

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

Магістерська кваліфікаційна робота на тему:

**КОМБІНОВАНІ ТЕПЛОНАСОСНІ СИСТЕМИ ТЕПЛО
ХОЛОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЇ ГРОМАДСЬКОЇ
БУДІВЛІ**

Виконав студент 4 – курсу, групи ТГ-21м
Спеціальності 192 – Будівництво та
цивільна інженерія

_____ Пономарчук Р.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник к.т.н., доцент кафедри ІСБ

_____ Панкевич О.Д.

(прізвище та ініціали)

«__» _____ 2022 р.

Рецензент: к.т.н., доцент кафедри БМГА

_____ *(прізвище та ініціали)*

«__» _____ 2022 р.

Допущено до захисту
Завідувач кафедри ІСБ
к.т.н., проф. Ратушняк Г.С.
(прізвище та ініціали)

«__» _____ 2022 р.

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання

Кафедра інженерних систем у будівництві

Рівень вищої освіти II-й магістерський

Галузь знань 19 Архітектура та будівництво
(шифр і назва)

Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма “Теплогазопостачання і вентиляція”

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ІСБ
к.т.н., проф. Ратушняк Г.С.

(підпис)
« 20 » грудня 2022 р.

ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Пономарчук Роксані Олександрівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Комбіновані теплонасосні системи тепло холодопостачання та вентиляції громадської будівлі.

керівник проекту (роботи) Панкевич О.Д., к.т.н., доц. каф ІСБ,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “15” 09 2022 року
№205А

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 06.12.2022

3. Вихідні дані до проекту (роботи) архітектурно-будівельні креслення будівлі загальною площею 971,1 м², термічний опір стін 3,4 м² °С/Вт, покриття 4,95 м² °С/Вт, вікон 0,75 м² °С/Вт

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

1 Аналітичний огляд систем мікроклімату громадських будівель

2 Теоретичне та проектне обґрунтування систем мікроклімату громадських будівель

3 Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних рішень систем мікроклімату громадських будівель

4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5. Техніко-економічні показники

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Плани поверхів з системами тепло холодопостачання та вентиляції

Схеми систем тепло холодопостачання та вентиляції

Календарний графік виконня монтажних робіт систем тепло холодопостачання та вентиляції

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Аналітичний огляд систем мікроклімату громадських	Панкевич О.Д.	24.11.22	20.11.22
Теоретичне та проектне обґрунтування систем мікроклімату	Панкевич О.Д.	24.11.22	25.11.22
Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних	Панкевич О.Д.	24.11.22	1.12.22
Охорона праці	Кобилянська І. М. к.т.н., доцент	24.11.22	19.12.22
Техніко-економічні показники	Лялюк О. Г. к.т.н., доцент	24.11.22	19.12.22

7. Дата видачі завдання 24.10.2022 р.**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва та зміст етапу	Термін виконання		Примітка
		початок	закінчення	
1	Аналітичний огляд та техніко-економічне обґрунтування	4.10.22	20.10.22	виконано
2.	Теоретичне обґрунтування та розробка проектних рішень	4.10.22	25.10.22	виконано
3	Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних рішень	03.11.22	11.11.22	виконано
4	Охорона праці	2.11.22	5.11.22	виконано
6	Оформлення графічної частини	4.11.22	7.11.22	виконано
7	Попередній захист	4.11.22	7.11.22	виконано
8	Виправлення зауважень та остаточне оформлення МКР	4.12.22	12.12.22	виконано
9	Захист МКР	21.12.22	21.12.22	виконано

Магістрант

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

УДК 692.232

Пономарчук Р.О. Комбіновані теплонасосні системи тепло холодопостачання та вентиляції громадської будівлі. Магістерська робота зі спеціальності 192 - будівництво та цивільна інженерія, освітня програма – теплогазопостачання і вентиляція. Вінниця: ВНТУ, 2022. 144 с.

На укр.. мові. Бібліогр.:19 назв; рис., 25 табл., 2 додатки.

У магістерській кваліфікаційній роботі наведені результати літературного пошуку; економічні та екологічні передумови розвитку теплонасосних технологій в Україні. Проведено аналіз використання низькопотенційних джерел теплоти в теплонасосних системах тепло холодопостачання та вентиляції.

Розроблено комбіновані схеми теплонасосного теплозабезпечення з використанням різних джерел. Здійснено термодинамічний аналіз цих схем в залежності від параметрів навколишнього середовища. Проведено порівняльний аналіз енергетичної ефективності всіх запропонованих рішень, визначено найбільш ефективну комбіновану схему.

Розраховано витрату роботи на привід компресора теплового насоса з використанням комбінованої схеми з рекуперацією вентиляційних викидів повітря в холодний період року теплопостачання. Проаналізовано ефект від використання запропонованого рішення. Визначено кількість увімкнених теплових насосів в залежності від температури зовнішнього повітря. Проведено порівняння з базовою схемою теплонасосного теплопостачання. Здійснено моделювання розподілу температури та швидкості припливного повітря в приміщеннях.

Ключові слова: тепловий насос, ґрунтовий колектор, низькотемпературні джерела енергії, тепло холодопостачання, вентиляція, геотермальна енергія, термодинамічна ефективність, вентиляційні викиди, атмосферне повітря, питомі затрати зовнішньої енергії.

ANNOTATION

Ponomarchuk R.O. Combined heat pump systems for heat, cold supply and ventilation of a public building. Master's thesis on specialty 192 - construction and civil engineering, educational program - heating and gas supply and ventilation. Vinnytsia: VNTU, 2022. 144 p.

In the Ukrainian language. Bibliography: 19 titles; fig., 25 tables, 2 appendices.

The results of the literature search are given in the master's thesis; economic and ecological prerequisites for the development of heat pump technologies in Ukraine. An analysis of the use of low-potential heat sources in heat pump systems of heat and cold supply and ventilation was carried out.

Combined schemes of heat pump heat supply using various sources have been developed. A thermodynamic analysis of these schemes was carried out depending on the environmental parameters. A comparative analysis of the energy efficiency of all proposed solutions was carried out, and the most effective combined scheme was determined.

The cost of work on the heat pump compressor drive using a combined scheme with the recovery of ventilation air emissions in the cold period of the heat supply year is calculated. The effect of using the proposed solution is analyzed. The number of switched-on heat pumps is determined depending on the outside air temperature. A comparison was made with the basic scheme of heat pump heat supply. Modeling of the distribution of temperature and velocity of supply air in the premises was carried out.

Key words: heat pump, soil collector, low-temperature energy sources, heat and cold supply, ventilation, geothermal energy, thermodynamic efficiency, ventilation emissions, atmospheric air, specific external energy consumption.

Зміст

Вступ.....	6
1 Актуальність та проблематика впровадження тепло насосних технологій в системах тепло холопостачання та вентиляції.....	11
1.1 Оцінка сучасного стану речей щодо застосування теплових насосів.....	9
1.2 Економічні та екологічні передумови розвитку теплонасосних технологій в Україні.....	19
1.3 Аналіз використання низькопотенційних джерел теплоти в теплонасосних системах.....	23
1.4 Визначення основних задач досліджень.....	27
1.5 Аналіз ефективності комбінованої теплонасосної схеми тепло холодопостачання з використанням теплоти атмосферного повітря та стічних вод будинку.....	30
1.6 Висновки.....	41
2 Теоретичне та проектне обґрунтування систем мікроклімату громадських будівель.....	43
2.1 Технічне завдання.....	43
2.2 Обґрунтування технічних рішень	46
2.3 Визначення теплових надходжень в будівлю.....	47
2.3.1 Визначення кількості тепла, яке надходить через світлові пройми.....	47
2.3.2 Визначення кількості теплоти яка надходить в приміщення через покриття ...	47
2.3.3 Надходження теплоти від джерела штучного освітлення.....	49
2.3.4 Надходження теплоти та вологи від людей.....	49
2.4 Організація та розрахунок повітрообміну.....	50
2.5 Підбір і визначення кількості решіток.....	52
2.6 Конструювання та розрахунок системи вентиляції.....	53
2.6.1 Моделювання аеродинамічних режимів руху повітря у повітропроводах.....	53
2.6.2 Підбір обладнання.....	55
2.7 Визначення розрахункових температур зовнішнього повітря.....	56
2.8. Характеристика будівлі.....	57

2.9	Теплотехнічний розрахунок огорожуючи конструкцій будівлі.....	57
2.9.1	Розрахунок зовнішніх стін	61
2.9.2	Підбір вікон.....	64
2.10	Розрахунок теплових втрат приміщень.....	64
2.11	Вибір опалювальних приладів.....	65
2.12	Гідравлічний розрахунок трубопроводів.....	66
2.13	Висновок.....	71
3	Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних рішень систем мікроклімату громадських будівель.....	72
3.1	Вихідні дані.....	72
3.2	Аналіз конструктивних особливостей об'єкту.....	72
3.3	Визначення складу робіт.....	74
3.3.1	Визначення складу робіт по влаштуванню системи припливно-витяжної вентиляції.....	74
3.4	Визначення трудомісткості монтажних робіт та складання графіку виконання робіт, загальної тривалості робіт і складу бригад по влаштуванню системи вентиляції	76
3.5	Розрахунок витрат допоміжних ресурсів.....	78
3.5.1	Розрахунок витрати енергоносіїв.....	80
3.5.2	Визначення потреб у матеріально-технічних ресурсах.....	80
3.6	Отримання об'єкта під монтажні роботи.....	82
3.7	Вибір і обґрунтування методів виконання робіт, типів машин, механізмів, пристосувань та конструкцій кріплень.....	83
3.8	Вибір і обґрунтування методів виконання робіт, типів машин, механічних пристосувань і конструкцій.....	84
3.8.1	Вимоги до монтажу.....	84
3.8.2	Монтаж повітроводів.....	84
3.8.3	Монтаж каналних вентиляторів.....	85
3.8.4	Монтаж припливно-витяжної установки.....	86
3.8.5	Монтаж вентиляційних решіток.....	86

3.8.6 Засоби для кріплення повітроводів.....	87
3.8.7 Загальні вимоги з техніки безпеки.....	87
3.8.8 Заходи по охороні праці на будівельному майданчику.....	87
3.9 Підготовка об'єкту під монтажні роботи.....	88
3.10 Визначення складу і об'ємів робіт системи тепло холодопостачання.....	89
3.10.1 Склад робіт.....	89
3.10.2 Монтаж трубопроводів і радіаторів.....	90
3.10.3 Випробовування трубопроводів.....	90
3.11 Визначення об'ємів робіт.....	91
3.12 Вибір і обґрунтування методів виконання робіт, типів машин, механізмів, пристосувань, конструкції кріплень.....	92
3.12.1 Монтаж опалювальних приладів.....	92
3.13 Монтаж магістральних трубопроводів.....	93
3.14 Монтаж підводок.....	94
3.15 Підготовка до монтажу та монтаж.....	96
3.16 Вибір типів машин, механізмів, пристосувань.....	97
3.17 Визначення трудомісткості монтажних робіт та складання графіку виконання робіт, загальної тривалості робіт і складу бригад.....	97
3.18 Визначення потреб у матеріально-технічних ресурсах.....	101
3.18.1 Потреби в інструменті.....	101
3.18.2 Витрати електроенергії.....	102
3.18.3 Витрата допоміжних матеріалів.....	103
3.19 Монтажне регулювання та здача систем в експлуатацію.....	103
3.21 Висновок.....	107
4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	108
4.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць будівельно- монтажного персоналу під час монтажу інженерного обладнання.....	108
4. 1.1 Технічні рішення щодо безпечної організації робочих місць	109
4.1.2 Електробезпека	111
4.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії	111

4.2.1 Мікроклімат	111
4.2.2 Склад повітря робочої зони	112
4.2.3 Виробниче освітлення	114
4.2.4 Виробничий шум	115
4.2.5 Виробничі вібрації	117
4.2.6 Психофізіологічні фактори	118
4.6 Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	120
5. Техніко-економічні показники.....	125
Висновок.....	131
Перелік літературних джерел.....	132
Додаток А Технічне завдання.....	136
Додаток Б Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкції.....	139
Додаток В Моделювання аеродинамічних процесів у повітропроводах	141

Вступ

Актуальність теми. Зробивши висновки з наслідків енергетичних криз, уряди більшості розвинених країн завчасно готували свою економіку для існування в епоху дефіциту запасів нафти і газу. Наприклад, за [1] в Швеції питання енергозбереження почали широко реалізовуватися з моменту нафтової енергетичної кризи 1970 року, і за 43 роки країні вдалося істотно знизити залежність енергетичної галузі промисловості від органічного і ядерного палива. Так, якщо в 1970 році більше 80% теплової енергії в Швеції вироблялося з викопного вуглеводневого палива, то вже до 2012 року в результаті впровадження енергозберігаючих технологій і переходу на нетрадиційні джерела енергії ця частка знизилася до 32%. А до 2035 року, за заявою міністра енергетики [1], спалювання газу, вугілля та рідкого палива буде повністю виключено з процесів генерації теплоти для комунальних потреб в системах тепло холодопостачання та гарячого водопостачання країни. Одним із шляхів досягнення таких результатів є широкомасштабне впровадження теплонасосних технологій.

Теплонасосні установки (ТНУ) є екологічно чистими, зручними в експлуатації, універсальними по виду низькопотенційного джерела і рівню виробленої потужності, повністю автоматизованими і з тривалим терміном служби.

Перераховані переваги теплонасосних установок зумовили їх широке поширення в світі. Десятки мільйонів одиниць успішно [2] працюючих в світі теплонасосних установок різного функціонального призначення зробили сьогодні цю технологію виробництва теплоти звичною, надійною і економічно доцільною для її користувачів.

Теплоту, що генерується в теплонасосній установці, раціонально використовувати, перш за все, в житлово-комунальному секторі економіки, де дороге і дефіцитне органічне паливо споживається у величезних кількостях.

В економіці України ці проблеми проявляються особливо гостро, так як для генерації теплоти комунального призначення, обсяг якої в загальному енергетичному балансі країни становить близько 55%, витрачається більше 27% споживаного палива [1]. До того ж ця галузь економіки є найбільш технічно відсталою з цілого ряду причин технічного, економічного та екологічного характеру. Зайві енерговитрати і величезні втрати теплоти призводять до необґрунтованого подорожчання комунальних тарифів і послуг і до небажаного соціального напруження в суспільстві.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Напрямок, мета та задачі магістерської кваліфікаційної роботи відповідають змісту Державної програми України наукового напрямку 04.06 – „Екологічно чиста енергетика та ресурсозберігаючі технології”, а також згідно з пріоритетним напрямком наукових досліджень ВНТУ «Збереження навколишнього середовища (довкілля) та сталий розвиток» відповідно до закону «Про пріоритетні напрямки розвитку науки і техніки» № 2623-III від 11.07.2001р.

Мета і задачі дослідження

Метою магістерської кваліфікаційної роботи є опрацювання наукового обґрунтування та створення проєктних 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 низько потенційних джерел;
- провести аналіз існуючих джерел теплоти для тепло насосних систем тепlopостачання;
- виконати моделювання теплотехнічного режиму приміщень будівлі;
- виконати моделювання гідравлічних режимів системи тепло холодopостачання 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 забезпечення нормативних мікрокліматичних показників приміщень з використанням альтернативних джерел енергії.

Предмет дослідження – процеси здійснення повітрообміну та забезпечення тепловою енергією громадської будівлі.

Наукова цінність одержаних результатів. Дістало подальший розвиток теоретичне обґрунтування доцільності використання рекуперації теплоти відпрацьованого вентиляційного повітря та каналізаційних стоків

Практичне значення одержаних результатів. Запропоновано конструктивні рішення систем мікроклімату з використанням рекуперації теплоти вентиляційних викидів та каналізаційних стоків. 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 всеукраїнській науково – практичній інтернет – конференції «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи».

1 АКТУАЛЬНІСТЬ ТА ПРОБЛЕМАТИКА ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕПЛОНАСОСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В СИСТЕМАХ ТЕПЛО ХОЛОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЇ

1.1 Оцінка сучасного стану речей щодо застосування теплових насосів

Сьогоднішня економічна і енергетична ситуація в Україні і технічний рівень, досягнутий в світовому енергобудівництві, сприяє широкому застосуванню теплонасосних технологій в вітчизняному ЖКГ, промисловості, сільському господарстві, що дозволило б істотно знизити залежність країни від імпортованого газу. Але дані амбіції дуже часто розбиваються об бюрократичні та політичні фактори, від яких багато в чому залежить впровадження енергозберігаючих теплонасосних технологій. Піднімаються питання повернення до минулого, до переведення вітчизняних ТЕЦ і районних котельних на вугілля, або до збільшення видобутку газу з використанням ні технічно, ні економічно, ні екологічно не обґрунтованої і неперевіреної в достатній мірі для українських умов дорогої технології видобутку сланцевого газу, або застосування марнотратного електричного тепло холодопостачання. Все це вимагає великих додаткових капіталовкладень, яких сьогодні в Україні немає. Як результат, в Україні немає власного виробництва теплонасосного обладнання, що відповідає за технічною досконалістю світовим стандартам, відсутні законодавчі або економічні ініціативи впровадження ТНУ, не передбачено державне фінансування для реалізації пілотних проектів, які могли б бути хорошою рекламою і стимулом широкомасштабного застосування теплонасосної техніки.

Оцінюючи ситуацію, що склалася, можна констатувати, що впровадження теплонасосного обладнання в Україні, безсумнівно, відбудеться, проте в найближчі 4-6 років воно буде проходити в основному за рахунок застосування імпортової техніки. Практично вже сьогодні на українському ринку присутнє теплонасосне обладнання більшості світових виробників [2] і важливо

грамотно зорієнтувати вітчизняного споживача щодо умов ефективності використання схем теплопостачання на базі теплових насосів.

