно-витяжна установка L=15000/14500 (м ³ /год), P=1022/812 (Па), N _п =6,9 (кВт), N _в =6,9 (кВт).	GOLD 60	“Swegon”	шт.	1	365	З комплектом автоматики
ПВ5	Припливно-витяжна установка L=15000/14500 (м ³ /год), P=1022/812 (Па), N _п =6,9 (кВт), N _в =6,9 (кВт).	GOLD 60	“Swegon”	шт.	1	365	З комплектом автоматики
ПВ6	Припливно-витяжна установка L=14900/14900 (м ³ /год), P=1022/812 (Па), N _п =6,9 (кВт), N _в =6,9 (кВт).	GOLD 60	“Swegon”	шт.	1	365	З комплектом автоматики
ПВ7	Припливно-витяжна установка L=15100/14900 (м ³ /год), P=1022/812 (Па), N _п =6,9 (кВт), N _в =6,9 (кВт).	GOLD 60	“Swegon”	шт.	1	365	З комплектом автоматики
ПВ2	Припливно-витяжна установка L=9300/8600 (м ³ /год), P=979/789 (Па), N _п =6,5 (кВт), N _в =6,5 (кВт).	GOLD RX 40	“Swegon”	шт.	1	365	З комплектом автоматики

Продовження табл. Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8
ПВ1	Припливно-витяжна установка L=5000/5000 (м ³ /год), P=897/740 (Па), N _п =4,6 (кВт), N _в =4,6 (кВт).	GOLD RX 40	“Swegon”	шт.	1	365	3 комплектом автоматики
П1	Припливна установка L=1200 (м ³ /год), P=300 (Па), N=1,2 (кВт), n=1420 (об/хв).	“CAIRpicco S 064.040 IVVV”	“GEA”	шт.	1		3 комплектом автоматики
П2	Припливна установка L=1400 (м ³ /год), P=300 (Па), N=1,5 (кВт), n=1420 (об/хв).	“CAIRpicco S 064.040 IVVV”	“GEA”	шт.	1		3 комплектом автоматики
П3, П6	Припливна установка L=2400 (м ³ /год), P=300 (Па), N=1,7 (кВт), n=1900 (об/хв).	“CAIRpicco S 064.040 IVVV”	“GEA”	шт.	2		3 комплектом автоматики
П4	Припливна установка L=1825 (м ³ /год), P=300 (Па), N=1,7 (кВт), n=1420 (об/хв).	“CAIRpicco S 064.040 IVVV”	“GEA”	шт.	1		3 комплектом автоматики
П4	Припливна установка L=1200 (м ³ /год), P=300 (Па), N=1,2 (кВт), n=1420 (об/хв).	“CAIRpicco S 064.040 IVVV”	“GEA”	шт.	1		3 комплектом автоматики
Пв1, В26	Вентилятор каналний L=540 (м ³ /год), P=200 (Па), N=0,1 (кВт), n=2480 (об/хв).	СК 160 С	“OSTBERG”	шт.	2		
	Швидкоз’ємний хомут	МК 160	“OSTBERG”	шт.	4		
	Регулятор швидкості	VRS 0,5U	“OSTBERG”	шт.	1		
В1	Вентилятор каналний L=1050 (м ³ /год), P=320 (Па), N=0,38 (кВт), n=2465 (об/хв).	СК 315 С	“OSTBERG”	шт.	1		
	Швидкоз’ємний хомут	МК 315	“OSTBERG”	шт.	2		
	Регулятор швидкості	VRS 0,5U	“OSTBERG”	шт.	1		

Продовження табл. Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8
В2, В29	Вентилятор каналний L=1200 (м ³ /год), P=200 (Па), N=0,378 (кВт), n=1420 (об/хв).	IRE 40x20 D	“OSTBERG”	шт.	2		
	Гнучкі вставки	DF 40-20	“OSTBERG”	шт.	4		
	Регулятор швидкості	VRS 0,5U	“OSTBERG”	шт.	2		
В3	Вентилятор каналний L=420 (м ³ /год), P=230 (Па), N=0,1 (кВт), n=2480 (об/хв).	СК 160 С	“OSTBERG”	шт.	1		
	Швидкоз’ємний хомут	МК 160	“OSTBERG”	шт.	2		
	Регулятор швидкості	VRS 0,5U	“OSTBERG”	шт.	1		
В4, В5, В6 В7 В27	Вентилятор каналний L=300 (м ³ /год), P=160 (Па), N=0,071 (кВт), n=2410 (об/хв).	СК 160 С	“OSTBERG”	шт.	5		
	Швидкоз’ємний хомут	МК 160	“OSTBERG”	шт.	10		
	Регулятор швидкості	VRS 0,5U	“OSTBERG”	шт.	5		
В8- В22, В32	Вентилятор каналний L=2400 (м ³ /год), P=80 (Па), N=0,05 (кВт), n=4480 (об/хв).	100 M	“BEHTC”	шт.	16		
	Швидкоз’ємний хомут	МК 160	“OSTBERG”	шт.	16		
В23 В31	Вентилятор каналний L=2400 (м ³ /год), P=280 (Па), N=0,85 (кВт), n=690 (об/хв).	IRE 60x35 A	“OSTBERG”	шт.	2		
	Гнучкі вставки	DF 60-35	“OSTBERG”	шт.	4		
	Регулятор швидкості	VRS 0,5U	“OSTBERG”	шт.	2		

Продовження табл. Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8
B24	Вентилятор каналний L=220 (м ³ /год), P=150 (Па), N=0,07 (кВт), n=2460 (об/хв).	СК 100 С	“OSTBERG”	шт.	3		
B25		МК 100	“OSTBERG”	шт.	6		
B33		Вентилятор каналний L=1500 (м ³ /год), P=300 (Па), N=0,385 (кВт), n=1800 (об/хв).	IRE 50x25 А	“OSTBERG”	шт.	1	
	Швидкоз'ємний хомут	МК 100	“OSTBERG”	шт.	6		
	Регулятор швидкості	VRS 0,5U	“OSTBERG”	шт.	3		
B28	Вентилятор каналний L=1500 (м ³ /год), P=300 (Па), N=0,385 (кВт), n=1800 (об/хв).	IRE 50x25 А	“OSTBERG”	шт.	1		
	Гнучкі вставки	DF 50-25	“OSTBERG”	шт.	2		
	Регулятор швидкості	VRS 0,5U	“OSTBERG”	шт.	1		
Д1	Вентилятор радіальний димовидалення L=20000 (м ³ /год), P=400 (Па), N=5,5 (кВт), n=950 (об/хв).	ВПКВ 9-8ДУ	“ВЕЗА”	шт.	3		
Д2							
Д3							
	Повітропроводи з тонколистової оцинкованої сталі, що прокладаються на висоті до 5 м, δ=0,55 мм, 150x150 мм.	ГОСТ 14918-80		м/м ²	890/533		
	Те саме δ=0,55 мм, 200x150 мм.	ГОСТ 14918-80		м/м ²	28/20		
	Те саме δ=0,55 мм, 200x200 мм.	ГОСТ 14918-80		м/м ²	108/87		
	Те саме δ=0,55 мм, 250x150 мм.	ГОСТ 14918-80		м/м ²	54/44		
	Те саме δ=0,55 мм, 250x200 мм.	ГОСТ 14918-80		м/м ²	111/100		
	Те саме δ=0,7 мм, 300x200 мм.	ГОСТ 14918-80		м/м ²	197/197		
	Те саме δ=0,7 мм, 300x250 мм.	ГОСТ 14918-80		м/м ²	53/59		
	Те саме δ=0,7 мм, 300x300 мм.	ГОСТ 14918-80		м/м ²	82/98		

Продовження табл. Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8
	Те саме $\delta=0,7$ мм, 350x200 мм.	ГОСТ 14918-80		м/м ²	83/91		
	Те саме $\delta=0,7$ мм, 400x200 мм.	ГОСТ 14918-80		м/м ²	142/170		
	Те саме $\delta=0,7$ мм, 400x250 мм.	ГОСТ 14918-80		м/м ²	34/45		
	Те саме $\delta=0,7$ мм, 400x300 мм.	ГОСТ 14918-80		м/м ²	125/175		
	Те саме $\delta=0,7$ мм, 400x400 мм.	ГОСТ 14918-80		м/м ²	20/32		
	Те саме $\delta=0,7$ мм, 500x200 мм.	ГОСТ 14918-80		м/м ²	7/9		
	Те саме $\delta=0,7$ мм, 500x250 мм.	ГОСТ 14918-80		м/м ²	26/39		
	Те саме $\delta=0,7$ мм, 500x300 мм.	ГОСТ 14918-80		м/м ²	18/28		
	Те саме $\delta=0,7$ мм, 500x400 мм.	ГОСТ 14918-80		м/м ²	9/16		
	Те саме $\delta=0,7$ мм, 600x250 мм.	ГОСТ 14918-80		м/м ²	48/81		
	Те саме $\delta=0,7$ мм, 600x300 мм.	ГОСТ 14918-80		м/м ²	30/53		
	Те саме $\delta=0,7$ мм, 600x400 мм.	ГОСТ 14918-80		м/м ²	20/40		
	Те саме $\delta=0,7$ мм, 600x600 мм.	ГОСТ 14918-80		м/м ²	69/166		
	Те саме $\delta=0,7$ мм, 700x200 мм.	ГОСТ 14918-80		м/м ²	48/87		
	Те саме $\delta=0,7$ мм, 700x300 мм.	ГОСТ 14918-80		м/м ²	172/273		
	Те саме $\delta=0,7$ мм, 700x400 мм.	ГОСТ 14918-80		м/м ²	24/52		
	Повітропроводи з тонколистової оцинкованої сталі, що прокладаються на висоті вище 5 м, $\delta=0,7$ мм, 800x300 мм.	ГОСТ 14918-80		м/м ²	65/142		