Питаннями проектування, виготовлення і впровадження теплонасосної техніки займаються найбільші енергетичні корпорації Японії, США, Канади, Китаю, країн ЄС. Міжнародне Енергетичне Агентство (МЕА, латинська аббревіатура IEA), куди асоційованими членами входять 28 енергетично розвинених країн і, метою діяльності якого є забезпечення світової енергетичної безпеки і пошук шляхів поліпшення екології планети, поступово стає головним координатором політики впровадження теплонасосних технологій. Агентством регулярно публікується міжнародний огляд «Перспективи енергетичних технологій» (Energy Technology perspectives, ETP), видається міжнародний журнал «Теплові насоси» і проводяться міжнародні конференції, симпозиуми, виставки і семінари, пов'язані з аналізом застосування передових теплонасосних технологій. По ряду програм, здійснюються роботи з наукових досліджень і прискорення впровадження інноваційних розробок в системи тепло холодостачання, кондиціонування, вентиляції, гарячого водопостачання. Деякі з проектів в рамках цих Додатків фінансуються. Координується діяльність МЕА з Європейською асоціацією теплових насосів (ЕНРА), з регіональними національними комітетами практично всіх зацікавлених країн. Така політика дає можливість урядам країн, що входять і не входять в МЕА, об'єднувати ресурси і сприяти розробці і впровадженню передових теплонасосних технологій.

В оглядових доповідях, представлених в матеріалах трьох останніх конференцій МЕА (в 2014 році у Токіо в 2016 році у Лас-Вегасі, в 2018 році у Цюріху) одностайно відзначається, що, незважаючи на високий відсоток вже використовуваних теплових насосів, перспективи їх застосування « стабільно райдужні » [3, 4, 5].

Областями раціонального застосування теплових насосів є інженерні системи життєзабезпечення об'єктів житлового комплексу (котеджі, односімейні та багатоквартирні будинки), об'єктів соціального призначення (офісні будівлі, готелі, школи, лікарні, санаторії, спортивні комплекси, торгові та розважальні

центри), виробничих і адміністративних приміщень, об'єктів агропромислового комплексу, технологічні процеси промисловості.

Останні досягнення в створенні високотемпературних, потужних і високоефективних теплових насосів дозволяють говорити про можливість ширшої інтеграції останніх в сектори централізованого теплопостачання та енергетичного комплексу.

Однак найбільша увага в світі приділяється застосуванню теплонасосних технологій при генерації комунальної теплоти. У доповідях конференцій підкреслюється, що загальна світова тенденція в системах теплопостачання житлових будинків, як основного споживача енергоресурсів, характеризується стабільним збільшенням числа працюючих тут теплових насосів. Наприклад, за [4] збільшення частки впроваджених теплових насосів в системах тепло холодопостачання США з 24% в 1988 році до 42% в 2008 році в порівнянні з використанням традиційних теплогенераторів, що працюють на спалюванні органічного палива.

За період з 2020 року по 2030 рік в Німеччині очікується триразове збільшення продажів ТНУ і зниження продажу опалювальних котлів з 84% до 57% [5]. У Франції, за той же період часу, прогнозується зростання впровадження теплових насосів в системах тепло холодопостачання в два рази і зниження продажів котлів з 82% до 67% [5]. У 2010 році в Швеції було продано 127 570 теплових насосів [5]. Газових і рідкопаливних котлів було продано на 2000 менше. У Великобританії ринок теплових насосів показав стрімкий розвиток, досягнувши в 2010 році величини 18480 проданих одиниць [5].

На енергетичному ринку Європи з 2008 року Франція витіснила Швецію з першого місця по впровадженню теплонасосного обладнання, хоча у останньої досить стабільні показники його застосування були протягом 5 років.

Починають інтенсивно рости ринки теплових насосів в Східній Європі (країнах Прибалтики, Росії, Білорусії).

Цікаво зауважити, що на міжнародних виставках передові компанії з котлобудування в якості експоната номер один почали виставляти створені ними теплові насоси.

Зростання світового ринку теплових насосів, крім переваг даної технології в енергетичному та екологічному аспектах, пояснюється також:

посиленням вимог до енергоефективності теплоенергетичного обладнання і до термоізоляції будівель,

введенням урядами ряду країн пільгових законодавчих актів і національних програм, які заохочують впровадження енергозберігаючого та екологічно чистого обладнання, що використовує відновлювальні джерела енергії,

флуктуаціями цін на нафту, газ і перебоями з поставками природного вуглеводневого палива.

З аналізу оглядових доповідей трьох останніх міжнародних конференцій [3, 4, 5] випливає, що вектор виробництва теплонасосного обладнання в останні роки поступово переміщається на азіатський континент. Японські компанії (Daikin, Mitsubishi Electric і Hitachi), південно-корейські (LG і Samsung), китайські (Midea і Gree) успішно вийшли на європейський ринок і зміцнюють тут свої позиції.

Світовий ринок продажів базується на повітряних теплових насосах типу «повітря-повітря» і «повітря-вода», де в якості джерела енергії використовується атмосферне повітря, на водяних типу «вода-вода» з використанням енергії води природних і штучних водойм і на геотермальних теплових насосах типу «вода-вода» або «розсіл-вода» з використанням енергії ґрунту та ґрунтових вод.

Геотермальні або ґрунтові теплові насоси (Geothermal heat pump або Ground-source heat pump), відбирають низькопотенційну теплоту, накопичену в приповерхневих шарах ґрунту за допомогою горизонтальних колекторів або тепло глибинних шарів за допомогою вертикальних зондів. Джерело доступне, досить універсальне, термічно стабільне і ефективне. На глибині декількох

метрів температура ґрунту практично не залежить від сезонних коливань температур зовнішнього повітря.

У країнах ЄС на 2009 рік встановлено понад мільйон геотермальних теплових насосів [5]. У Норвегії, наприклад, числа теплових насосів з ґрунтовими теплообмінниками в 2003- 2005 роках щорічно подвоювалося [5]. Зростає кількість діючих геотермальних установок в Канаді, США, де їх застосування активно підтримується урядом, істотна державна підтримка застосування геотермальних теплових насосів реалізується також в Китаї [5].

Інженери компанії «Данфосс» розробили і представили на ринок третє покоління геотермальних теплових насосів. Новий DHP-H / L Opti Pro + знімає низькопотенційну енергію з свердловин, горизонтальних колекторів, в водоймах. Революційна технологія дозволяє споживачам скоротити витрати на теплопостачання до 75% [6].

В останні роки велика увага приділяється вивченню питань експлуатації, вдосконалення конструкції ТН і систем відбору низькопотенційної теплоти, питань подальшого підвищення енергетичної ефективності ґрунтових ТНУ. Необхідно враховувати, що при багатьох перевагах ґрунтових теплових насосів, крім власної вартості ТНУ, замовник оплачує дорогі земельні роботи, вартість тисяч метрів поліетиленових труб, що укладаються в землю і тонни незамерзаючої рідини, яка використовується як теплоносій зовнішнього контуру. Крім того потрібна територія для розміщення системи відбору низькопотенційної теплоти. В результаті часто вартість робіт по організації системи відбору низько потенційного ґрунтового теплоти порівнянна з вартістю самого теплового насоса. Всі аспекти згадані вище, ставлять все нові й нові задачі для розробки нових та вдосконалення вже існуючих теплонасосних схем теплозабезпечення. Такі рішення можуть суттєво вплинути на капітальні разові витрати для інсталяції ТНУ, внаслідок підвищення енергоефективності роботи всієї схеми теплопостачання.

Зручним джерелом теплоти є природні незамерзаючі водойми, неглибоко залягаючі термальні води або стічні води техногенного характеру. Теплові

насоси з водою в якості джерела енергії (Water-source heat pump - WSHP), по конструкції багато в чому аналогічні ґрунтовим ТНУ. При використанні в якості джерела теплоти води водойми контур поліетиленових труб укладається на його дно. Коефіцієнт перетворення енергії тепловим насосом майже такий же, як при відборі теплоти від ґрунту, але система відбору низько потенційної теплоти від води менш витратна і більш ефективна, хоча має ряд особливостей, і довіряти її монтаж краще фахівцям з досвідом.

У Норвегії теплові насоси нового покоління Neat Pump [6], відбираючи теплоту з морської води, забезпечують централізоване теплопостачання багатьох приморських міст.

У повітряних теплових насосах (Air-source heat pump - ASHP) в якості джерела теплоти низького потенціалу використовують атмосферне повітря або скидне повітря систем вентиляції. Використання атмосферного повітря дуже перспективне в країнах з м'яким кліматом, проте його застосування в системах тепло холодостачання України, за винятком Південного берега Криму, є досить проблематичним. Зі зниженням температур зовнішнього повітря в зимовий період зростають теплові навантаження - ефективна робота теплового насоса не забезпечується. Так, при температурі мінус 20 ° С, теплопродуктивність теплового насоса знижується на 40% від номінального значення, зазначеного в специфікації приладу і виміряного при тестовій температурі + 7 ° С. Саме з цієї причини повітряні теплові насоси не застосовувалися в країнах з холодними зимами як повноцінний нагрівальний прилад. Поява на ринку нових низькотемпературних повітряних теплових насосів серії ZubaDan Inverter Mitsubishi Electric [7] докорінно змінило ситуацію і якісно вплинуло на споживчі пріоритети і структуру європейського ринку. Теплові насоси цієї серії пройшли успішні випробування в 2008-2012 роках в умовах суворого зимового клімату в самій Японії (острів Хоккайдо), в Фінляндії, Росії (Волгоградська область). Теплопродуктивність теплового насоса підтримувалася стабільною до температур мінус 15°С, а працездатність до мінус 23 і навіть, в ряді випадків, до мінус 30°С. При цьому середньо сезонний

коефіцієнт перетворення енергії (COP) досягав величини 3,5. Але все ж повітряні теплові насоси в умовах холодного клімату мають значно нижчу ефективність ніж ґрунтові ТНУ, попри впровадження нових розробок – компресорів інверторного типу.

Перший тепловий насос «повітря-вода» (ATW), поставлений на європейський ринок японською компанією Sanyo, був розроблений для природного холодоагенту CO₂. Перевагами використання CO₂ є можливість забезпечення більш високої температури нагріву води (65°C - 90°C) і високу ефективність установки при низьких зовнішніх температурах (нижче -6°C). При високих зовнішніх температурах і малій різниці тисків в холодильному контурі теплових насосів «повітря-вода» більш ефективним може виявитися використання холодоагенту R-410A, хоча в Китаї віддають перевагу холодоагенту R 22.

Спочатку тепловий насос "повітря-вода" був представлений двоблочною системою, що об'єднує зовнішній блок власне фреонового теплового насоса і внутрішній гідравлічний модуль. Не так давно в доповнення до двоблочної конструкції були розроблені моноблочні системи, що містять в єдиному корпусі холодильну машину, гідравлічні компоненти (в т.ч. циркуляційний насос і розширювальний бак), резервний калорифер і систему управління. Монтаж такого теплового насоса не становить труднощів, тому що весь холодильний контур зосереджений в зовнішньому блоці заводського виконання і була потрібна тільки прокладка водяних трубопроводів.

Однією з найбільш важливих характеристик теплового насоса є температура гарячої води на виході. Залежно від її значення теплові насоси в застосуванні до повітряного тепло холодопостачання підрозділяються на низькотемпературні (50 °C - 59 °C), середньотемпературні (60 °C - 69 °C) і високотемпературні (вище 70 °C). В установках, що працюють на холодоагенті R-410A, температура виходу гарячої води може бути 50 °C або трохи вище (залежно від параметрів зовнішнього повітря). Така температура теплоносія

придатна для систем підлогового і панельного тепло холодопостачання, але є недостатньою при виробництві побутової гарячої води.

Новітній повітряний тепловий насос «Q-ton», розроблений інженерами Mitsubishi Heavy Industries, Ltd здатний підготувати гарячу воду з температурою від 60°C до 90°C за рахунок унікальних властивостей холодоагенту R744 (CO₂), що використовується в парокомпресійному циклі.

Ринок теплових насосів АТW, незважаючи на його коротку історію, має величезний потенціал і неухильно зростає.

Якщо кількості теплоти, одержуваної від контуру теплового насоса, все ж недостатньо для тепло холодопостачання приміщення в сильні морози, практикується бівалентна схема тепло холодопостачання, коли в роботу включається другий генератор тепла, найчастіше це невеликий електронагрівач або газовий котел. Основним показником доцільності застосування теплових насосів є їх конкурентоспроможність з традиційними теплогенераторами, що залежить від функціонального призначення і великого числа факторів термодинамічного, конструктивного, економічного характеру, і фактору екологічного впливу на навколишнє середовище.

У кожному конкретному проекті тільки на підставі техніко-економічних розрахунків визначається доцільність впровадження ТНУ конкретного типу для конкретного споживача з конкретним видом низькопотенційного теплоносія. Спрощений підхід до підбору потужностей і комплектуючих, до вибору схемних рішень, до монтажу та сервісного обслуговування щодо дорогих ТНУ може привести до дискредитації самої ідеї використання теплонасосних технологій вітчизняним споживачем. Тому актуальним наразі є питання розробки і впровадження нових схемних рішень застосування ТНУ. Ринок потребує спеціалістів в цій галузі, які мають змогу запропонувати конкурентні рішення, мають достатньо компетенцій для відстоювання цих рішень і подальшого їх втілення.

Боротьба за ринок призводить до безперервного вдосконалення експлуатаційних характеристик теплових насосів, підвищення їх надійності та

довговічності. Удосконалення теплових насосів в останні роки характеризувалося поліпшенням ефективності перетворення енергії і підвищенням температури генерується теплоносія, збільшенням одиничної потужності агрегатів і зниженням первинних капіталовкладень в ТНУ.

Ефективність перетворення енергії в тепловому насосі, що оцінюється тестовим коефіцієнтом COP, вважається визначальною характеристикою його конкурентоспроможності.

Що стосується ефективності повітряних низькотемпературних ТН нового покоління, то тут тестова величина COP знаходиться на рівні 4,0 [8], але це тільки задекларована величина, коли діло доходить до експлуатації ТНУ в реальних умовах зими помірного клімату для потреб тепло холодостачання, ці показники значно падають.

На сьогоднішній день собівартість теплового насоса залишається все ж вище, собівартості традиційної опалювальної системи, що працює на викопному паливі. Тому головним чином за рахунок енергетичної ефективності, а також глибинного підходу до розробки схемних рішень комбінації різних джерел теплового насосу можливо забезпечити вигравш по терміну окупності (рис. 4). У матеріалах конференцій MEA [3, 4, 5] і на сторінках журналу Heat Pump Centre наводяться приклади впроваджених ТНУ з терміном окупності від 9 місяців до 2 років. Однак, далеко не всі потенційні споживачі теплових насосів володіють цією інформацією.

Експерти вважають, що технології теплових насосів ще знаходяться в стадії безперервного вдосконалення [9] і можна очікувати 2-3 кратного підвищення їх ефективності в період до 2030 року.

В даний час нагальною потребою є розробка і вдосконалення енергетичних технологій та комбінованих схем теплопостачання з низькими викидами двоокису вуглецю та високою енергоефективністю, які допоможуть у вирішенні глобальних світових проблем, пов'язаних з енергетичною безпекою, змінами клімату і, звичайно, з економічним розвитком. Захист навколишнього середовища, зниження викидів токсичних газів і CO₂ завдяки застосуванню

теплонасосних технологій є основними темами останніх світових конференцій і прикладних Програм МЕА. За розрахунками експертів встановлення теплових насосів замість традиційних систем генерації комунальної теплоти скоротить викиди CO₂ до 2050 року на 770 метричних мегатонн.

Метою співробітництва країн-членів МЕА є розвиток і освоєння ключових технологій, які дозволять досягти 50% скорочення викидів вуглекислого газу в енергетиці до 2050 року. Провідна роль в цьому відводиться застосуванню теплових насосів.

Європейський Союз затвердив в 2008 р Директиву (RES 2020) [10], згідно з якою повітряні і геотермальні теплові насоси, як системи, що використовують відновлювану енергію, зараховані за привілеями енергоефективності до класу сонячних батарей і вітроустановок. Це спонукало багато країн до розробки і застосування додаткових дотаційних та пільгових програм і законодавчих ініціатив, що стимулюють застосування теплонасосних технологій. Необхідно нагадати, що стимулювання на урядовому рівні було і залишається головним фактором широкомасштабного впровадження теплонасосних технологій.

Державна програма з енергозбереження в Великобританії (ECA Scheme) дозволяє інвесторам отримувати податкові пільги за умови впровадження енергоефективного обладнання при COP не нижче 3,7.

Так, за даними [9] у Бельгії на установку теплових насосів дається субсидія в розмірі 75% від його вартості; в Японії субсидія від 450 доларів США покладається на установку побутового теплового насоса і від 1500 до 2300 доларів США на установку промислового ТН; а у Франції дається податковий кредит в розмірі 50% вартості ТН.

Слід зазначити, що заохочується тільки впровадження теплових насосів високої енергоефективності.

Сучасні досягнення в галузі будівництва теплових насосів, кваліфіковане проектування і грамотна експлуатація поряд з допомогою держави, роблять теплонасосні технології раціональними і конкурентоспроможними.

1.2 Економічні та екологічні передумови розвитку теплонасосних технологій в Україні

Нові стандарти будівництва енергоефективних та пасивних будинків, які змінять енергетичну політику ЄС до 2025 року, звичайно, торкнуться і України. Швидке і постійне зростання цін на природний газ протягом багатьох років зробило економічно неспроможними системи централізованого теплопостачання України. Основні зміни за 5-7 наступних років, безумовно, відбудуться в секторі житлових і бюджетних будівель [11].

На міжнародній конференції «Теплові насоси в країнах СНД», що пройшла в травні 2013 року в Алушті (Крим) заявлено, що в секторі ЖКГ революційні перетворення будуть пов'язані з багаторазовим зниженням потреби будівель в тепловій енергії і з переходом від роздільних унітарних інженерних систем до комплексних інженерних систем кліматизації. Одним із шляхів в реалізації цієї мети в Україні є термомодернізація житлових будинків і, що впливає звідси, раціональність використання теплових насосів. Оцінено, що в період до 2030 року необхідно буде виконати утеплення приблизно 250000-300000 багатоповерхових вітчизняних будівель [11]. А теплим будівлям ХХІ століття вже не будуть потрібні ТЕЦ і районні систем. Для тепло холодопостачання, кондиціонування, вентиляції і гарячого водопостачання будуть використовуватися теплонасосні технології, як більш енергетично-, екологічно-й економічно вигідні при виробництві тепла і холоду в порівнянні з існуючими технологіями прямого спалювання вуглеводневого. Як двигун внутрішнього згоряння свого часу змінив паровий двигун, так теплові насоси сьогодні витісняють з ринку тепло холодопостачання теплові котли.

Модель синхронної термомодернізації будівель та інноваційних систем теплопостачання є для України найкращою і заслуговує серйозної уваги. При цьому широкомасштабне впровадження теплових насосів найбільш простий, надійний і головне перевірений шлях, що веде до повної відмови від використання природного газу в житлово-комунальному секторі та до істотного зниження тарифів на теплопостачання. Однак, незважаючи на гучні заяви від

Уряду до районних адміністрацій, про підтримку теплонасосних технологій в Україні, їх впровадження проходить дуже мляво.

Спробуємо проаналізувати причини, за якими теплові насоси виявляються незатребуваними в умовах України. Авторами [12, 13] відзначалися об'єктивні і суб'єктивні чинники, що зумовили таку ситуацію. Здавалося б, сьогодні усунутий головний об'єктивний фактор - низька ціна на вуглеводневе паливо, за минулі роки зросла інформованість вітчизняного споживача про переваги ТН технологій, відома успішна робота сотень теплонасосних установок різного функціонального призначення, однак широкомасштабного впровадження теплових насосів не відбувається.

Як і раніше, головною перешкодою на шляху широкомасштабного впровадження ТНУ залишаються високі початкові капіталовкладення. Про це говорить вартість теплонасосного обладнання на українському ринку і питомі капіталовкладення на 1 кВт встановленої теплової потужності. До суб'єктивних причин, що гальмують впровадження ТНУ, можна віднести суперечності між стратегічними інтересами енерговиробляючих компаній, які зацікавлені в максимальному збільшенні обсягу продажів енергетичних ресурсів і інтересами споживача, зацікавленого в мінімізації закупівель останніх. Масове встановлення теплових насосів призведе до зниження споживання теплоти згенерованої за рахунок спалювання органічного палива. Зрозуміло, що на заощаджену енергію виробнику потрібен покупець. У колишньому Радянському Союзі існував баланс між споживанням і попитом, і введення кожної нової потужності був забезпечений планом розвитку регіону. Зростання цін на теплоносії і інтерес до застосування автономних енергогенераторів призводить до порушення цього балансу. Аналіз систем теплопостачання [14] за останні 20 років показує, що збут теплової енергії підприємств централізованого теплопостачання, зменшився в два рази в порівнянні з 1990 роком, що надлишок згенерованої теплової енергії в багатьох містах перевищує на 60-70% її попит, що централізоване гаряче водопостачання залишилося лише в десятці міст України з 450. Широке впровадження теплових насосів посилить порушення

цього балансу, і підприємства теплокомуненерго не без підстав побоюються, що споживачі перестануть потребувати їхніх послуг, тобто їх дохід скоротиться. Енергозбереження у споживачів теплової енергії розоряє підприємства комунальних теплових мереж, і щоб покрити витрати останні повинні або підвищувати тарифи на теплоту, або боротися з впровадженням енергозберігаючих теплонасосних технологій. Таким чином, енергозбереження у споживача абсолютно не потрібно енерговиробникам.

Недоліком українського енергозбереження є також неможливість отримувати дохід від впровадження енергозберігаючих проектів. Період дії економії на Заході визначається періодом дії проекту, а у нас від колишнього СРСР успадкований принцип річної економії. Через рік вводяться нові нормативи і економія зникає. Принцип «самоінвестування» в даний час залишається головною і невирішеною проблемою. Замість збільшення обсягів фінансування проектів з фактично одержуваної економії, вони слабо фінансуються за залишковим принципом з бюджетів різних рівнів - від підприємства до держави.

Серед можливих шляхів вирішення проблеми широкомасштабного впровадження теплонасосних технологій, здатних істотно знизити залежність України від імпорту газу, проглядається шлях науково-критичного вивчення вітчизняними фахівцями зарубіжних досягнень в галузі енергозбереження, розробка нових комбінованих схем теплопостачання на базі ТНУ, введення в дію вже готових рішень, що суттєво покращують експлуатаційні характеристики таких систем, застосування теплонасосних технологій в комунальному секторі та, при серйозному об'єктивному обґрунтуванні, їх використання в житті кожного.

На шляху до широкомасштабного впровадження досить чітко проглядаються наступні перешкоди:

недолік цільових фінансових коштів і інвестицій (державні програми з енергоефективності та по впровадження теплових насосів практично не фінансуються);

неефективне стимулювання учасників енергоринку за розробку і впровадження енергозберігаючих проектів та технологій;

недостатня зацікавленість керівників підприємств в економії енергії та неефективна державна (законодавча) підтримка енергозбереження;

недостатня інформованість потенційних споживачів про досягнення в галузі енергозбереження;

відсутність пільгового тарифу на електроенергію для користувачів ТН;

відсутність в достатньому обсязі нормативної бази;

низька кваліфікація проєктантів і монтажників ТН обладнання;

непрогнозованість цін на електроенергію і паливо;

застаріла методика розрахунку тарифів на теплову та електричну енергію;

-невиконання митними та податковими службами державних вказівок з пільг на ввезення закордонного енергозберігаючого обладнання;

існування податку на прибуток при впровадженні енергозберігаючих технологій.

Теплонасосна технологія - це не чергова модернізація традиційних енергоджерел, а впровадження нового, прогресивного, високоефективного і екологічно чистого способу отримання теплоти, що дозволяє ефективно заощаджувати органічне паливо, знижувати забруднення навколишнього середовища, покращувати соціальні та побутові умови роботи і життя населення.

Говорити про доцільність впровадження теплових насосів можна в разі, якщо на державному рівні будуть розроблені системні економічні заходи і прораховані ризики для виробника теплової енергії, які розподіляють систему і кінцевого споживача.

1.3 Аналіз використання низькопотенційних джерел теплоти в теплонасосних системах

Як низькопотенційне джерело тепла (НПДТ) можливе використання: витяжного повітря, зовнішнього повітря, ґрунту, стічних вод, підземних вод, поверхневих вод (озера, моря) і т.д. Оптимальний варіант джерела НПДТ визначається в ході аналізу умов розташування проєктованих об'єктів, архітектурно-планувальних рішень і конструктивних параметрів.

У таблиці 1.1 наведена характеристика основних НПДТ для теплових насосів. З приведеного переліку джерел теплоти вигідно відрізняється зовнішнє повітря і ґрунт. по-перше вони є загальнодоступними і абсолютно невичерпним, а, по-друге, мають досить широкий температурний діапазон використання. Але використання повітряних ТНУ в умовах холодних зим є досить проблематичним і малоефективним. В ґрунтових ТНУ ситуація з температурним режимом краще, але постає проблема капітальних витрат на інсталяцію обладнання та земельні роботи.

Вода як джерело низько потенційної теплоти для теплового насоса досить цікава і здається практично ідеальним варіантом. При використанні води з артезіанських свердловин, які самі по собі досить затратні через буріння і необхідність прокладки значних по довжині трубопроводів, виникає проблема корозії і випадання мінеральних відкладень на поверхні теплообмінників. Відкриті водойми, такі як озера, моря і річки, можуть служити хорошим джерелом низько потенційної теплоти. Однак, для них необхідно брати до уваги мінливість обсягів, чистоти і температурних режимів водних ресурсів. Екологічні аспекти в цьому випадку також повинні бути враховані.

Таблиця 1.1 – Характеристики основних НПДТ для теплових насосів

Джерело теплоти	Температурний діапазон, °С	Технічний потенціал, млн. Гкал/рік	
		2005 рік	2030 рік
Атмосферне повітря	-15/25	Необмежений	Необмежений
Теплота ґрунту	10/35	370	370
Природні поверхневі води	0/10	20	20
Морська вода	0/10	10	50
Слабонагріті геотермальні флюїди	3/8	50	50
Шахтні води	0/10	14	18
Вода систем оборотного водопостачання	>10	150	300
Системи водовідведення	5/10	60	120
Вода очисних споруд	10/50	15	25
Вода промислових споруд	10/50	7	12
Вода комунально-побутових споруд	5/10	8	13
Теплота конденсації продуктів згорання котельних установок	20/50	10	10
Вентиляційні повітряні викиди	15/25	12	20

Вельми перспективним є варіант використання теплового потенціалу стічних вод будинку. Дане джерело мало використовується на даний момент, що пов'язано, перш за все, з біологічною та корозійною агресивністю і нерівномірним надходженням стоків в каналізаційні мережі. Надходження скидної теплоти відбувається з деяким запізненням по відношенню до часу споживання теплоти. Узгодження цих величин проводиться введенням в схемне рішення теплових насосів баків акумуляторів, які згладжують пікові навантаження в споживанні, наприклад, гарячої води. Недоліком використання стічних вод є непостійність графіку споживання гарячої води, що не дозволяє використовувати їх як основне джерело теплоти в схемах ТН тепло холодостачання, однак є суттєвою можливістю для впровадження схем зі стічними водами, як НПДТ для ТНУ є комбінація їх з іншими джерелами, наприклад, ґрунтом.

Досить поширеним НПДТ є зовнішнє повітря яке крім переваг необмеженості та досить невисокої вартості ТН обладнання має також низку недоліків, таких як:

- швидке падіння коефіцієнта трансформації при зниженні температури зовнішнього повітря;

- достатньо висока гучність зовнішнього блоку;

- підвищення різниці температур конденсації і кипіння в період мінімальних температур в зимовий період, що призводить до зниження термодинамічної ефективності установки;

- необхідність проведення процедури дефростації (розмороження) випарника при утворенні на його поверхні "крижаної шуби".

Обледеніння поверхні випарника теплового насоса певною мірою допустиме. Однак, в умовах підвищеної вологості повітря і його температури нижче 0°C кількість необхідних циклів дефростації поверхні багаторазово зростає. Максимальна частота циклів дефростації поверхні випарника теплового насоса лежить в діапазоні температур $-5 \div 0$ °C [15]. Це пов'язано зі

значним осадженням вологи з повітря в процесі його проходження через теплообмінну поверхню випарника.

Виділена волога з повітря поступово накопичується на теплообмінній поверхні випарника у вигляді льоду, погіршуючи при цьому умови теплообміну між повітрям і холодоагентом. В умовах високої вологості і низької температури зовнішнього повітря експлуатація повітряного теплового насоса стає неефективною. Тепловий насос типу «повітря – вода» є доцільним рішенням тільки там, де технічно неможлива установка зовнішнього контуру ґрунтового теплообмінника, де відсутня вільна зовнішня поверхня, де житло знаходиться на кам'янистому ґрунті, де неможливі земельні роботи, або не бажано наносити шкоду існуючому природньому ландшафту прокладанням ґрунтового колектору. Тому можна зробити висновок, що наразі застосування повітряних теплових насосів для тепло холодостачання в умовах українського клімату є неефективним рішенням. Це спонукає до пошуку інших, стабільніших за температурним рівнем джерел теплоти для ТНУ.

Одним з таких джерел поновлюваної енергії для теплового насоса є ґрунт. Температура ґрунту при сильному промерзанні поверхневих шарів на глибині 10 – 12 м не опускається нижче 5 – 8 °С [16]. Такі теплові насоси вилучають теплоту з ґрунту за допомогою ґрунтових зондів, що вводяться вертикально в глиб землі, або ґрунтових колекторів, що укладаються горизонтально вшир. Зонди і колектори заповнюються розсолем, тобто сумішшю з низькою температурою замерзання (незамерзаючим теплоносієм). Розсіл відбирає теплоту, накопичену в землі, і віддає його (при транспортуванні тепловим насосом) в опалювальний контур.

Порівнюючи з повітрям, як джерелом теплоти для ТНУ ґрунт має вищу температуру в січні, коли є великий попит на теплову енергію для потреб тепло холодостачання.. Температура ґрунту на глибині 1 м в північній Україні восени в жовтні-листопаді складає близько 10–13°С, а в січні – близько 0–5°С.

Інтенсивність теплообміну з ґрунтом (умовний коефіцієнт тепловіддачі) для безперервно працюючих систем 5–10 Вт/(м².К) в залежності від складу

грунту і його вологості. При періодичному включенні теплового насоса (наприклад, в службових приміщеннях з виключенням ТН на ніч, чи на день – при використанні нічного тарифу) коефіцієнт тепловіддачі складає біля 20–25 Вт/(м².К) за дослідженнями НТУУ «КПІ» [16].

Теплові насоси типу «грунт – вода» широко використовуються в кліматичних умовах України, оскільки температура ґрунту відносно постійна протягом усього року [16]. Саме температура джерела теплоти основним чином впливає на ефективність роботи ТНУ, основним критерієм якої є COP (з англ. Coefficient of performance). В табл. 2.1 наведено порівняння мінімальних та розрахункових значень середнього за сезон коефіцієнта перетворення для тепло холодопостачання приміщень і системи гарячого водопостачання (ГВП), а також для систем, які працюють тільки для підігріву води на ГВП використовуючи теплоту ґрунту та повітря [16].

Таблиця 1.2 - Мінімальні та розрахункові значення середнього за сезон коефіцієнта перетворення теплового насоса

Джерело теплової енергії / відведення теплової енергії	Тепло холодопостачання і ГВП для нових будинків		Тепло холодопостачання і ГВП для реконструйованих будинків		Система ГВП	
	Мінімальне	Розрахункове	Мінімальне	Розрахункове	Мінімальне	Розрахункове
Повітря / вода	2,7	3,0	2,5	2,8	2,3	2,8
Ґрунт/вода	3,5	4,0	3,3	3,7	3,0	3,5

Дослідження [17] показують, що температура ґрунту по глибині залежить головним чином від типу ґрунту (пісок, глина, гравій і т.д.) і його вологості. Для ефективної регенерації ґрунту ділянки землі, під якими прокладено горизонтальні колектори теплового насоса повинні бути мінімально забудовані і добре освітлені. Таким чином забезпечується підготовка ґрунту до початку опалювального сезону і ефективна робота ТНУ.

Контур горизонтального ґрунтового колектору теплового насоса на практиці розташовується на глибині 1,2-1,5 м [18]. Глибина закладки горизонтальних колекторів лежить в межах зміни температури ґрунту протягом року (рис. 1.1), тому слід враховувати суттєву зміну продуктивності геотермального теплового насоса. Більш глибока закладка в ґрунт колекторів призводить до невиправданого підвищення будівельних витрат і використовується для регіонів з більш холодним і тривалим зимовим періодом. Основним недоліком при використанні горизонтальних ґрунтових колекторів є масштаб необхідних земельних робіт.

Використання вертикальних ґрунтових зондів в порівнянні з горизонтальними колекторами дозволяє зменшити необхідну поверхню ґрунту для геотермального теплового насоса в 10- 20 разів [19]. При прокладанні колекторів також необхідно враховувати той фактор, що можлива ситуація часткового обмерзання трубок ґрунтового теплообмінника, що не робить істотного впливу на регенерацію ґрунту. Значення питомого теплового потоку для вертикальних ґрунтових теплових зондів (Вт/м) в залежності від типу ґрунту [20], а також тепловіддача різних ґрунтів (Вт/м²) [18] представлена в таблиці 3.1.

Таблиця 1.3 - Умовна тепловіддача та питомий тепловий потік різних типів ґрунтів.

Тип ґрунту	Умовна тепловіддача, Вт/м ²	Питомий тепловий потік, Вт/м
Сухий піщаний ґрунт	10-15	20
Вологий піщаний ґрунт	15-20	40
Сухий глинистий ґрунт	20-25	60
Вологий глинистий ґрунт	25-30	60
Насичений водою ґрунт	30-35	80-100

Аналізуючи роботу ТН з використанням як джерела теплоти ґрунту, можна назвати такі його переваги та недоліки:

високі початкові капіталовкладення на інсталяцію обладнання вертикальних свердловин (буріння свердловин, погодження цих робіт з відповідними організаціями і т.д.);

висока ефективність роботи (COP) завдяки майже постійній досить високій температурі джерела теплоти;

невисокі експлуатаційні затрати;

простота обслуговування горизонтальних геотермальних теплообмінників;

для установки вертикальних геотермальних теплообмінників необхідна невелика площа ділянки.

1.4 Аналіз ефективності комбінованої теплонасосної схеми теплохолодопостачання з використанням теплоти атмосферного повітря та стічних вод будинку

На даний час теплонасосні технології, що набули широкого розповсюдження у світі, являють собою один із найбільш перспективних напрямків у вирішенні проблем енергозбереження як у сфері виробництва енергії, так і в технологічних процесах. Застосування теплових насосів в системах теплопостачання сприяє ефективному використанню енергії довкілля і характеризується вражаючими темпами росту діючих установок в багатьох країнах світу. При цьому найбільшого поширення в країнах Європи (біля 50 %) набули теплонасосні системи теплопостачання з використанням теплоти атмосферного повітря [23]. Цьому сприяє необмеженість та широка доступність цього джерела теплоти, відносно низька вартість монтажних робіт та стартових капіталовкладень порівняно, наприклад, з ґрунтовими тепловими насосами.