Продовження табл. Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8
	Те саме $\delta=0,7$ мм, 800x200 мм.	ГОСТ 14918-80		м/м ²	12/24		
	Те саме $\delta=0,7$ мм, 800x400 мм.	ГОСТ 14918-80		м/м ²	25/59		
	Те саме $\delta=0,7$ мм, 800x500 мм.	ГОСТ 14918-80		м/м ²	69/178		
	Те саме $\delta=0,7$ мм, 800x600 мм.	ГОСТ 14918-80		м/м ²	6/17		
	Те саме $\delta=0,7$ мм, 900x300 мм.	ГОСТ 14918-80		м/м ²	12/27		
	Те саме $\delta=0,7$ мм, 900x400 мм.	ГОСТ 14918-80		м/м ²	24/62		
	Те саме $\delta=0,7$ мм, 900x700 мм.	ГОСТ 14918-80		м/м ²	7/22		
	Те саме $\delta=0,7$ мм, 1000x300 мм.	ГОСТ 14918-80		м/м ²	57/148		
	Те саме $\delta=0,7$ мм, 1000x400 мм.	ГОСТ 14918-80		м/м ²	61/170		
	Те саме $\delta=0,7$ мм, 1100x300 мм.	ГОСТ 14918-80		м/м ²	37/102		
	Те саме $\delta=0,7$ мм, 1100x400 мм.	ГОСТ 14918-80		м/м ²	36/108		
	Те саме $\delta=0,7$ мм, 1200x200 мм.	ГОСТ 14918-80		м/м ²	29/80		
	Те саме $\delta=0,9$ мм, 1250x550 мм.	ГОСТ 14918-80		м/м ²	241/867		
	Те саме $\delta=0,9$ мм, 1250x700 мм.	ГОСТ 14918-80		м/м ²	3/11,7		
	Те саме $\delta=0,9$ мм, 1300x400 мм.	ГОСТ 14918-80		м/м ²	15,1/52		
	Те саме $\delta=0,9$ мм, 1300x500 мм.	ГОСТ 14918-80		м/м ²	10/36		
	Те саме $\delta=0,9$ мм, 1400x400 мм.	ГОСТ 14918-80		м/м ²	25/89		

Продовження табл. Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8
	Те саме $\delta=0,9$ мм, 1600х300 мм.	ГОСТ 14918-80		м/м ²	7,5/29		
	Те саме $\delta=0,9$ мм, 700х400 мм.	ГОСТ 14918-80		м/м ²	11,5/46		
	Те саме $\delta=0,9$ мм, 700х400 мм.	ГОСТ 14918-80		м/м ²	8/33,6		
	Те саме $\delta=0,9$ мм, 700х400 мм.	ГОСТ 14918-80		м/м ²	12/57,6		
	Те саме $\delta=0,9$ мм, 700х400 мм.	ГОСТ 14918-80		м/м ²	5,9/26		
	Те саме $\delta=0,9$ мм, 700х400 мм.	ГОСТ 14918-80		м/м ²	4/18,4		
	Дросель-клапани з оцинкованої сталі $\delta=1$ мм, 150х150 мм	ГОСТ 14918-80		шт.	53		
	Те саме 200х200 мм.	ГОСТ 14918-80		шт.	9		
	Те саме 250х200 мм.	ГОСТ 14918-80		шт.	4		
	Те саме 300х200 мм.	ГОСТ 14918-80		шт.	6		
	Те саме 300х300 мм.	ГОСТ 14918-80		шт.	1		
	Те саме 400х200 мм.	ГОСТ 14918-80		шт.	2		
	Те саме 400х250 мм.	ГОСТ 14918-80		шт.	2		
	Те саме 500х250 мм.	ГОСТ 14918-80		шт.	2		
	Те саме 500х300 мм.	ГОСТ 14918-80		шт.	3		
	Те саме 600х300 мм.	ГОСТ 14918-80		шт.	5		
	Те саме 700х300 мм.	ГОСТ 14918-80		шт.	3		

Продовження табл. Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8
	Те саме 700х400 мм.	ГОСТ 14918-80		шт.	2		
	Те саме 800х300 мм.	ГОСТ 14918-80		шт.	4		
	Те саме 900х300 мм.	ГОСТ 14918-80		шт.	2		
	Те саме 900х400 мм.	ГОСТ 14918-80		шт.	2		
	Те саме 1000х300 мм.	ГОСТ 14918-80		шт.	4		
	Те саме 1000х400 мм.	ГОСТ 14918-80		шт.	4		
	Те саме 1100х300 мм.	ГОСТ 14918-80		шт.	3		
	Те саме 1400х400 мм.	ГОСТ 14918-80		шт.	2		
	Те саме 1300х400 мм.	ГОСТ 14918-80		шт.	1		
	Клапани вогнезатримуючі з плавким запобіжником температурою спрацювання 72°С і зворотньою пружиною КПУ-1М 150х150 мм.	ТУ-4863-019-40149153-99	“ВЕЗА”	шт.	8		
	КПУ-1М 250х150 мм.	ТУ-4863-019-40149153-99	“ВЕЗА”	шт.	24		
	КПУ-1М 200х200 мм.	ТУ-4863-019-40149153-99	“ВЕЗА”	шт.	2		
	КПУ-1М 300х300 мм.	ТУ-4863-019-40149153-99	“ВЕЗА”	шт.	2		