На жаль, рівень використання теплонасосних систем в Україні, в тому числі і систем з використанням теплоти атмосферного повітря, з цілого ряду

причин остається незадовільним і однією з таких причин є несприятливі кліматичні умови. За даними гідрометеорологічного аналізу, який був проведений за участі авторів цієї статті, було з'ясовано, що температура від -10 до -15 °С припадає на 40 % часу опалювального періоду. В цих умовах використання повітряних теплових насосів характеризується низькою енергетичною ефективністю [24], що для задоволення потреб теплопостачання потребує додаткових джерел енергії.

В зв'язку з викладеним набуває актуальності розробка та аналіз ефективності нових схем теплопостачання з використанням різних джерел теплоти. В рамках даної статті запропонована комбінована теплонасосна схема низькотемпературного тепло холодопостачання, виконана на основі повітряного теплового насоса з використанням, як додаткового джерела теплоти, умовно-чистих стічних вод. Проведено термодинамічний аналіз такої схеми, на основі якого зроблені висновки щодо покращення умов роботи повітряних теплових насосів та зменшення питомих затрат зовнішньої енергії на вироблення теплоти в системі тепло холодопостачання.

Опис принципової схеми ТНС

Принципова схема комбінованої теплонасосної системи низькотемпературного водяного тепло холодопостачання з використанням теплоти атмосферного повітря та стічних вод зображена на рис. 2.1. Особливістю даної схеми є додаткове встановлення теплообмінника, в якому тепла енергія надходить до теплоносія нижнього контуру тепло холодопостачання (повітря) від умовно-чистих стічних вод будівлі. Таким чином, за рахунок викидної теплоти можна підвищити термодинамічну ефективність даної схеми.

По металевому або пластиковому коробу атмосферне повітря подається в схему за допомогою вентилятора. Для підвищення ефективності роботи схеми точку відбору атмосферного повітря необхідно захистити від замерзання.

Атмосферне повітря з температурою t_0 й об'ємною витратою G_{Π} вентилятором системи з навколишнього середовища подається у теплообмінник стічних вод (ТО_{св}). У даному теплообміннику теплоносії підігривається до температури t_1 , відбираючи від стічних вод теплоту $Q_{с.т.}$ і подається до випарника ТН, в якому повітря охолоджується та на виході його температура становить $t_в$. Опалюване приміщення має теплові втрати в навколишнє середовище $Q_{оп}$, які компенсуються теплотою від конденсатора ТН $Q_{к}$ потік якої має температуру теплоносія $t_к$ на вході в систему тепло холодостачання.

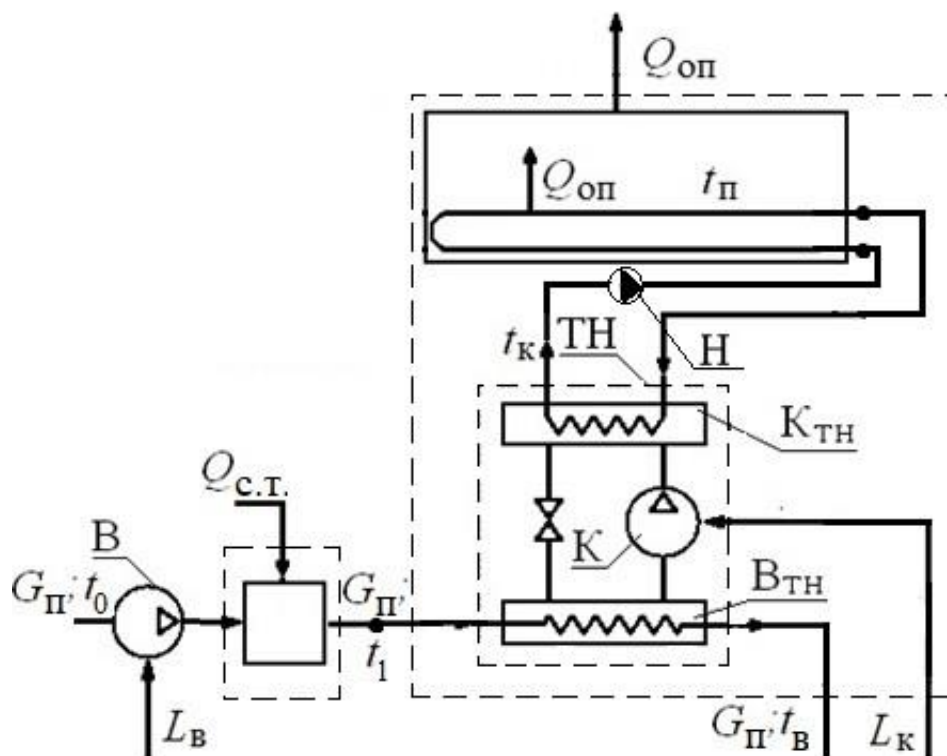


Рисунок 1.1 - Принципова схема комбінованої теплонасосної системи низькотемпературного водяного тепло холодостачання з використанням теплоти атмосферного повітря та стічних вод

ОП – опалюване приміщення, ТН – тепловий насос, К_{ТН} – конденсатор ТН, В_{ТН} – випарник ТН, К – компресор, Н – насос, ТО_{св} – теплообмінник стічних вод, L_к– робота приводу компресора ТН, L_н – робота приводу насоса, L_в– робота вентилятора.

Таким чином, наведена вище схема в порівнянні зі звичайною теплонасосною схемою з використанням теплоти атмосферного повітря характеризується наявністю в нижньому контурі ТН додаткового джерела теплоти у вигляді теплоти стічних вод, що може привести до підвищення ефективності роботи всієї теплонасосної схеми в порівнянні з вихідною.

Термодинамічний аналіз ТНС

Аналіз термодинамічної ефективності даної схеми тепло холодопостачання слід виконувати знаючи кількісні характеристики додаткового джерела теплоти – стічних вод. Визначення даних характеристик можна зробити на основі розрахунків теплового навантаження будинку на тепло холодопостачання і гаряче водопостачання. Аналіз результатів таких розрахунків для ряду будівель приводить до висновку, що витрати теплоти на ГВП складають в більшості випадків до 25-30% від витрат теплоти на тепло холодопостачання в розрахунковий період, Тобто можна записати, що

$$Q_{ГВП} = K^p Q_{ОП}, \quad (1.1)$$

де $Q_{ГВП}$ - тепловий потік на ГВП;

$Q_{ОП}$ - тепловий потік на тепло холодопостачання;

K^p - коефіцієнт пропорційності між вказаними тепловими потоками в розрахунковий період.

При підвищенні температури зовнішнього повітря в порівнянні з розрахунковим режимом буде зменшуватись температурний напір як в системі тепло холодопостачання, так і в теплообміннику для підігріву повітря за рахунок теплоти стічних вод. В першому наближенні можна прийняти, що зміна температурного напору як в теплообміннику, так і в системі тепло холодопостачання однакова. Тоді, можна прийняти, що за будь-якої температури зовнішнього повітря

$$Q_{с.т} = K Q_{ОП}, \quad (1.2)$$

де $K=K^p$ - коефіцієнт пропорційності за будь-якої температури t_0 .

Далі з теплового балансу підігрівника повітря

маємо

$$G_{\Pi}=Q_{c.T}/C_{в}(t_1-t_0)=K^p Q_{оп}/C_{в}(t_1-t_0), \quad (1.3)$$

де t_1 - температура повітря на вході до випарника, або на виході з теплообмінника стічних вод.

Аналогічним чином, з рівняння теплового балансу об'єкту тепло холодопостачання визначимо

$$G_{\Pi}=Q_{оп}(\varphi-1)/C_{в}(t_1-t_{в}) \varphi, \quad (1.4)$$

де $t_{в}$ - температура повітря на виході з випарника ТН;

φ - дійсний коефіцієнт трансформації ТН.

Прийmemo, що дійсний коефіцієнт трансформації можна визначити як

$$\varphi = \varphi^T \eta_{ТН}, \quad (1.5)$$

де φ^T - коефіцієнт трансформації ідеального циклу Карно;

$\eta_{ТН}$ – коефіцієнт втрат ТН, який прийнятий $\eta_{ТН} = 0,6$ [21].

Коефіцієнт трансформації теплоти ідеального циклу Карно можна записати у такому вигляді

$$\varphi^T = \left[1 - \frac{T_{в}^{ТН}}{T_{к}^{ТН}} \right]^{-1} = \left[1 - \frac{273+t_{Т}^{вих}-\Delta t_{вип}}{273+t_{к}+\Delta t_{к}} \right]^{-1}, \quad (1.6)$$

де $T_{в}^{ТН}$ – абсолютна температура випаровування холодильного агента у випарнику ТН, К;

$T_{к}^{ТН}$ – абсолютна температура конденсації холодильного агента в конденсаторі ТН, К;

$t_{Т}^{вих}$ – температура теплоносія на виході з випарника ТН, °С;

$t_{к}$ – температура води на виході з конденсатора ТН, °С;

$\Delta t_{\text{вип}}$ – перепад температур між теплоносіями на виході з випарника ТН, °С;
 $\Delta t_{\text{к}}$ – температурний перепад між потоками холодильного агента і гріючого теплоносія в системі тепло холодопостачання на виході з конденсатора ТН, °С.

Згідно з рекомендаціями в [21], можна прийняти, що для рідкого теплоносія у випарнику ТН – $\Delta t_{\text{вип}}=5$ °С, для води в конденсаторі ТН – $\Delta t_{\text{к}}=5$ °С.

Температура подачі в систему тепло холодопостачання, визначається як [21]

$$t_{\text{к}} = t_{\text{п}} + (t_{\text{Т}}^{\text{р}} - t_{\text{п}}) \left[\frac{(t_{\text{п}} - t_0)}{(t_{\text{п}} - t_0^{\text{р}})} \right]^{\frac{1}{(1+n)}}, \quad (1.7)$$

де $t_{\text{п}}$ – температура повітря у приміщенні, становить 20°С;

t_0 – температура навколишнього атмосферного повітря;

$t^{\text{р}}$ – розрахункова температура гарячої води в системі тепло холодопостачання за розрахункової температури атмосферного повітря $t_0^{\text{р}}$ (у даних розрахунках ця температура складає -22°С);

$n = 0$ для низькотемпературних систем тепло холодопостачання.

Розрахункова температура теплоносія в системі теплохолодопостачання приймається $t^{\text{р}} = 45$ °С.

Також для визначення коефіцієнта перетворення необхідно визначити величину температури повітря на виході з випарника

$$t_{\text{в}} = t_1 - \Delta t_{\text{опт}}, \quad (1.8)$$

де $\Delta t_{\text{опт}}$ – оптимальний ступінь охолодження низькотемпературного джерела теплоти у випарнику ТН [21], що визначається за формулою

$$\Delta t_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{A(273+t_{\text{к}}+\Delta t_{\text{к}})}{\eta_{\text{в}}\eta_{\text{пр}}} \left[\eta_{\text{ТН}} - 1 + \frac{273+t_{\text{Т}}^{\text{вх}}-\Delta t_{\text{вип}}}{273+t_{\text{к}}+\Delta t_{\text{к}}} \right]}, \quad (1.9)$$

де $A = \Delta p / (\rho_{\text{пср}})$ – комплекс постійних величин, що залежить від аеродинамічного опору випарника;

Δp – втрати тиску у випарнику ТН, кПа;

$\eta_{\text{в}}$ і $\eta_{\text{пр}}$ – ККД вентилятора і його приводу відповідно.

З рівнянь (2.1.3) та (2.1.4) після нескладних математичних перетворень отримуємо

$$\Theta = (t_1 - t_0) / (t_1 - t_{\text{в}}) = K \varphi / (\varphi - 1). \quad (1.10)$$

Перепад температур $t_1 - t_{\text{в}}$ в рівнянні (2.1.7) приймемо рівним оптимальному значенню згідно з рекомендаціями роботи [21].

$$t_1 - t_{\text{в}} = \Delta t_{\text{опт}}, \quad (1.11)$$

Тоді, з рівнянь (2.1.7) та (2.1.8) можемо отримати вираз для температури повітря на вході в випарник ТН

$$t_1 = t_0 + \Delta t_{\text{опт}} K^{\varphi} \varphi / (\varphi - 1). \quad (1.12)$$

Важливою характеристикою для аналізу ефективності ТН схеми тепло холодостачання є частка теплоти атмосферного повітря в загальній кількості теплоти [25], що витрачається на тепло холодостачання об'єкту. Визначимо цю величину з теплового балансу ТНУ

$$\beta = \frac{Q_n}{Q_{\text{оп}}} = \frac{\varphi - 1}{\varphi} - K^{\varphi} - \frac{\varphi - 1}{\varphi} \frac{A}{\eta_{\text{в}} \eta_{\text{пр}} \Delta t_{\text{опт}}}, \quad (1.13)$$

Енергоефективність роботи схеми тепло холодостачання з використанням ТН характеризується питомими затратами зовнішньої енергії на вироблення одиниці теплоти на тепло холодостачання

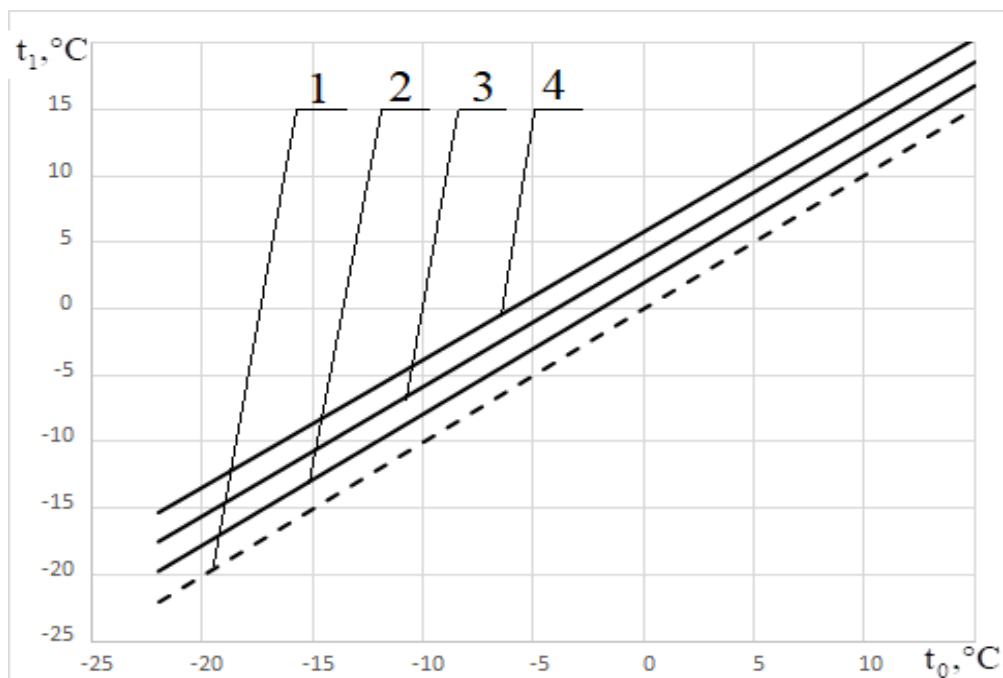
$$l_{оп} = \frac{(L_K + L_B)}{Q_{он}} , \quad (2.1.14)$$

Використавши термодинамічний аналіз схеми без виростання стоків, який наведено в [24] та з урахуванням (2.1.10), рівняння (2.1.14) набуває вигляду

$$l_{оп} = \frac{1}{\varphi} \left[1 + \frac{A}{\eta_b \eta_{пр}} \frac{(\varphi - 1)}{\Delta t_{опт}} \right] , \quad (2.1.15)$$

Розрахунковий аналіз характеристик теплонасосної схеми

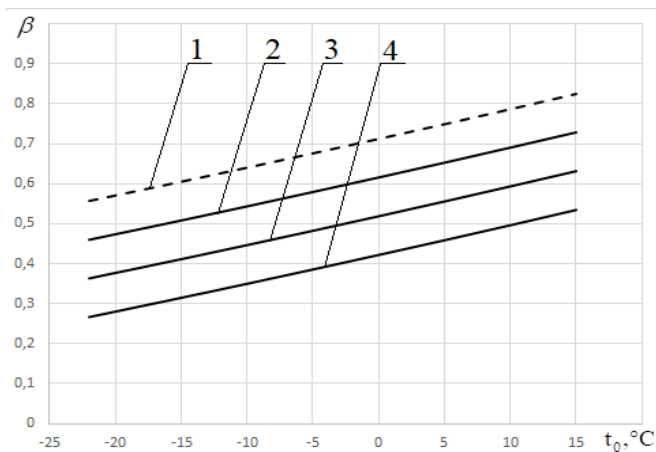
Першим кроком чисельного аналізу даної схеми обрано визначення залежності температури повітря на виході з теплообмінника стічних вод [26] (на вході до випарника ТН) від температури зовнішнього повітря при різних значеннях комплексу A . Дана залежність побудована на основі рівняння (2.1.12). В розрахунку було прийнято значення комплексу $A=0,1; 0,5; 1,0$, що охоплює більшу частину діапазону роботи ТНУ. Також змінним був коефіцієнт K^p , значення якого приймалися $0; 0,1; 0,2; 0,3$. Дана залежність $t_1=f(t_0)$ зображена на рис. 2.2.



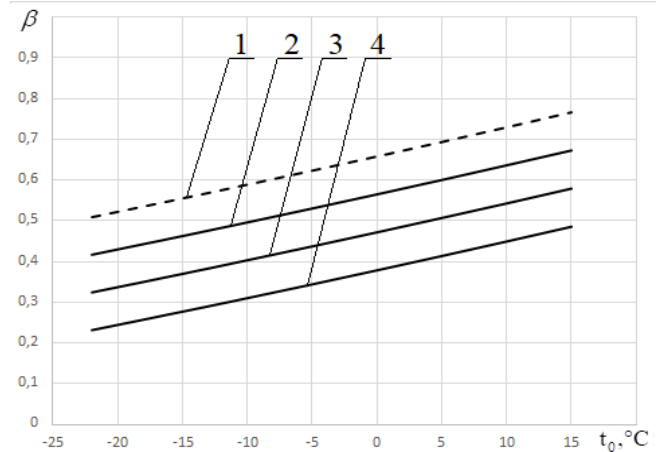
Аналізуючи залежності на рис. 2.2 можна побачити, що зі збільшенням комплексу A температура на вході до випарника збільшується. Також можна прослідкувати підвищення t_1 зі збільшенням K^p , що суттєво покращує умови експлуатації даної схеми тепло холодопостачання при від'ємних температурах атмосферного повітря. З рис. 2.2, в видно, що при $A = 1,0$ та $K^p = 0,3$ температура t_1 повітря на вході до випарника зростає на величину біля $8\text{ }^\circ\text{C}$, що забезпечує рівень цієї температури мінус $15\text{ }^\circ\text{C}$ при розрахунковій температурі $-22\text{ }^\circ\text{C}$ атмосферного повітря на тепло холодопостачання. Рис. 1.2 - Залежність температури на вході до випарника ТН від температури повітря, відповідно; 1, 2, 3, 4 – коефіцієнт $K^p=0; 0,1; 0,2; 0,3$.

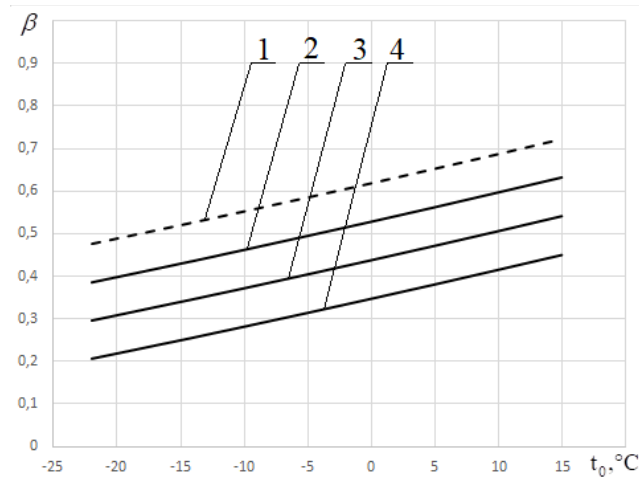
Для наступного чисельного аналізу системи було побудовано залежності відносної частки теплоти атмосферного повітря в загальній витраті теплоти на тепло холодопостачання від температури зовнішнього повітря (рис. 2.3) при таких же змінних A та K^p , як і в попередніх залежностях.

а)



б)





в)

Рис. 2.3 - Залежність відносної частки теплоти атмосферного повітря в загальній витраті теплоти на тепло холодопостачання від температури атмосферного повітря а), б), в) – комплекс $A=0,1; 0,5; 1,0$. відповідно; 1, 2, 3, 4 – коефіцієнт $K^p=0; 0,1; 0,2; 0,3$.

З графіків на рис. 2.3, що були побудовані за рівнянням (11), можна чітко прослідкувати, що при збільшенні A , що має на увазі збільшення аеродинамічного опору випарника ТН, та K^p відносна частка теплоти атмосферного повітря в загальній витраті теплоти на тепло холодопостачання суттєво знижується, тоді як доля теплоти на тепло холодопостачання за рахунок теплоти стічних вод остається незмінною.

Також видно, що графічні залежності, показані на рисунку, поділяють його на три області. Перша область, яка знаходиться під кривими, характеризує частку теплоти атмосферного повітря; друга область – над штриховими лініями – затрати зовнішньої енергії на компресор та вентилятор [27] ТН; третя – між штриховими та суцільними лініями – внесок додаткового джерела в загальній витраті теплоти на тепло холодопостачання. Таким чином, використання теплоти стічних вод при реальних значеннях витрати теплоти на ГВП вносить суттєвий вклад в забезпечення теплового навантаження системи на тепло холодопостачання.

Важливою характеристикою комбінованої теплонасосної системи є питомі затрати зовнішньої енергії на вироблення одиниці теплоти на тепло

збільшенням аеродинамічного опору випарника [28] ТН, а також дещо зменшуються при збільшенні коефіцієнта K^p , тобто при зростанні співвідношення теплоти, що відбирається від стічних вод та теплоти на тепло холодопостачання об'єкту. Також слід зазначити, що перевага використання даної схеми, а саме зниження сумарних затрат енергії на тепло холодопостачання, майже не прослідковується при малих значеннях комплексу A , тоді як при $A=0,5$ та $A=1$ це явище прослідковується більш чітко.

1.6 Висновки

Використання додаткового джерела теплоти для ТН схеми теплопостачання з використанням атмосферного повітря як нижнього джерела суттєво покращує умови експлуатації всієї системи, збільшуючи температуру теплоносія на вході до випарника ТН, в деяких випадках з від'ємного до додатного значення, що є суттєвою перевагою для використання ТН в умовах українського клімату.

При залученні додаткового джерела – теплоти стічних вод – дана система тепло холодопостачання використовує температурний потенціал, який раніше скидався в навколишнє середовище. Використання такого підходу є кроком до безвідходності та енергоефективності системи, але використання теплоти стічних вод ускладнено в зв'язку з конструктивною складністю такого рішення.

Використання даного підходу в ТН схемам тепло холодопостачання суттєво знижує сумарні питомі затрати зовнішньої енергії, за рахунок чого можна зменшити як стартові капітальні затрати на систему ТН тепло холодопостачання, так і експлуатаційні затрати протягом використання даної системи.

2 ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ПРОЕКТНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ СИСТЕМ МІКРОКЛІМАТУ ГРОМАДСЬКОЇ БУДІВЕЛЬ

2.1 Технічне завдання

Розробити системи тепло холодопостачання та вентиляції громадської будівлі, географічна широта 48°, зона вологості - нормальна.

1. Призначення розробки та місце застосування.

Системи тепло холодопостачання та вентиляції призначені для створення нормативних мікрокліматичних умов, підтримання температурного балансу та забезпечення нормативних санітарно-гігієнічних умов у приміщеннях громадської будівлі.

2. Основа для виконання робіт.

Основою для виконання робіт є архітектурно-будівельні креслення громадської будівлі.

3. Мета та призначення розробки.

Метою розробки є створення в приміщеннях громадської будівлі комфортних умов для людей, які перебувають там: працюють і обслуговуються.

4. Джерела розробки.

Джерелами розробки є архітектурно-будівельні робочі креслення громадської будівлі, технологічне завдання та нормативно-технічна література.

5. Технічні вимоги.

Технічні вимоги до системи тепло холодопостачання та вентиляції наведені у нормативній літературі:

- ДБНВ.2.5-67.2013 «Опалення, вентиляція та кондиціювання»;
- ДБН В.2.2-23:2009 «Підприємства торгівлі. Основи проектування»;
- ДБН В.2.2-9-99 «Громадські будинки та споруди. Основні положення».

6. Вимоги по стандартизації.

При розробці систем тепло холодопостачання та вентиляції необхідно застосовувати максимально можливу кількість стандартних виробів, які б

забезпечували можливість швидкого монтажу системи та можливість її ремонту чи заміни в разі поломки.

7. Вимоги з надійності до систем тепло холодопостачання та вентиляції
Санітарно-гігієнічні — забезпечення та підтримка в приміщенні потрібних температур;

Економічні — забезпечення мінімуму приведених затрат (капітальні та на експлуатацію);

Будівельні — ув'язка з будівельними конструкціями;

Монтажні — забезпечення монтажу систем тепло холодопостачання індустріальними методами;

Експлуатаційні — простота та зручність обслуговування, керування та ремонту, надійність та безпечність систем і безперебійність їх роботи;

Естетичні — гарне співвідношення з внутрішнім архітектурним оздобленням приміщення.

Обов'язковими показниками надійності є:

1.1. середня наробка обладнання на відмову, яка складає не менше 10 років

1.2. середній повний строк служби не менше 20 років

1.3. оцінку відповідності показників надійності – середню наробку обладнання на відмову провести на етапі приймальних випробувань експериментальним шляхом у відповідності ГОСТ 27.410

2. на виробі повинні бути встановлені строки експлуатації

3. Ергономічні вимоги:

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

3.2. Номенклатура і величини антропометричних параметрів для пультів управління повинні відповідати вимогам ГОСТ 21.114-95

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

4. 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.

5. Порядок розробки випробування, приймання систем тепло холодостачання та вентиляції:

5.1. Стадії розробки встановлюють відповідно з ДБНВ.2.5-67.2013 «Тепло холодостачання, вентиляція та кондиціонування»

Обов'язковими етапами дослідно-конструкторської роботи є:

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

5. Ремонтна документація розробляється за окремим завданням замовника.

6. 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.

7. Місце і строки випробувань визначають заздалегідь і попередньо узгоджують.

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

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

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

2.2 Обґрунтування технічних рішень

Системи вентиляції повітря призначаються для створення і автоматичної підтримки необхідних параметрів повітряного середовища в приміщеннях незалежно від метеорологічних умов і змінних надходжень тепла і вологи в приміщення.

Основними нормованими параметрами є температура, відносна вологість і швидкість руху повітря в приміщеннях. Ці параметри можуть бути як постійними, так і змінюються за заданою програмою. Додатково пред'являються вимоги по очищенню повітря від пилу, а в спеціальних приміщеннях (лікарнях, операційних і ін.) передбачається очищення від бактерійних забруднень.

До складу системи вентиляції входить: комплекс технічних засобів, що здійснюють необхідну обробку повітря (фільтрацію, осушення): транспортування його, розподіл в обслуговуваних приміщеннях; засоби автоматичного регулювання, управління, контролю, а також допоміжне устаткування.

Основне устаткування для обробки і переміщення повітря звичайно компонується в одному агрегаті — припливно-витяжній машині. Як додаткове устаткування використовуються системи природної витяжки.

По повному тиску, що розвивається вентилятором, системи вентиляції та кондиціонування повітря діляться на системи низького тиску — до 1000, середнього — 1000—3000 і високого — вище 3000 Па.

Припливно-витяжні машини можуть працювати тільки на зовнішньому повітрі, із застосуванням рециркуляції з постійним або змінним об'ємом, із рекуперацією тепла.

2.3 Визначення теплових надходжень в будівлю

Надходження тепла в будівлю визначають як суму надходжень теплоти через прозорі та непрозорі зовнішні огороження, від штучного освітлення, обладнання та обслуговуючого персоналу.

2.3.1 Визначення кількості тепла, яке надходить через світлові пройми

Розрахункові параметри зовнішнього повітря для (параметри А) $t_3 = 22,9$ °С, географічна широта 48° с. ш. Торгівельний центр зорієнтовано на північ. Віконні пройми подвійно зашкленні в пластикових спарених плетіннях. Приміщення зайнято людьми з 8 до 22 години за дійсним сонячним часом.

Так, як торговельний центр зорієнтовано на північ, то кількість теплоти, яка надходить в приміщення за рахунок сонячної радіації незначна, тому нею нехтуємо. Надходження від сонячної радіації через масивні зовнішні стіни незначні. Тому, враховуючи теплову інерцію стін, відповідно, запізнення надходження тепла в приміщення можна не враховувати.

2.3.2 Визначення кількості теплоти яка надходить в приміщення через покриття

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

$$Q = \left[\frac{1}{R_0} (t_3 + R_3 \rho I_{cep} - t_e) + \beta \cdot k \frac{A_{тв}}{R_e} \right] \cdot F, \quad (2.3.2.1)$$

де R_0 - опір теплопередачі покриття будівлі:

$$R_0 = R_n + R_k + R_b, [m^2 \text{ } ^\circ K / W] \quad (2.3.2.2)$$

де R_b - опір теплосприйняття між внутрішнім повітрям та поверхнею перекриття.

Значення R_b для перекриття з внутрішніми ребрами - 0,132 м² °К/Вт, для перекриття з гладкою поверхнею - 0,115 м² °К/Вт.

R_n - термічний опір між зовнішнім повітрям та поверхнею перекриття. Значення R_3 для літніх умов:

$$R_3 = \frac{0,172}{1 + 2\sqrt{V}}, [M^2 \text{ } ^\circ K/Вт] \quad (2.3.2.3)$$

де V - швидкість вітру .

R_k - термічний опір огорожуючої конструкції;

Значення R_k визначається за формулою:

$$R_k = \sum R_i + R_{в.п.}, \quad (2.3.2.4)$$

де R_i - термічний опір i -го однорідного шару перекриття:

δ_i - товщина i -го шару, м;

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i}, \quad (2.3.2.5)$$

λ_i - коефіцієнт теплопровідності матеріалу i -го шару;

m - кількість шарів;

$R_{в.п.}$ - термічний опір замкнутого повітряного прошарку.

ρ - коефіцієнт поглинання сонячної радіації;

$I_{ср.}$ - середньодобова сумарна сонячна радіація, Вт/м²;

k - коефіцієнт, який має значення:

Для перекриття з вентиляльованим повітряним прошарком 0,6

Для інших 1

β - коефіцієнт для визначення величин теплового потоку, що гармонічно змінюються, в різні години доби .

$A_{тв}$ - амплітуда коливань температури внутрішньої поверхні огорожень, °С:

$$A_{тв} = \frac{1}{\nu} [0,5A_{тн} + R_n \rho (I_{\max} - I_{ср})], \quad (2.3.2.6)$$

$A_{тн}$ - max амплітуда коливань температури зовнішнього повітря,

I_{\max} та $I_{ср}$ - відповідно максимальне та середнє значення сумарної(прямої та розсіяної) сонячної радіації, що приймаються для зовнішніх стін як для вертикальних поверхонь західної орієнтації.

ν - затухання амплітуди коливань температури в огорожуючій конструкції:

$$v = R_0 / R_B, \quad (2.3.2.7)$$

F - площа покриття, м².

$$R_H = \frac{0,172}{1 + 2\sqrt{1}} = 0,057 \text{ (м}^2 \text{ °К/Вт)},$$

$$R_K = \frac{0,15}{1,92} + \frac{0,01}{0,17} = 0,137 \text{ (м}^2 \text{ °К/Вт)},$$

$$R_0 = 0,057 + 0,137 + 0,115 = 0,309 \text{ (м}^2 \text{ °К/Вт)},$$

$$v = 0,309 / 0,115 = 2,69,$$

$$A_{\text{тв}} = \frac{1}{2,69} [0,5 \cdot 22,9 + 0,057 \cdot 0,9(733 - 397)] = 10,3$$

$$Q = \left[\frac{1}{0,309} \cdot (22,9 + 0,057 \cdot 0,9 \cdot 397 - 22) + 0,97 \cdot 1 \cdot \frac{10,3}{0,115} \right] \cdot 414 = 49924,6 \text{ (Вт)}$$

2.3.3 Надходження теплоти від джерела штучного освітлення

Так, як освітлення виставкових залів передбачено світильниками з люмінесцентними лампами ЛВО-01В-4-18, тепловиділення від освітлення незначні і ними можна знехтувати.

2.3.4 Надходження теплоти та вологи від людей

Кількість теплоти, що виділяється працівниками визначається за формулою:

$$Q = qn, \text{ [Вт]} \quad (2.3.4.1)$$

де q – тепло, що виділяє дорослий чоловік, Вт;

n – кількість людей, що перебувають у торговій залі (по розрахунку).

$$Q = 85 \cdot 70 = 5950 \text{ (Вт)}$$

Кількість вологи визначається аналогічно:

$$W = \omega n, \text{ [г/год]} \quad (2.3.4.2)$$

де ω – кількість вологи, що виділяє дорослий чоловік, г/год;

n – кількість людей, що знаходяться в торговій залі.

$$W = 75 \cdot 70 = 5250 \text{ (г/год)}.$$

Визначення повітрообміну в приміщенні для боротьби з тепло надлишками проводиться по формулі:

$$G_{\text{пр}} = \frac{G_{\text{изб}}}{c \cdot \Delta t}; \text{кг} / \text{год} \quad (2.3.4.3)$$

Де $G_{\text{пр}}$ - кількість повітря ,яке подається в приміщення, кг/год;

$G_{\text{изб}}$ - кількість надлишкового тепла, ккал/год;

c – теплоємність повітря, приймаємо 0,24ккал/кг .град.;

Δt - температурний перепад між температурою приміщення і температурою повітря, яке подається в приміщення.

$$G_{\text{изб}} = 5950 + 49924 = 55873 \text{ Вт} = 48042 \text{ ккал} / \text{год}$$

$$G_{\text{пр}} = \frac{48042}{0,24 \cdot 5} = 40033 \text{ кг} / \text{год} = 33086 \text{ м}^3 / \text{год}$$

2.4 Організація та розрахунок повітрообміну

Організація повітрообміну включає в себе вибір схеми, способу подачі та видалення повітря.

При забезпеченні нормованих параметрів повітряного середовища для всієї робочої зони повітророзподільники розміщують таким чином, щоб сумарна зона дії розподільників була не меншою за площу робочої зони.

Організація повітрообміну включає вибір схеми організації, способу подачі і видалення повітря, а також визначення розрахункового повітрообміну з врахуванням нерівномірності розподілення параметрів повітря по приміщенню.

Схему організації повітрообміну (“знизу вверх”, “зверху вниз”, “зверху вверх”, “знизу вниз” або змішану) вибирають з врахуванням вимог по проектуванню будівель різного призначення. Для даного проекту оберемо схему “зверху- вверх”. Подача і видалення повітря з приміщень здійснюється повітророзподільними пристроями.