Продовження табл. Е.1

КПУ-1М 400х200 мм.	ТУ-4863-019-40149153-99	“ВЕЗА”	шт.	3		
КПУ-1М 600х600 мм.	ТУ-4863-019-40149153-99	“ВЕЗА”	шт.	2		
КПУ-1М 700х300 мм.	ТУ-4863-019-40149153-99	“ВЕЗА”	шт.	2		
КПУ-1М 800х300 мм.	ТУ-4863-019-40149153-99	“ВЕЗА”	шт.	4		
КПУ-1М 900х300 мм.	ТУ-4863-019-40149153-99	“ВЕЗА”	шт.	3		
КПУ-1М 900х700 мм.	ТУ-4863-019-40149153-99	“ВЕЗА”	шт.	2		
КПУ-1М 1000х300 мм.	ТУ-4863-019-40149153-99	“ВЕЗА”	шт.	4		
КПУ-1М 1100х300 мм.	ТУ-4863-019-40149153-99	“ВЕЗА”	шт.	3		
КПУ-1М 1250х550 мм.	ТУ-4863-019-40149153-99	“ВЕЗА”	шт.	4		
Клапани димовидалення з електроприводом та вбудованою зворотньою пружиною КПУ-1М 800х500 мм.	ТУ-4863-019-40149153-99	“ВЕЗА”	шт.	7		
Пітометражні лючки	A1Л151.000СБ		шт.	126		
Решітка вентиляційна	АМТ-АН-SP 250х200	“Евроклима”	шт.	147		

Продовження табл. Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8
	Решітка вентиляційна	AMT-AN-SP 250x150	“Евроклима”	шт.	455		
	Решітка вентиляційна з адаптером	MB 125ПФ	“ВЕЗА”		130		
	Решітка вентиляційна	AMT-AN-SP 150x150	“Евроклима”	шт.	22		
	Решітка витяжна	DMT-AR-SP 250x200	“Евроклима”	шт.	130		
	Решітка вентиляційна	MBM 150 Ц	“ВЕНТС”	шт.	1		
	Решітка вентиляційна	MBM 200 Ц	“ВЕНТС”	шт.	1		
	Решітка вентиляційна	RMT-A 250x200	“Евроклима”	шт.	1		
	Решітка вентиляційна зовнішня повітрязабірна (жалюзі жорстко закріплені під кутом 45°)	DMT-X 250x150	“Евроклима”	шт.	1		
	Те саме	DMT-X 600x250	“Евроклима”	шт.	2		
	Те саме	DMT-X 600x300	“Евроклима”	шт.	2		
	Те саме	DMT-X 400x200	“Евроклима”	шт.	2		
	Засувка регулююча 500x250	SQR-EH/MA 500x250(h)	“Евроклима”	шт.	4		

Продовження табл. Е.1

1	2	3	4	5	6	7	8
	Засувка регулююча 500x300	SQR-EH/MA 500x300(h)	“Евроклима”	шт.	1		
	Засувка регулююча 600x300	SQR-EH/MA 600x300(h)	“Евроклима”	шт.	1		
	Засувка регулююча 700x300	SQR-EH/MA 700x300(h)	“Евроклима”	шт.	3		
	Засувка регулююча 700x400	SQR-EH/MA 700x400(h)	“Евроклима”	шт.	2		
	Засувка регулююча 800x300	SQR-EH/MA 800x300(h)	“Евроклима”	шт.	6		
	Засувка регулююча 900x300	SQR-EH/MA 900x300(h)	“Евроклима”	шт.	2		
	Засувка регулююча 900x400	SQR-EH/MA 900x400(h)	“Евроклима”	шт.	2		
	Засувка регулююча 1000x300	SQR-EH/MA 1000x300(h)	“Евроклима”	шт.	4		
	Засувка регулююча 1000x400	SQR-EH/MA 1000x400(h)	“Евроклима”	шт.	4		
	Засувка регулююча 1100x300	SQR-EH/MA 1100x300(h)	“Евроклима”	шт.	3		
	Засувка регулююча 1200x400	SQR-EH/MA 1200x400(h)	“Евроклима”	шт.	1		
	Засувка регулююча 1500x350	SQR-EH/MA 1500x350(h)	“Евроклима”	шт.	2		

Схема розміщення елементів системи опалення на плані підвалу на відм.-3.000

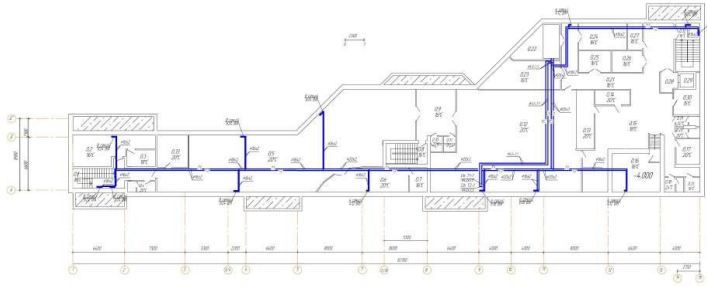
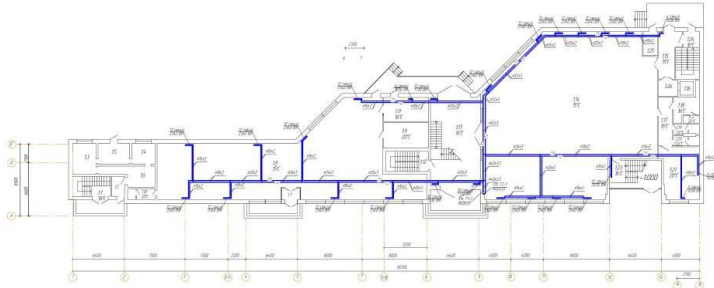


Схема розміщення елементів системи опалення на плані першого поверху на відм.+0.000



Експлікація приміщень

№ п/п	Назва приміщення	Площа м ²
Перший поверх		
11	Гомбар-світло Вхід в підвал №8	11,72
12	Гомбар	2,16
13	Каніва санітарно-технічний	19,18
14	Каніва санітарно-технічний	13,4
15	Приміщення РЗ 300л мб	81,4
16	Приміщення РЗ 0,1 мб	82,6
17	Гомбар	2,26
18	Гомбарий зал	250,07
19	Каніва переконув	17,05
180	Сім Бурж	4,28
111	Каніва	8,88
102	Гомбар-світло Вхід в підвал №2	82,67
103	Гомбар-світло	68,25
104	Гомбарий зал	189,05
105	Забезпечувальний	89,68
106	Ліфт-під'їзний	2,89
107	Каніва	9,06
108	Гомбарий	7,98
109	Каніва сан. Бурж з м'ясним абразивним інструментом	3,87
120	Каніва сан. Бурж	3,87
121	Каніва переконув	29,82
122	Двері	18
123	Гомбар-світло №2 в підвалі	22,4
124	Гомбар-світло сирієвий Вхід в підвал №2	82,6
125	Каніва для ступен	5,28
126	Гомбар-світло	4,48
Загальна площа першого поверху		944,27
Підвал		
01	Гомбар-світло Вхід в підвал №1	21,4
02	Масляні станції теплових двигунів та буржів	27,6
03	Під'їзний приміщення	1,2
04	Сім Бурж	4,31
05	Діа	299,27
06	Каніва переконув кабінет	15,1
06	Діа	30,0
07	Під'їзний приміщення	6,77
08	Гомбар-світло Вхід в підвал №2	12,1
09	Двері	28,9
010	Каніва сан. Бурж (для відвідувачів)	2,7
011	Каніва сан. Бурж (для відвідувачів)	2,7
012	Двері на 20 мб	88,8
013	Бурж ступен	84,47
014	М'ясний абразив	5,6
015	Каніва санітарно-технічний	19,9
016	Каніва	26,8
017	Каніва переконув	9,36
018	Двері	4,8
019	Каніва сан. Бурж (для переконув) з м'ясним абразивним інструментом	3,85
020	Каніва сан. Бурж (для переконув)	3,87
021	Каніва	28,72
022	Гомбарий зал	84,2
023	Каніва	37,4
024	Каніва	19,85
025	Каніва	83,8
026	Каніва абразивний парі по м'ясній інструменту	7,98
027	Каніва санітарно-технічний	8,85
028	Гомбарий	4,98
029	Ліфт-під'їзний	2,97
030	М'ясний абразивний парі	15,4
031	Відвідувачів бурж	34,2
032	Гомбар-світло сирієвий Вхід в підвал №2	82,6
Загальна площа підвалу		977,05

№	Вид	Відомості	Площа	Всього
1	Гомбарий	Гомбарий	1	1
СИСТЕМА ОПАЛЕННЯ				
ТТ-21м з/в				

Схема розміщення елементів системи опалення на плані другого поверху на відм.+4.200

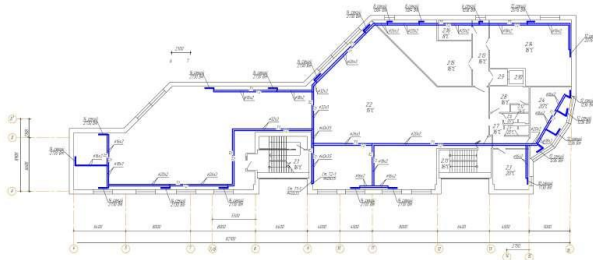


Схема розміщення елементів системи опалення на плані третього поверху на відм.+7.800

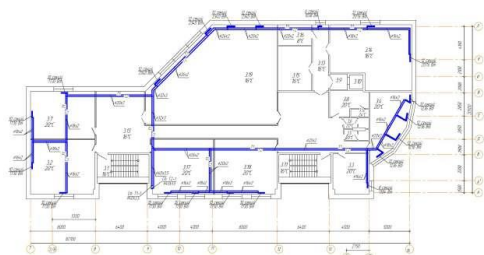
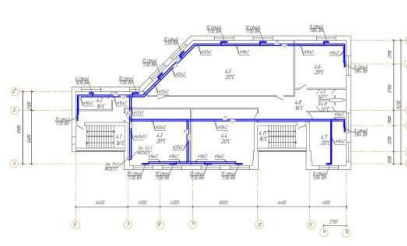


Схема розміщення елементів системи опалення на плані четвертого поверху на відм.+11.400