Розрахунок повітрообміну по торгових залах:

1-й поверх:

$$\text{кількість людей} - \frac{342,0}{6} = 57 \text{ людей};$$

2-й поверх:

$$\text{кількість людей} - \frac{416,35}{6} = 70 \text{людей};$$

Необхідний повітрообмін на 1-у людину по тепловиділеннях:

а) в зимовий період:

$$L_Q = \frac{Q_{\text{я}}}{C_{\gamma} \cdot (t_y - t_n)} = \frac{75}{0,24 \cdot 1,2 \cdot (16 - (-24))} = \frac{75}{11,52} = 6,5 \text{м}^3 / \text{год} \quad (2.4.1)$$

б) в перехідний період: $t_n = +10^{\circ} \text{C}$

$$L_Q = \frac{75}{0,24 \cdot 1,2 \cdot (10 + 16)} = 10 \text{м}^3 / \text{год};$$

в) літній період: $\Delta t = 3^{\circ} \text{C}$

$$L_Q = \frac{75}{0,24 \cdot 1,2 \cdot 3} = 87 \text{м}^3 / \text{год}$$

Для кондиціювання по літу:

$$87 \times 70 = 6090 \text{м}^3 / \text{год};$$

Необхідний повітрообмін по санітарних нормах:

$$20 \times 70 = 1400 \text{м}^3 / \text{год};$$

Розрахунок повітрообміну на одну людину по CO_2 :

$$L_{\text{CO}_2} = \frac{G}{b_B - b_H} = \frac{G}{1 - 0,5} = \frac{23}{0,5} = 46 \text{м}^3 / \text{год} \quad (2.4.2)$$

$G = 23 \text{л} / \text{год}$ - виділення CO_2 , по т.VII-2

Необхідний повітрообмін:

$$1\text{-й поверх} - L = 46 \cdot 57 = 2622 \text{м}^3 / \text{год}$$

$$2\text{-й поверх} - L = 46 \cdot 70 = 3220 \text{м}^3 / \text{год}$$

Приймаємо необхідний повітрообмін по CO_2 .

Необхідну кількість повітря знайдемо для кожного приміщення за нормативною кратністю:

2.5 Підбір і визначення кількості решіток

На повітропроводах встановлюємо решітки, які мають регульовані жалюзі для направлення повітря вгору або вниз при горизонтальному підведенні повітря до решітки, чи в сторони при підведенні повітря по вертикальним каналам. При розрахунку повинна виконуватись умова:

$$\frac{X_n}{\sqrt{F_n}} \leq 2,1, \quad (2.5.1)$$

де X_n – повна відстань струмини до робочої зони, м;

F_n – площа поперечного перерізу приміщення, що приходить на одну струмину, м².

$$L_{np} = 2622 \text{ м}^3/\text{Год} = 0,72 \text{ (м}^3/\text{с)}.$$

$$L_{np} = 3220 \text{ м}^3/\text{Год} = 0,894 \text{ (м}^3/\text{с)}.$$

Загальна площа решіток для систем П1, П2 (В1, В2), 1-й поверх:

$$S = \frac{L}{V_{нов}} = \frac{0,72}{2} = 0,364 \text{ м}^2 \quad (2.5.2)$$

Приймаємо решітки розміром 300 x 150 мм.

$$F_{\text{аві}} = 0,3 \cdot 0,15 \cdot 0,7 = 0,0315$$

Потрібна кількість решіток:

$$n = \frac{S}{F} = \frac{0,364}{0,0315} = 11,5 \approx 12 \text{ шт} \quad (2.5.3)$$

на приток, 12шт – на витяжку

Загальна площа решіток для систем П3, П4 (В3, В4), 2-й поверх:

$$S = \frac{L}{V_{нов}} = \frac{0,894}{2} = 0,447 \text{ м}^2 \quad (2.5.4)$$

Приймаємо решітки розміром 400 x 150 мм.

$$F_{\text{аві}} = 0,4 \cdot 0,15 \cdot 0,7 = 0,042$$

Потрібна кількість решіток:

$$n = \frac{S}{F} = \frac{0,447}{0,042} = 10,6 \text{ шт} \approx 11 \text{ шт} \quad (2.5.5)$$

Загальна площа решіток для системи П5, 1-й поверх:

$$L_{np} = 302 \text{ м}^3/\text{Год} = 0,084 \text{ (м}^3/\text{с)}.$$

$$S = \frac{L}{V_{nos}} = \frac{0,084}{1} = 0,084 \text{ м}^2 \quad (2.5.6)$$

Приймаємо решітки розміром 400 x 150 мм.

$$F_{\text{св}} = 0,4 \cdot 0,15 \cdot 0,7 = 0,042$$

Потрібна кількість решіток:

$$n = \frac{S}{F} = \frac{0,084}{0,042} = 2 \text{ шт} \quad (2.5.7)$$

Загальна площа решіток для системи В5, 1-й поверх:

$$L_{np} = 201 \text{ м}^3/\text{Год} = 0,056 \text{ (м}^3/\text{с)}.$$

$$S = \frac{L}{V_{nos}} = \frac{0,056}{1} = 0,056 \text{ м}^2 \quad (2.5.8)$$

Приймаємо решітки розміром 300 x 150 мм.

$$F_{\text{св}} = 0,3 \cdot 0,15 \cdot 0,7 = 0,0315$$

Потрібна кількість решіток:

$$n = \frac{S}{F} = \frac{0,056}{0,0315} \approx 2 \text{ шт} \quad (2.5.9)$$

Решітки ставимо з кроком 1,5-2 м.

2.6 Конструювання та розрахунок системи вентиляції

2.6.1 Моделювання аеродинамічних режимів руху повітря у повітропроводах

Розрахунок повітропроводів складається з 2-х етапів:

1. Розрахунок ділянок основного (магістрального) напрямку вентиляційної системи, який характеризується найбільшою довжиною та завантаженістю.

2. Ув'язка відгалужень вентиляційної системи.

Перший етап проводиться у такій послідовності: розбиваємо систему на окремі ділянки і визначаємо витрати повітря на кожній ділянці. Значення витрат повітря та довжини кожної ділянки наносимо на аксонометричну схему.

1) Визначаємо площу поперечного перерізу ділянок повітропроводу:

$$F_p = L_p / V, \text{ (м}^2\text{);} \quad (2.6.1.1)$$

де:

V - рекомендована швидкість руху повітря на ділянках, м/с

де L_p - розрахункова витрата повітря на ділянці, [м³/с]

За отриманими значеннями F_p підбираємо стандартні розміри повітропроводів (табл.)

3) визначаємо фактичну швидкість руху повітря на ділянках

$$V_i = \frac{L_p^i}{F_i}; \quad (2.6.1.2)$$

4) визначаємо втрати тиску на тертя на ділянках:

$$P_{TP} = \lambda_{TP} \frac{1}{d} \rho \frac{V^2}{2}; \quad (2.6.1.3)$$

де λ_{TP} - коефіцієнт опору тертя

$$\lambda_{TP} = 0,11 \left(\frac{68}{Re} + \frac{k}{d} \right)^{0,25} \quad (2.6.1.4)$$

$$Re = Vd / \nu \quad (2.6.1.5)$$

де d - діаметр повітропроводу;

k - абсолютна шорсткість повітропроводів:

для сталевих $k = 1 \cdot 10^{-4}$ м,

для цегляних $k = 5 \cdot 10^{-3}$ м;

ν - коефіцієнт кінетичної в'язкості повітря, який дорівнює $1,5 \cdot 10^{-5}$ м²/с.

5) визначаємо втрати тиску на місцевих опорах:

$$P_{стис} = \sum_{i=1}^n P_i + \sum_{j=1}^m P_{об}^j; \quad (2.6.1.6)$$

де $\sum \xi$ - сума коефіцієнтів місцевих опорів;

P_d - динамічний тиск.

б) визначаємо загальні втрати тиску на ділянках та у вентиляційній системі:

P_i - втрати тиску на ділянках:

$$P_i = P_{\text{три}} + P_{\text{об}}; \quad (2.6.1.7)$$

n - кількість ділянок;

$P_{\text{об}}$ - втрати тиску на обладнанні (фільтр, калорифер, клапан та ін.);

m - кількість обладнання.

7) за значеннями тиску та продуктивності підбираємо вентилятор і двигун.

Другий етап:

Втрати тиску від точки розгалуження до кінця розгалуження повинні дорівнювати втратам тиску від цієї ж точки до кінця магістрального напрямку.

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

Нев'язка не повинна перевищувати 15%.

Результати аеродинамічних розрахунків зведено в таблицю в додатку Б.

2.6.2 Підбір обладнання

Для вентиляції виставкових залів 1-го та 2-го поверхів підбираємо припливно-витяжний агрегат МАХІ 2000 НW. Агрегат МАХІ укомплектований припливним та витяжним вентиляторами, припливним та витяжним фільтрами EU7, пластинчатим теплообмінником, додатковим повітронагрівачем, вбудованим байпасом. Додатково поставляються повітряні клапани з електроприводом. Також агрегат можна комплектувати секцією водяного охолоджувача, яка встановлюється в повітропроводі, після агрегату МАХІ, кількість холоду регулюється автоматикою.

Підбираємо припливно-витяжні агрегати для вентиляції торгівельної зали 1-го поверху:

Параметри установки П1В1 :

Приплив повітря: 1347 м³ /год, напір: 380 Па, клапан, фільтр, секція нагріву, (вода 90⁰C-70⁰C), секція охолодження, вентилятор, гнучка вставка, автоматика керування.

Витяжка повітря: 1347м³ /год, напір 356 Па, гнучка вставка, фільтр, вентилятор.

Параметри установки П2В2 :

Приплив повітря: 1311 м³ /год, напір: 370 Па, клапан, фільтр, секція нагріву, (вода 90⁰С-70⁰С), секція охолодження, вентилятор, гнучка вставка, автоматика керування.

Витяжка повітря: 1311м³ /год, напір 350 Па, гнучка вставка, фільтр, вентилятор.

Підбираємо припливно-витяжні агрегати для вентиляції торгівельної зали 2-го поверху:

Параметри установки ПЗВЗ :

Приплив повітря: 1667 м³ /год, напір: 400 Па, клапан, фільтр, секція нагріву, (вода 90⁰С-70⁰С), секція охолодження, вентилятор, гнучка вставка, автоматика керування.

Витяжка повітря: 1667м³ /год, напір 360 Па, гнучка вставка, фільтр, вентилятор.

Параметри установки П4В4 :

Приплив повітря: 1610 м³ /год, напір: 400 Па, клапан, фільтр, секція нагріву, (вода 90⁰С-70⁰С), секція охолодження, вентилятор, гнучка вставка, автоматика керування.

Витяжка повітря: 1610м³ /год, напір 360 Па, гнучка вставка, фільтр, вентилятор.

Параметри установки П5 :

Приплив повітря: 302 м³ /год, напір: 275 Па, клапан, фільтр, ел.калорифер, вентилятор, гнучка вставка, автоматика керування.

Параметри установки В5 :

Витяжка повітря: 201м³ /год, напір 240 Па, гнучка вставка, вентилятор.

2.7 Визначення розрахункових температур зовнішнього повітря

Географічний пункт будівництва:

1. Кліматологічні дані:

кліматична зона - І

середня температура зовнішнього повітря:

- найбільш холодної п'ятиденки	- 22°C
- найбільш холодної доби	-26°C
середня швидкість вітру	$V = 5,2\text{м/с}$;

2.8 Характеристика будівлі:

- кількість поверхів – 4;
- ступінь вогнестійкості – I;
- фундаменти – стрічкові, монолітні стовпчасті;
- покрівля – суміщена рулонна;
- зовнішні стіни – цегла силікатна товщиною 380, 510мм; скляні фасадні системи;
- тепло холодопостачання – від міських мереж;
- водопровід – від міських водопровідних мереж;
- каналізація – в міську мережу водовідведення;
- перегородки – ГКЛ по металевому каркасу, керамічна цегла товщиною 120мм;
- підвісна стеля – “ARMSTRONG”.
- конструкція зовнішніх стін: цегляна кладка із силікатної цегли товщиною 380мм, 510мм;
- перекриття – монолітна залізобетонна плита.
- тип будівлі: торгові приміщення.
- схема системи тепло холодопостачання: двотрубна горизонтальна розводкою.

2.9 Теплотехнічні розрахунки огорожувальних конструкцій

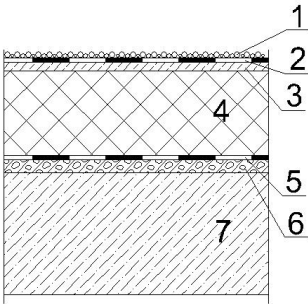
Метою теплотехнічного розрахунку є визначення коефіцієнта теплопередачі окремих огорожувальних конструкцій будинку (зовнішні стіни, стеля верхнього поверху, перекриття над підвалом, вікна).

Необхідний термічний опір окремої огорожувальної конструкції $R_0^п$, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, вибираємо з додатку Д [4]. Виходячи із $R_0^п$ підбираємо товщину шарів

матеріалів для кожної огорожувальної конструкції. Кожна огорожувальна конструкція, як правило, повинна складатися з несучого шару матеріалу (цегли, залізобетонної плити перекриття) і шару утеплювача.

Термічний опір підбраної огорожувальної конструкції $R_{0ф}$ повинен бути не менше від $R_{0п}$, тобто повинна виконуватися умова: $R_{0ф} \geq R_{0п}$. Для цього необхідно розрахувати товщину шарів матеріалу і підібрати відповідну товщину шару утеплювачу.

Конструкція покриття Тип – I

	1.	Стяжка з цем.-піщаного розчину марки 100, армована металевою сіткою з чарунками 100x100 мм з дроту д3 ВР-1	- 40 мм
	2.	Євроруберойд 2 шари (з смуговою приклеюю)	- 4 мм
	3.	- верхній шар: Акваізол АПП-ПЕ-4,0П - нижній шар: Акваізол СХ-3,0	- 3 мм
	3.	Стяжка тип С-3, армована, із цементно-піщаного розчину марки 100	- 15 мм
	4.	Теплоізоляційний шар – мінплита DACHROCK MAX $\gamma=153$ кг/м ³ , $\lambda=0,041$ Вт/мК	- 120 мм
	5.	Пароізоляція: руберойд наклеєний на гарячий бітум	- 3 мм
	6.	Похилоутворюючий шар: легкий бетон $\gamma=300$ кг/м ³ монолітної укладки	- 20÷200 мм
	7.	Монолітна залізобетонна плита покриття	- 180 мм
	Σ		- 565 мм

Розрахунок товщини теплоізоляційного шару в конструкції покриття

Тип – I

Загальний опір теплопередачі огорожувальної багатошарової конструкції визначаємо по формулі:

$$R_{\Sigma} = R_B + \Sigma R_i + R_H, \text{ де}$$

R_B – опір теплопередачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції

$$\frac{1}{(\alpha_B)} - 0,155 \text{ м}^2\text{°C/Вт (ДБН В.2.6-31:2006)}$$

RH – опір теплопередачі зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції

$$\frac{1}{(\alpha_3)} - 0,043 \text{ м}^2\text{°C/Вт (ДБН В.2.6-31:2006)}$$

ΣRi – опір теплопередачі всіх окремих шарів.

$$Ri = \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}}, \text{ де}$$

δ_i - товщина i -го шару конструкції, м;

λ_{ip} - розрахунковий коефіцієнт теплопровідності матеріалу шару, Вт/(м·К).

$$R\Sigma = RB + \frac{\delta}{\lambda_1} + \frac{\delta}{\lambda_2} + \frac{\delta}{\lambda_3} + \frac{\delta}{\lambda_4} + \frac{\delta}{\lambda_5} + \frac{\delta}{\lambda_6} + \frac{\delta}{\lambda_7} + RH$$

стяжка рубер. стяжка утепл. пароіз. лег.бет. з/бплита

$$3,3 = 0,115 + \frac{0,04}{0,93} + \frac{0,007}{0,17} + \frac{0,015}{0,93} + \frac{\delta}{0,041} + \frac{0,003}{0,17} + \frac{0,02}{0,13} + \frac{0,18}{2,04} + 0,043$$

$$3,3 = 0,115 + 0,043 + 0,041 + 0,016 + \frac{\delta}{0,041} + 0,018 + 0,154 + 0,088 + 0,043$$

$$3,3 = 0,518 + \frac{\delta}{0,041} \quad 3,3 + 0,518 = \frac{\delta}{0,041} \quad 2,782 = \frac{\delta}{0,041}$$

$$\delta = 2,782 \times 0,041 = 0,114$$

Приймаємо товщину утеплювача $\delta = 120$ мм

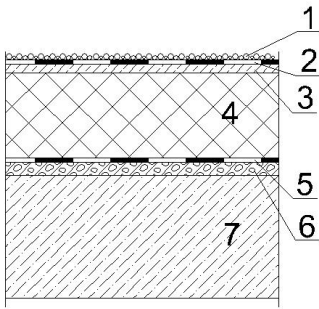
$$3,3 < 0,518 + \frac{0,12}{0,041}$$

$$3,3 < 0,518 + 2,93$$

$$3,3 < 3,448$$

$$Rq \text{ min} \leq R\Sigma$$

Конструкція покриття Тип – II

	<p>1. Бронююча посипка з розміром зерен 3-10 мм - 10мм</p> <hr/> <p>2. Євроруберойд 2 шари (з смуговою приклеюю) - 4мм - верхній шар: Акваізол АПП-ПЕ-4,0П - 3мм - нижній шар: Акваізол СХ-3,0</p> <hr/> <p>3. Стяжка тип С-3, армована, із цементно-піщаного розчину марки 100 - 15мм</p> <hr/> <p>4. Теплоізоляційний шар – мінплита DACHROCK MAX $\gamma=153 \text{ кг/м}^3$, $\lambda=0,041 \text{ Вт/мК}$ - 120мм</p> <hr/> <p>5. Пароізоляція: руберойд наклеєний на гарячий бітум - 3мм</p> <hr/> <p>6. Похилоутворюючий шар: легкий бетон $\gamma=300 \text{ кг/м}^3$ монолітної укладки - 20÷200мм</p> <hr/> <p>7. Монолітна залізобетонна плита покриття - 180мм</p> <hr/> <p style="text-align: right;">Σ 535мм</p>
---	--

Розрахунок товщини теплоізоляційного шару в конструкції покриття Тип – II

Загальний опір теплопередачі огорожувальної багатошарової конструкції визначаємо по формулі:

$$R_{\Sigma} = R_B + \Sigma R_i + R_H, \text{ де}$$

R_B – опір теплопередачі внутрішньої поверхні огорожувальної

конструкції (α_B) – $0,155 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ (ДБН В.2.6-31:2006)

R_H – опір теплопередачі зовнішньої поверхні огорожувальної

конструкції (α_3) – $0,043 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ (ДБН В.2.6-31:2006)

ΣR_i – опір теплопередачі всіх окремих шарів.