Експлікація приміщень

№ п/п	Назва приміщення	Площа м ²
Другий поверх		
21	Світло №1	26,9
22	Гомбар-світло Вхід в підвал №1	19,18
23	Каніва переконув	22,02
24	Каніва санітарно-технічний	33,45
25	Сім Бурж (для переконув чоловіки)	3,87
26	Сім Бурж (для переконув жінки) з м'ясним абразивним інструментом для відвідувачів	3,77
27	Каніва	10,07
28	Гомбарий	13,08
29	Ліфт-під'їзний	4,27
30	Ліфт-під'їзний	76,15
31	Світло №2 в підвалі	8,22
32	Двері	2,4
33	Каніва	86,7
34	Каніва	72,88
35	Каніва	95,8
36	Каніва абразивний парі	8,1
Загальна площа другого поверху		650,08
Третій поверх		
31	Світло №1	28,4
32	Каніва санітарно-технічний	15,45
33	Каніва санітарно-технічний	20,07
34	Каніва санітарно-технічний	19,44
35	Сім Бурж (для переконув чоловіки)	3,87
36	Сім Бурж (для переконув жінки) з м'ясним абразивним інструментом для відвідувачів	44,4
37	Каніва санітарно-технічний	48,43
38	Гомбарий	10,07
39	Ліфт-під'їзний	4,27
40	Ліфт-під'їзний	2,89
41	Світло №2 в підвалі	22,4
42	Двері	17,25
43	Каніва	70,58
44	Каніва	28,9
45	Каніва	82,1
46	Сім Бурж (для переконув)	3,87
47	Каніва санітарно-технічний	15,45
48	Каніва санітарно-технічний	82,1
Загальна площа третього поверху		902,77
Четвертий поверх		
41	Світло №1	29,7
42	Гомбарий	18,0
43	Каніва санітарно-технічний	15,48
44	Каніва санітарно-технічний	15,8
45	Каніва санітарно-технічний	82,6
46	Каніва санітарно-технічний	37,3
47	Каніва санітарно-технічний	29,07
48	Каніва	44,0
49	Сім Бурж (для переконув жінки) з м'ясним абразивним інструментом для відвідувачів	3,87
50	Сім Бурж (для переконув)	3,87
51	Світло №2 в підвалі	22,4
Загальна площа четвертого поверху		407,8

№	Вид	Відомості	Площа	Всього
1	Гомбарий	Гомбарий	2	2
СИСТЕМА ОПАЛЕННЯ				
ТТ-21м з/в				

Схема розміщення елементів системи вентиляції на плані підвалу на відмітку -3.000

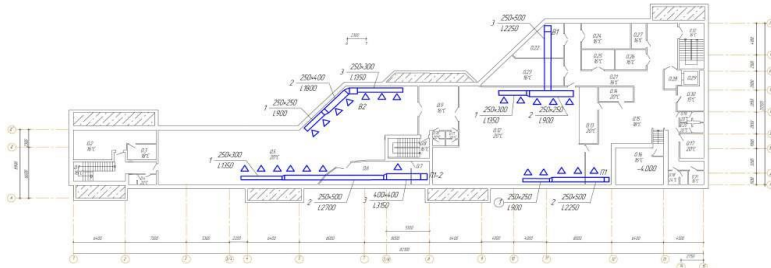
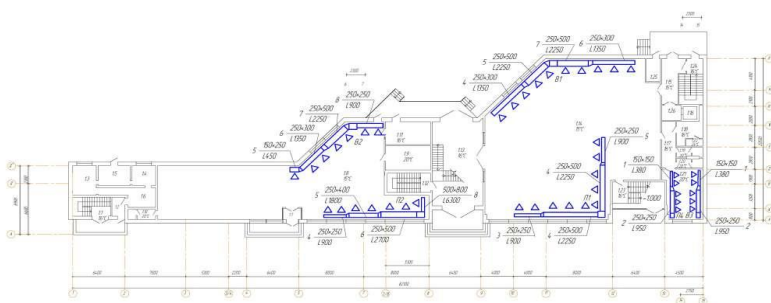


Схема розміщення елементів системи вентиляції на плані першого поверху на відмітку +0.000



Експлікація приміщень

№ п/п	Назва приміщення	Площа м ²
Перший поверх		
11	Головний вхід в підвал МР	11,02
12	Головний вхід	2,16
13	Комора суворого провітрювання	61,91
14	Комора суворого провітрювання	7,54
15	Промислова РЗ 2001 м ²	81,8
16	Промислова РЗ 24 м ²	2,54
17	Головний вхід	3,26
18	Головний вхід	20,07
19	Кімната персоналу	17,05
110	Сім. вхід	4,28
111	Комора	8,88
1101	Головний вхід в підвал МР	12,61
1102	Головний вхід	68,25
116	Головний вхід	388,85
115	Адміністративне	85,61
116	Арт-об'єкт	2,92
117	Коридор	9,06
118	Головний вхід	7,88
119	Життєві сир. входи з місцем зберігання інвентарю	18,7
120	Кімната сир. входи	18,7
121	Кімната персоналу	29,82
122	Аудит	18
123	Головний вхід МР (вхід)	22,4
124	Головний вхід в підвал МР	5,6
125	Комора для сирот	5,28
126	Головний вхід	4,48
Загальна площа першого поверху		944,27
Підвал		
01	Головний вхід в підвал МР	214,4
02	Пасажів стовпчик підземного з'їзду на парковку	29,66
03	Підвалні приміщення	7,26
04	Сім. вхід	4,33
05	Ван.	25,27
012	Кімната персоналу підвал	8,7
06	Бар	8,03
07	Підвалні приміщення	6,77
08	Головний вхід в підвал МР	12,3
09	Вестибюль	28,53
010	Життєві сир. входи (для відвідувачів)	2,7
011	Життєві сир. входи (для відвідувачів) (об'єкт не на ві. площ.)	86,6
012	Барна стілка	8,49
016	Майстерська	5,66
016	Технічне приміщення	19,9
016	Комора	26,4
017	Кімната персоналу	9,36
018	Аудит	4,8
019	Життєві сир. входи (для персоналу) з місцем для зберігання виробничого інвентарю	11,5
020	Життєві сир. входи (для персоналу)	39,22
021	Коридор	38,12
022	Комора	32,3
024	Комора	19,68
025	Комора	8,56
026	Комора зберігання парку на конвеєрній об'єктній автост.	9,98
027	Комора стовпчик	8,86
028	Головний вхід	4,88
029	Арт-об'єкт	2,99
030	Міський додатковий вхід	19,4
031	Відвідувачів вхід	24,2
032	Головний вхід суворого входу в підвал МР	8,6
Загальна площа підвалу		977,05

Відсутні приміщення	0	0	0	0	0
Всього	1	1	1	1	1
Експлікація системи забезпечення мікроклімату приміщень першого-підвального поверхів					
Система вентиляції					
ІІ-21м з/в					

Схема розміщення елементів системи вентиляції на плані третього поверху на відмітку +7.800

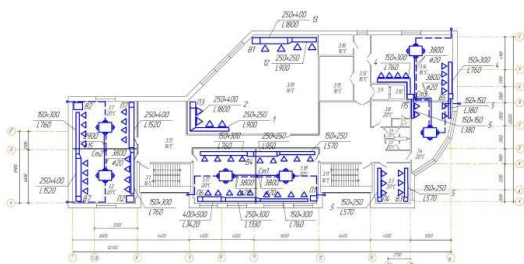
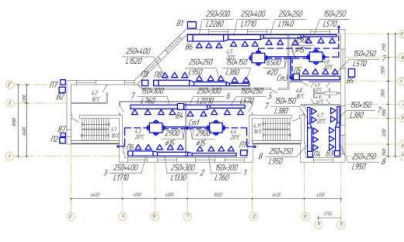


Схема розміщення елементів системи вентиляції на плані четвертого поверху на відмітку +11.400

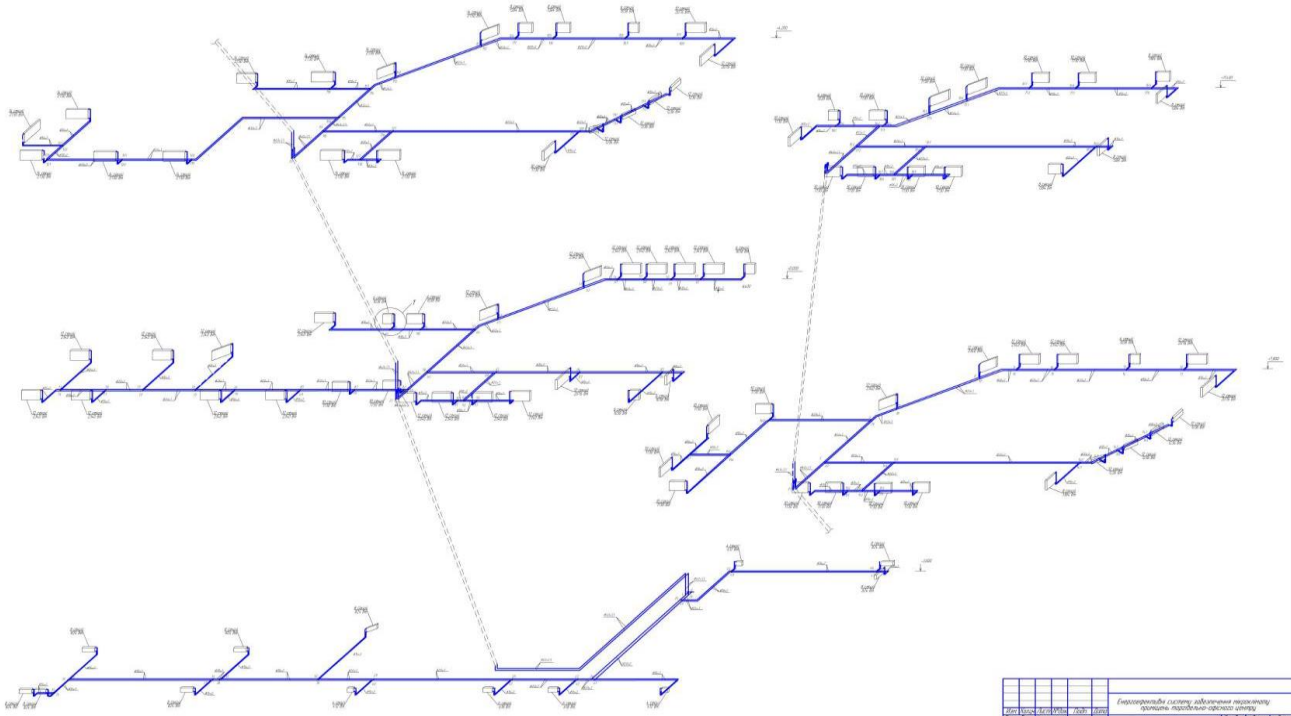


Експлікація приміщень

№ п/п	Назва приміщення	Площа м ²
Третій поверх		
21	Головний вхід	26,3
22	Головний вхід до офісу керівника МР (вхід в підвал)	57,03
23	Кімната персоналу	22,03
24	Кімната персоналу	31,4
25	Сім. вхід для персоналу чоловіки	3,57
26	Сім. вхід для персоналу жінки з місцем для зберігання інвентарю для виробництва	3,77
27	Коридор	10,77
28	Головний вхід	10,8
29	Головний вхід	4,23
28	Арт-об'єкт	2,9
27	Система МР (вхід)	8,52
21	Головний вхід	2,6
21	Коридор	8,3
21	Комора	22,56
21	Комора	56,81
21	Комора зберігання парку	19,1
Загальна площа третього поверху		690,38
Четвертий поверх		
31	Головний вхід	25,1
32	Кімната персоналу	12,41
33	Кімната персоналу	20,01
34	Кімната персоналу	14,4
35	Сім. вхід для персоналу чоловіки	3,5
36	Сім. вхід для персоналу жінки з місцем для зберігання інвентарю для виробництва	44,4
37	Коридор з 2 входи	44,42
38	Головний вхід	10,8
39	Головний вхід	4,23
40	Арт-об'єкт	2,9
41	Система МР (вхід)	29,4
42	Коридор	2,8
43	Комора	17,28
44	Комора	78,8
45	Комора	41,1
46	Кімната з 2 входи	55,8
47	Кімната з 2 входи	55,8
48	Ван. приміщення	8,52