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}},$$

де

δ_i - товщина i -го шару конструкції, м;

λ_{ip} - розрахунковий коефіцієнт теплопровідності матеріалу шару, Вт/(м·К).

$$R_{\Sigma} = RB + \frac{\delta}{\lambda_1} + \frac{\delta}{\lambda_2} + \frac{\delta}{\lambda_3} + \frac{\delta}{\lambda_4} + \frac{\delta}{\lambda_5} + \frac{\delta}{\lambda_6} + \frac{\delta}{\lambda_7} + RH$$

стяжка рубер. стяжка утепл. пароіз. лег.бет. з/бплита

$$3,3 = 0,115 + \frac{0,01}{0,43} + \frac{0,007}{0,17} + \frac{0,015}{0,93} + \frac{\delta}{0,041} + \frac{0,003}{0,17} + \frac{0,02}{0,13} + \frac{0,18}{2,04} + 0,043$$

$$3,3 = 0,115 + 0,023 + 0,041 + 0,016 + \frac{\delta}{0,041} + 0,018 + 0,154 + 0,088 + 0,043$$

$$3,3 = 0,498 + \frac{\delta}{0,041} \qquad 3,3 - 0,498 = \frac{\delta}{0,041} \qquad 2,802 = \frac{\delta}{0,041}$$

$$\delta = 2,802 \times 0,041 = 0,115$$

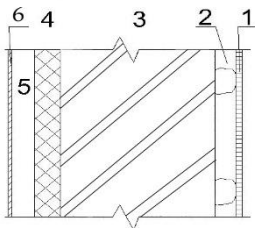
Приймаємо товщину утеплювача $\delta = 120$ мм

$$3,3 < 0,498 + \frac{0,12}{0,041} \qquad 3,3 < 0,498 + 2,93$$

$$3,3 < 3,428 \qquad R_{q \min} \leq R_{\Sigma}$$

2.9.1 Розрахунок зовнішніх стін

Конструкція зовнішньої стіни із силікатної цегли товщиною 510мм



1. ГКЛ на клею	- 12,5 мм
2. Повітряний прошарок	- 40 мм
3. Цегла силікатна	- 510 мм
4. Теплоізоляційний шар: мінплита WENTIROK $\gamma=112$ кг/м ³ $\lambda=0,044$ Вт/мК	- 90 мм
5. Повітряний прошарок	- 40 мм
6. Фасадна система	
Σ	- 692,5 мм

Розрахунок товщини теплоізоляційного шару в зовнішній стіні

Загальний опір теплопередачі огорожувальної багатошарової конструкції визначаємо по формулі:

$$R_{\Sigma} = R_B + \Sigma R_i + R_H, \text{ де}$$

R_B – опір теплопередачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції $(\frac{1}{\alpha_B}) - 0,155 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ (ДБН В.2.6-31:2006)

R_H – опір теплопередачі зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції $(\frac{1}{\alpha_3}) - 0,043 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ (ДБН В.2.6-31:2006)

ΣR_i – опір теплопередачі всіх окремих шарів.

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}},$$

де

δ_i - товщина i -го шару конструкції, м;

λ_{ip} - розрахунковий коефіцієнт теплопровідності матеріалу шару, Вт/(м·К).

$$R_{\Sigma} = R_B + \frac{\text{ГКЛ}}{\lambda_1} + \frac{\text{пов.н.}}{\lambda_2} + \frac{\text{с.цегла}}{\lambda_3} + \frac{\text{утеп.}}{\lambda_4} + R_H$$

$$3,8 = 0,115 + \frac{0,0125}{0,21} + 0,14 + \frac{0,51}{0,87} + \frac{\delta}{0,044} + 0,043$$

$$3,8 = 0,115 + 0,059 + 0,14 + 0,586 + \frac{\delta}{0,044} + 0,043$$

$$3,8 = 0,943 + \frac{\delta}{0,044} \quad 3,8 - 0,943 = \frac{\delta}{0,044} \quad 1,857 = \frac{\delta}{0,044}$$

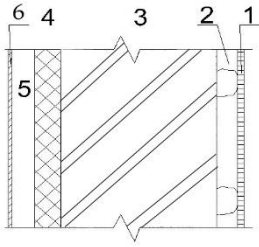
$$\delta = 1,857 \times 0,044 = 0,082 \text{ м}$$

Приймаємо товщину утеплювача $\delta = 90 \text{ мм}$

$$3,8 < 0,943 + \frac{0,09}{0,044} = 0,943 + 3,045 = 3,99$$

$$R_{q \text{ min}} \leq R_{\Sigma}$$

Конструкція зовнішньої стіни із силікатної цегли товщиною 380мм.



1. ГКЛ на клею	- 12,5 мм
2. Повітряний прошарок	- 40 мм
3. Цегла силікатна	- 380 мм
4. Теплоізоляційний шар: мінплита WENTIROK $\gamma=112 \text{ кг/м}^3$ $\lambda=0,044$ Вт/мК	- 90 мм
5. Повітряний прошарок	- 40 мм
6. Фасадна система	
Σ	- 562,5 мм

Розрахунок товщини теплоізоляційного шару в зовнішній стіні

Загальний опір теплопередачі огорожувальної багатошарової конструкції визначаємо по формулі:

$$R_{\Sigma} = R_B + \Sigma R_i + R_H, \text{ де}$$

R_B – опір теплопередачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції $\left(\frac{1}{\alpha_B}\right) - 0,155 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ (ДБН В.2.6-31:2006)

R_H – опір теплопередачі зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції $\left(\frac{1}{\alpha_3}\right) - 0,043 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$ (ДБН В.2.6-31:2006)

ΣR_i – опір теплопередачі всіх окремих шарів.

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}},$$

де

δ_i - товщина i -го шару конструкції, м;

λ_{ip} - розрахунковий коефіцієнт теплопровідності матеріалу шару,

$$R_{\Sigma} = R_B + \frac{\delta_{\text{ГКЛ}}}{\lambda_1} + \frac{\delta_{\text{пов.п.}}}{\lambda_2} + \frac{\delta_{\text{с.цегла}}}{\lambda_3} + \frac{\delta_{\text{утеп.}}}{\lambda_4} + R_H$$

$$3,8 = 0,115 + \frac{0,0125}{0,21} + 0,14 + \frac{0,38}{0,87} + \frac{\delta}{0,044} + 0,043$$

$$3,8 = 0,115 + 0,059 + 0,14 + 0,437 + \frac{\delta}{0,044} + 0,043$$

$$3,8 = 0,794 + \frac{\delta}{0,044} \quad 2,8 - 0,794 = \frac{\delta}{0,044} \quad 2,006 = \frac{\delta}{0,044}$$

$$\delta = 2,006 \times 0,044 = 0,088\text{м}$$

Приймаємо товщину утеплювача $\delta = 90$ мм

$$3,8 < 0,794 + \frac{0,09}{0,044} = 0,794 + 3,045 = 3,839 \quad R_{q \min} \leq R_{\Sigma}$$

2.9.2 Підбір вікон

Конструкцію та термічний опір світлових прорізів (вікон) підбираємо за додатком Е [4] в залежності від розрахункової різниці температур. Для даного проекту різниця температур складає: $t_{\text{в}} - t_{\text{зов}} = 20 - (-21) = 41^{\circ}\text{C}$. За табл.2 дод. Е для $t_{\text{в}} - t_{\text{зов}} = 41^{\circ}\text{C}$ $R_0^{\text{п}} = 0,6 \text{ м}^2\text{C/Вт}$.

Для даного будинку приймаємо вікна в пластикових рамах з потрійним засклінням (одинарне плюс подвійне), які мають $R_0^{\text{ф}} = 0,62 \text{ м}^2\text{C/Вт}$, тобто умова $R_0^{\text{п}} \leq R_0^{\text{ф}}$ виконується. Для прийнятих вікон $K = 2,3 \text{ Вт/м}^2\text{C}$ (для цегляного будинку).

2.10 Розрахунок теплових втрат приміщень

Система тепло холодостачання повинна компенсувати всі тепловтрати будинку – через огорожуючі конструкції та на нагрівання зовнішнього холодного повітря, яке проникає в приміщення через різні нещільності в огорожуючих конструкціях (інфільтрація).

Приміщення нумеруємо на планах починаючи з першого поверху - №201, 202, 203 тощо (див. арк.4).

Розрахункові тепловтрати розраховуємо за формулою згідно п. 2.2 [5]:

$$Q_{\text{заг}} = Q_{\text{гол}} + Q_{\text{інф}}, [\text{Вт}] \quad (2.9.1)$$

де $Q_{\text{гол}}$ – тепловтрати через огорожуючі конструкції, Вт;

$Q_{\text{інф}}$ – втрати теплоти на нагрівання вентиляційного повітря, Вт;

Головні тепловтрати $Q_{\text{гол}}$, Вт, визначають за формулою:

$$Q_{\text{г}} = 1/R_0^{\phi} \cdot F \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{з}})(1 + \Sigma\beta) \cdot n, [\text{Вт}] \quad (2.9.2)$$

де F – теплопередаюча поверхня огороджуючої конструкції, м^2 ;

R_0^{ϕ} – повний фактичний термічний опір огороджуючої конструкції, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$;

$t_{\text{в}}$ – розрахункова температура внутрішнього повітря, $^\circ\text{C}$ [2].

$t_{\text{з}}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, $^\circ\text{C}$, приймається середня

температура найбільш холодної п'ятиденки [7];

β – додаткові втрати теплоти, що враховуються для зовнішніх вертикальних і нахилених огороджуючих конструкцій будівлі згідно табл. 3 [5].

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

Втрати теплоти на нагрівання вентиляційного повітря для приміщень, в яких є вікно розраховуються за формулою:

$$Q_{\text{в}} = 0,337 \cdot F_{\text{п}} \cdot h \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{з}}), [\text{Вт}] \quad (2.9.3)$$

де $F_{\text{п}}$ – площа підлоги приміщення, м^2 ;

h – відстань від стелі до підлоги (не більше 3м);

Розрахунок виконано програмним комплексом розрахунки додані у вигляді таблиць (Додаток Б)

2.11. Вибір опалювальних приладів

Тепло холодопостачання приміщень громадської будівлі здійснюється підлоговими фанкойлами MITSUSHITO корпусні MFF4 з забором повітря збоку. Регулювання тепловіддачі опалювальних приладів здійснюється терморегуляторами, які вмонтовані на кожному приладі.

Системи тепло холодопостачання запроектовані горизонтальні двотрубні тупикові з насосною циркуляцією теплоносія.

Для тепло холодопостачання прийняті труби пластикові “ЕКОPLASTIK” типу STABI PN 20, які прокладаються в товщі підлоги в захисній гофрованій трубі типу «пешель».

Необхідну тепловіддачу фанкойла обчислимо за формулою:

$$L = Q_n / q_{\text{приладу}}, \quad (2.11.1)$$

де: Q_n - тепловитрати в кімнаті, Вт;

$q_{\text{пр}}$ - тепловіддача радіатора, в залежності від типорозміру, Вт.

Аналогічно ведемо розрахунки для інших кімнат - отримуємо «Розрахунок тепловитрат через огорожуючі конструкції та на нагрів повітря, що інфільтрується»

Проектом передбачається установка за гріючими приладами теплоловідбиваючих екранів, крім того всі фанкойли обладнуються терморегуляторами.

Випуск повітря передбачається у верхніх точках системи тепло холодопостачання повітровипускними кранами типу Маєвського.

2.12 Гідравлічний розрахунок трубопроводів

Розрахунок трубопроводів виконуємо після визначення всіх тепловитрат приміщень, вибору і розміщення обігрівальних приладів, складання схеми тепло холодопостачання в аксонометрії.

Гідравлічний розрахунок зводиться до визначення оптимальних діаметрів трубопроводів на кожній ділянці циркуляційних кілець.

Циркуляційний тиск P_p , Па, в загальному вигляді визначається за формулою:

$$P_p = P_{\text{шт}} + P_{\text{пр}}, \quad (2.12.1)$$

де: $P_{\text{шт}}$ – штучний тиск, викликаний збуджувачем, Па.

$$P_{\text{шт}} = (80 \dots 100) \Sigma l, \quad (2.12.2)$$

де: Σl – довжина циркуляційного кільця, м;

Природний тиск враховується тоді, коли він складає більше 10% від тиску штучного, P_p повинно бути не більше 10 – 12 кПа.

$P_{\text{пр}}$ – природний тиск, який виникає в кільці за рахунок охолодження води в елементах системи.

$$P_{\text{пр}} = \Delta P_{\text{пр.прил.}} + \Delta P_{\text{пр.труб}}, \quad (2.12.3)$$

де: $\Delta P_{\text{пр.прил.}}$ - природній циркуляційний тиск через опалювальний прилад нижнього поверху;

$$\Delta P_{\text{пр.прил.}} = \beta \cdot g \cdot h(t_r - t_o), \quad (2.12.4)$$

де: h – вертикальна відстань між опалювальним приладом на нижньому поверсі і точкою нагрівання;

β – середній приріст густини при пониженні її температури на 1°C , при розрахунковій різниці температур $t_r - t_o = 90 - 70^\circ\text{C}$, $\beta = 0,64$;

$\Delta P_{\text{пр.труб}}$ – додатковий тиск від охолодження води в трубах, визн. за графіком V.5 [3].

Розрахунок починаємо із самого невідповідного циркуляційного кільця, яке проходить через найбільш віддалений опалювальний прилад. Вибране циркуляційне кільце ділиться на ділянки. Через кожну ділянку протікає постійна кількість води, а межі ділянок знаходяться в точках зміни потужності потоку.

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.

Витрати води визначаємо за виразом:

$$G = \frac{3.6 \cdot Q}{4.187(t_r - t_o)}, \quad (2.12.5)$$

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

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

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

Допустиму середню втрату тиску R_d визначаємо за виразом:

$$R_d = 0,9 \cdot k \cdot P_p / \Sigma l, \quad (2.12.6)$$

де : Σl - сумарна довжина розрахункових ділянок циркуляційного кільця, м;

k – доля втрат тиску на тертя, приймаємо для системи зі штучною циркуляцією $k = 0,65$.

$$R_d = 0,9 \cdot 0,65 \cdot 4449/55 = 80,8 \text{ (Па/м)};$$

Для даної системи приймаємо сталеві труби та металопластикові труби (для розводки по поверхах торгівельного комплексу). 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, які заносять до таблиці 2.2, після цього визначають втрати тиску від тертя на ділянці.

Втрати тиску в місцевих опорах визначаємо за формулою:

$$Z = \sum \xi \cdot p_d, \quad (2.12.7)$$

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

p_d – динамічний тиск, визн. за додатком 9 [3] .

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.

Якщо запас циркуляційного тиску $\Delta_{\text{зап}}$ знаходиться в межах 5-10%, розрахунок можна вважати закінченим, якщо запас менший або перевищує допустимий здійснюють корегування діаметрів труб і проводять перерахунок до одержання відповідного запасу тиску.

Таблиця 2.2 Розрахунок головного напівкільця 2-го поверху

№	Q, Вт	G, кг/год	L, м	d, мм	V, м/с	R, Па/м	RL, Па	$\Sigma\xi$	Рд	Z, Па	RL+Z, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0-1	1529	65,7	3,5	20	0,06	3,5	10,5	5,5	5	9,9	20,4
1-2	3822	164,3	3,0	20	0,126	16	48	1,0	7,2	7,8	55,8
2-3	6115	263	3,0	20	0,2	38	114	1,0	22	20	134
3-4	8408	361,5	3,0	20	0,28	75	225	1,0	39,1	42	267
4-5	10701	460,7	3,0	25	0,22	40	120	1,0	25,3	24	144
5-6	12994	558,7	3,0	25	0,27	55	165	1,0	37	35	200
6-7	15287	657,3	3,0	25	0,318	75	225	1,5	47,9	124	344
7-8	17580	756	3,0	25	0,21	24	72	1	22	22	94
8-9	19873	854,5	2,5	32	0,24	29	72,5	2,5	28,7	72,5	145
9-10	21020	904	5,5	32	0,25	32	176	1	31,2	31	207
10-11	22167	953,2	5,5	32	0,26	35	192,5	1	33,7	34	226,5
11-12	23314	1002,5	5,5	32	0,28	40	220	1	39,1	39	259
12-13	24461	1051,8	2,5	32	0,303	45	112,5	5	44,9	226	338,5
13-14	27902	1199,8	5,0	32	0,33	55	275,0	6	54,3	327	602
			$\Sigma 55$								$\Sigma 3321,6$

$$P_{\text{цирк}} = 80 \cdot 55 + 0,4 \cdot (9,81 \cdot (-5) \cdot 0,64 \cdot 20 + 750) = 4449 \text{ (Па);}$$

$$R_d = 0,9 \cdot 0,65 \cdot 4449 / 55 = 80,8 \text{ (Па/м);}$$

Розрахунок напівкільця 2-го поверху

№	Q, Вт	G, кг/год	L, м	d, мм	V, м/с	R, Па/м	RL, Па	$\Sigma\xi$	Рд	Z, Па	RL+Z, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0-1	1147	49,32	3,0	20	0,07	3,5	10,5	5,5	6	9,9	20,4
1-2	2294	98,64	25,5	20	0,077	5,5	140,25	7	6,6	19,7	160
2-3	3441	148	4,0	25	0,117	1,4	56	6,5	9,8	43,1	99,1
			$\Sigma 32,5$								$\Sigma 279,5$

Розрахунок головного напівкільця (1-го поверху).