Загальна площа четвертого поверху		912,77
Четвертий підвал		
41	Головний вхід	25,1
42	Кімната персоналу	12,41
43	Кімната персоналу	12,41
44	Кімната персоналу	12,41
45	Кімната персоналу	12,41
46	Кімната персоналу	12,41
47	Кімната персоналу	12,41
48	Кімната персоналу	12,41
49	Сім. вхід для персоналу жінки з місцем для зберігання інвентарю для виробництва	3,57
49	Сім. вхід для персоналу жінки з місцем для зберігання інвентарю для виробництва	3,57
49	Система МР (вхід)	22,4
Загальна площа четвертого поверху		401,58

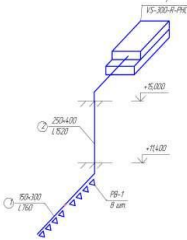
Відсутні приміщення	0	0	0	0	0
Всього	1	1	1	1	1
Експлікація системи забезпечення мікроклімату приміщень підвального поверху					
Система вентиляції					
ІІ-21м з/в					

Аксонетрична схема системи опалення
(1:150)

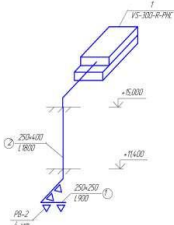


Тип проекту	№ проекту	№ аркуша	Дата	Лист	Всього
1:150	1:150	1:150	1:150	1:150	1:150
Система опалення				№ аркуша	Всього
Аксонетрична схема системи опалення				11-21м 3/8	1
Із складу:				Лист 1	

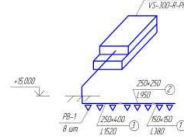
П2-7



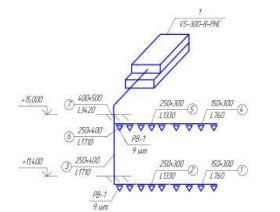
П2-3



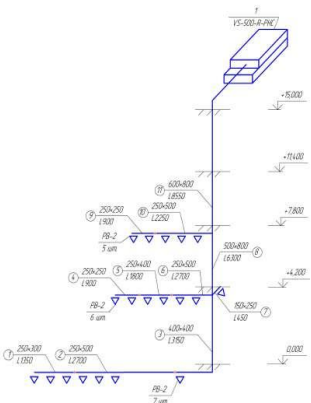
П2-8



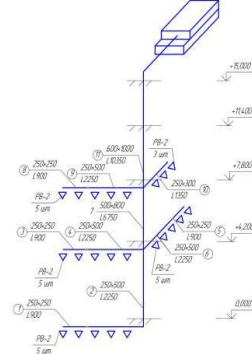
П2-6



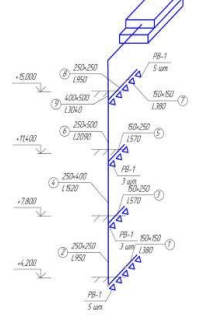
П1-2



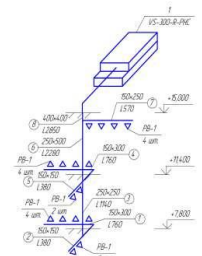
П1-1



П2-4



П2-5



Тип проекту	№ проекту	№ аркуша	Дата	Лист	Всього
1:150	1:150	1:150	1:150	1:150	1:150
Система опалення				№ аркуша	Всього
Аксонетрична схема системи опалення				11-21м 3/8	6
Із складу:				Лист 1	

Аксонетричні схеми системи вентиляції