№	Q, Вт	G, кг/год	L, м	d, мм	V, м/с	R, Па/м	RL, Па	$\Sigma\xi$	Рд	Z, Па	RL+Z, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0-1	3440	148	6,0	20	0,113	13,0	78,0	5,5	6,6	46,6	124,6
1-2	4778	205,5	3,0	20	0,157	24,0	72,0	1,0	11,9	12,0	84,0
2-3	6116	263	3,0	25	0,131	14,0	42,0	3,0	8,5	25,4	67,4
3-4	6451	277,4	4,0	25	0,136	15,0	45,0	1,0	9,1	9,1	54,1
4-5	9891	425,3	1,5	25	0,208	34,0	51,0	1,5	21,0	31,5	82,5
5-6	10317	443,6	6,0	25	0,214	36,0	216,0	3,0	23,7	23,0	239,0

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6-7	11846	509,4	5,0	25	0,242	45,0	225,0	1,0	28,7	29,0	254,0
7-8	14521	624,4	8,5	25	0,3	65,0	552,5	1,0	44,9	45,0	597,5
8-9	15859	682	3,0	25	0,328	80,0	240,0	1,0	52,7	53,0	293,0
9-10	17197	739,5	1,0	25	0,36	95,0	95,0	6,0	64,6	325,0	420,0
10-11	30708	1320	2	32	0,365	65	130	6	66,4	334	464
$\Sigma 43,0$										$\Sigma 2680,1$	

Розрахунок 2-го напівкільця (1-го поверху).

№	Q, Вт	G, кг/год	L, м	d, мм	V, м/с	R, Па/м	RL, Па	$\Sigma \xi$	P _д	Z, Па	RL+Z, Па
1	2	3	4	5	6	7	11,28	9	10	11	12
11-12	1501	64,5	4,0	20	0,05	2,8	11,2	5,5	6,0	6,8	18,0
12-13	3753	161,4	3,0	20	0,126	16,0	48,0	1,0	7,2	7,8	55,8
13-14	6005	258,2	3,0	20	0,195	36,0	108,0	1,0	19	19,1	127,1
14-15	7506	322,7	6,0	25	0,155	19,0	114,0	5,0	11,9	60,2	174,2
15-16	9007	387,3	3,0	25	0,186	28,0	84,0	1,0	18,0	17,2	101,2
16-17	11255	484,0	3,0	25	0,228	40,0	120,0	1,0	25,3	25,0	145,0
17-18	13511	581,0	19,0	32	0,16	14,0	266,0	5,0	12,8	39,8	305,8
			$\Sigma 41$								$\Sigma 927,1$

$$P_{\text{цирк}} = 80 \cdot 43,0 + 0,4 \cdot (9,81 \cdot (-1) \cdot 0,64 \cdot 20 + 750) = 3135 \text{ (Па)};$$

$$R_{\text{д}} = 0,9 \cdot 0,65 \cdot 3835/43 = 42,65 \text{ (Па/м)}.$$

Розрахунок тепло холодостачання підсобних приміщень (2-й пов.).

№	Q, Вт	G, кг/год	L, м	d, мм	V, м/с	R, Па/м	RL, Па	$\Sigma \xi$	P _д	Z, Па	RL+Z, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0-1	956	41,1	4	20	0,03	1,3	5,2	5,5	6	27,1	32,3
1-2	2489	107,0	2,0	20	0,086	7,0	14,0	4,0	6	14,5	28,5
2-3	2840	122,1	2	1,5	25	0,06	3,5	1,0	6	1,8	5,3
3-4	3195	137,4	6,5	25	0,07	3,1	20,2	2,5	6	7,3	147,5
4-5	4915	211,3	22,5	25	0,103	9,0	20,25	7,0	6	38,7	241,2
$\Sigma 36,5$										$\Sigma 459,8$	

$$P_{\text{цирк}} = 80 \cdot 36,5 + 0,4 \cdot (9,81 \cdot (-5) \cdot 0,64 \cdot 20 + 750) = 2969 \text{ (Па)};$$

$$R_{\text{д}} = 0,9 \cdot 0,65 \cdot 2969/36,5 = 81,3 \text{ (Па/м)};$$

Розрахунок тепло холодостачання приміщень виставкової зали (1-й пов.).

№	Q, Вт	G, кг/год	L, м	d, мм	V, м/с	R, Па/м	RL, Па	$\Sigma\xi$	P _д	Z, Па	RL+Z, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0-1	1751	75,3	9,0	20	0,06	3,4	30,6	11,5	6,0	18,0	48,6
1-2	3502	150,6	3,5	20	0,117	14,0	45,0	2,5	6,6	16,6	61,6
2-3	5795	249,1	2,5	25	0,12	12,0	30,0	1,0	7,2	7,2	37,2
3-4	8088	347,8	10,0	25	0,168	22,0	220,0	8,0	14,4	115,9	336,0
4-5	8881	381,9	1,5	25	0,185	26,0	35,0	4,0	17,1	68,6	103,6
5-6	9238	397,2	1,5	25	0,19	28,0	42,0	3,0	18,0	54,3	96,3
6-7	10032	413,4	8,0	25	0,2	32,0	256,0	4,0	20,0	80,2	336,2
$\Sigma 36,0$										$\Sigma 1019,5$	

$$P_{\text{цирк}} = 80 \cdot 36,0 + 0,4 \cdot (9,81 \cdot (-1) \cdot 0,64 \cdot 20 + 750) = 3124,6 \text{ (Па)};$$

$$R_{\text{д}} = 0,9 \cdot 0,65 \cdot 3124,6 / 36 = 86,7 \text{ (Па/м)};$$

2.13 Висновок

В результаті розробки даної частини роботи був виконаний теплотехнічний розрахунок будівлі, загальні тепловтрати будівлі склали 68,1кВт, та проведені гідравлічні розрахунки горизонтальних двохтрубних систем тепло холодостачання. На основі виконаного теплотехнічного розрахунку і визначених тепловитрат приміщень були підібрані опалювальні прилади, які забезпечують більшу тепловіддачу та більш ефективні.

На основі виконаного гідравлічного розрахунку було визначено діаметри трубопроводів та побудовано аксонометричні схеми систем тепло холодостачання.

3 ОРГАНІЗАЦІЙНО ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ СИСТЕМ МІКРОКЛІМАТУ ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ

3.1 Вихідні дані

Розробити технологію монтажу системи вентиляції громадської будівлі області з використанням припливно-витяжного обладнання з рекуперацією.

Витяжна система вентиляції призначена для видалення відпрацьованого повітря та шкідливих викидів, що утворюються у приміщеннях торговельного центру. В свою чергу припливна система призначена для подачі в приміщення чистого попередньо-підготованого (підігрітого/охолодженого, зволоженого) повітря.

Влаштування систем припливної та витяжної вентиляції для створення оптимальних умов праці є обов'язковим.

3.2 Аналіз конструктивних особливостей об'єкту

Згідно аксонометричних схем припливно – витяжна система вентиляції складається з таких елементів:

- припливно – витяжна установка, в якій розміщений вентилятор з електродвигуном, теплоутилізатор та обладнання для обробки повітря;
- мережа повітроводів з приєднаними решітками.

Перелік витрат основних матеріалів наведено в таблицях 3.1-3.2

Таблиця 3.1 – Перелік витрат матеріалів на прямі ділянки повітроводів, переходи, відводи та переходи

Розмір, мм	Довжина, м (кількість, шт)	Площа, м ²		Об'єм, м ³	Маса, кг
		1 м,(шт)	Всього		
1	2	3	4	5	6
Прямі ділянки					
150x100	25,0	0,488	12,5	0,006	48,8
150x150	72,0	0,6	43,2	0,022	168,5
200x150	40,0	0,7	28,0	0,04	109,2
400x200	23,0	1,2	27,6	0,02	150,7
500x200	30,0	1,4	42,0	0,03	163,8
500x250	40,0	1,5	60,0	0,042	327,6
Переходи					
500x250/Ø315	0,5	-	1,48	0,0001	8,08
Ø200/200x150	0,3	-	2,0	0,00012	9,4
Ø160/200x150	0,2	-	0,2	0,00001	0,9
Ø160/150x150	0,15	-	0,18	0,00001	0,7
					987,68

Таблиця 3.2 - Витрата основних матеріалів

№ п/п	Найменування	Тип, марка	Кількість, шт	Вага, кг	
				одиниці	загальна
1	2	3	4	5	6
1	Припливний агрегат з рекуперацією тепла	MAXI 2000 HW (Systemair)	4	200,0	800,0
2	Припливний агрегат	TA-450 EL (Systemair)	1	46,0	46,0
3	Вентилятор	K160 XL		3,9	3,9
4	Шумоглушник	LDR 50-25	4	17,0	68,0
5	Шумоглушник	LDC 200-600	1	7,0	7,0
6	Шумоглушник	LDC 160-600	1	5,8	5,8
7	Решітки вентиляційні	Combi CVVX315	4	7,8	31,2
8	Клапани повітряні припливного повітря	EDF -315	4	5,2	20,8
9	Клапани повітряні припливного повітря	EDF -250	9	4,3	38,7
10	Віброгасник	VDM 2000	4	1,0	40,0
11	Байпас	BP 2000	4	5,6	5,6
12	Байпасний клапан з ел. приводом для Maxi 2000	-	4	2,2	8,8
13	Двохходовий клапан для Maxi 2000	-	4	1,3	5,2

1	2	3	4	5	6
14	Повітряна завіса	ScreenMaster LG8	1	16,0	16,0
15	Решітка повірозабірна	IGC 200	1	1,3	1,3
16	Решітка вентиляційна припливно-витяжна	GSV 200x100	4	0,3	1,2
17	Те ж 300x150 мм	GSV 300x150	26	0,6	15,6
18	Те ж 400x100 мм	GSV 400x100	2	0,7	1,4
19	Решітка вентиляційна	MB 120	10	0,2	2,0
20	Решітка вентиляційна	MB 100	3	0,15	0,45
21	Пінофол фольгований $\delta=5\text{мм}, \text{м}^2$	-	31	0,4	12,4
					1131,35

3.3 Визначення складу робіт

3.3.1 Визначення складу робіт по влаштуванню систем припливно-витяжної вентиляції

1. Установка прийомних блоків включає в себе наступні види робіт:

1. Збір блоків з окремих вузлів та деталей.
2. Установка блоків.
3. Установка опор. Приєднання блоків на болтах з постановкою прокладок. [5.,84с].

2. Прокладання повітроводів з оцинкованої сталі класу Н товщиною сталі 0,5-0,7 мм. Включає в себе наступні види робіт:

1. Збір ланок повітроводів в блоки.
2. Установка та зборка кріплень.
3. Підйом блоків та тимчасове їх підвішування.
4. Установка блоків в проектне положення.
5. З'єднання блоків на болтах з постановкою прокладок.

3. Пробивання отворів понад 25 мм у цегляних стінах вручну

Включає в себе:

1. Розмітку місць пробивання отворів.
2. Пробивання отворів.

4. Установка припливно-витяжних агрегатів включає в себе наступні види робіт:

1. Установка та зборка кріплень.

2. Підйом агрегатів та тимчасове їх підвішування.
3. Установка агрегатів в проектне положення.
4. Вивірка агрегатів .
5. Випробування вентиляторів.
5. Установка глушників шуму вентиляційних установок включає в себе наступні види робіт:

1. Установка шумоглушників з приєднанням до повітроводу.
2. Установка та зборка кріплень. [5.,84с]
6. Установка вентиляторів осьових включає в себе наступні види робіт:
 1. Установка вентиляторів з електродвигуном на одній осі на готову основу.
 2. Опробування вентиляторів.
7. Випробування та пуско-наладка мережі систем вентиляції та кондиціонування повітря при кількості перерізів до 10.

8. Випробування та пуско-наладка шахт природної витяжної вентиляції.
9. Випробування та пуско-наладка осьових вентиляторів. [8,340с]

Визначення втрат (підсосів) повітря у вентиляційні мережі переносним вентилятором при сумарній довжині повітроводів до 60 м, площа перерізу повітроводу в місці приєднання переносного вентилятора до 2 м².

10. Визначення трудомісткості монтажних робіт та складання графіку виконання робіт, загальної тривалості робіт і складу бригад по влаштуванню систем вентиляції. [8,10с]

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

Трудомісткість визначається за формулою:

$$Q = \frac{Nч \cdot V}{8} \quad [\text{люд-днів}] \quad (3.3.1)$$

Де Nч – норма часу, встановлюється у ДБН

V- об'єм робіт

Тривалість роботи визначається за формулою:

$$T = \frac{Q}{N} \text{ днів} \quad (3.3.2)$$

Де Q – трудомісткість, [люд-днів];

N – кількість робітників, які виконують дану роботу, [люд].

3.4 Визначення трудомісткості монтажних робіт та складання графіку виконання робіт, загальної тривалості робіт і складу бригад по влаштуванню системи вентиляції

1. Доставка деталей на робочий майданчик та їх складування

Вимірник – 1 тонна

Норма часу: $N_{BP} = 3,1$ люд-год.

Затрати праці $Q = 3,1 \cdot (29/8) = 1,2$ люд-дні.

Склад бригади: 1 водій, 1 слюсар-сантехнік

Тривалість $T = \frac{1,2}{2} = 0,6$ днів

Приймаємо $T = 1$ день.

2. Розмітка вісей, монтаж підвісок, кронштейнів

Норма часу на виконання даної роботи $N_{ч} = 2,1$ люд/год;

Середній розряд робіт – 4

Трудомісткість: $Q = \frac{40 \cdot 2,1}{8} = 10,5$ люд/днів;

Тривалість виконання даної роботи: $\varnothing = \frac{10,5}{3} = 3,5$ днів;

Приймаємо: $T = 3$ дні.

Склад ланки: монтажник 3 розряду, 4 розряду, 5 розряду;

3. Прокладання повітроводів із оцинкованої сталі класу Н (нормальні) товщиною сталі 0,5- 0,7 мм.

Вимірник: 100 м² повітроводів

Норма часу: $N_{BP} = 239,7$ люд.-год

$$Q = \frac{239,7 \cdot 2,25}{8} = 66 \text{ люд-днів;}$$

$$\dot{O} = \frac{Q}{N} = \frac{66}{6} = 11 \text{ днів.}$$

Приймаємо: 11 днів.

Склад ланки: 3 монтажники 3-го розряду,

3 монтажник 4-го розряду

4. Встановлення ґраток жалюзійних

Вимірник – 1 решітка

Витрати праці робітників-будівельників – 1,82 люд.-год

Середній розряд робіт – 3,4

$$Q = \frac{1,82 \cdot 50}{8} = 11,4 \text{ люд-днів;}$$

$$\dot{O} = \frac{Q}{N} = \frac{11,4}{3} = 3,8 \text{ днів.}$$

Приймаємо : -4 дні.

Склад ланки: 1 монтажник 4-го розряду,

2 монтажники 3-го розряду.

5. Установка агрегатів вентиляторних продуктивністю до 10 тис. м³/год

Вимірник – 1 агрегат.

Витрати праці робітників-будівельників – 18,36 люд.-год

Середній розряд робіт – 4

$$Q = \frac{18,36 \cdot 4}{8} = 9,18 \text{ люд-днів;}$$

$$\dot{O} = \frac{9,18}{3} = 3,06 \text{ днів.}$$

Приймаємо: 3 дні.

Склад ланки: 3 монтажники 4-го розряду.

6. Установка глушників шуму вентиляційних установок

Вимірник – 1 шт.

Витрати праці робітників-будівельників – 3,09 люд.-год

Середній розряд робіт – 3,3

$$Q = \frac{3,09 \cdot 6}{8} = 2,3 \quad \text{люд-днів};$$

$$\dot{O} = \frac{2,3}{3} = 0,77 \quad \text{днів.}$$

Приймаємо: - 1 день.

Склад ланки: 3 монтажники 4-го розряду.

7. Установка вентиляторів осьових масою до 0,025 т.

Вимірник – 1 вентилятор.

Витрати праці робітників-будівельників – 6,21 люд.-год

Середній розряд робіт – 4

$$Q = \frac{6,21 \cdot 2}{8} = 1,6 \quad \text{люд-днів};$$

$$\dot{O} = \frac{1,6}{2} = 0,8 \quad \text{днів.}$$

Приймаємо : -1 день.

Склад ланки: 3 монтажники 4-го розряду.

8. Прокладання трубопроводів із водогазопровідних труб діаметром 20-25 мм включає в себе наступні види робіт: 1. Розмітка місць установки кріплень. 2. Установка кріплень. 3. Прокладка трубопроводів з готових вузлів або окремих деталей на зварці з підтримуванням при прихватці. 4. Вивірка трубопроводів. 5. Накручування муфтової арматури і фасонних частин і приєднання. 6. Установка і заробка гільз в готові отвори в місцях проходів трубопроводів стінах та перекриттях.

Вимірник – 100 м.

Витрати праці робітників-будівельників – 55,27 люд.-год

Середній розряд робіт – 4

$$Q = \frac{55,27 \cdot 1,50}{8} = 10,3 \quad \text{люд-днів};$$

$$\dot{O} = \frac{10,3}{3} = 3,43 \quad \text{днів.}$$

Приймаємо : 3,5 днів.

Склад ланки: 3 монтажники 4-го розряду.

9. Випробування та пуско-наладка мережі систем вентиляції повітря при кількості перерізів до 10

Витрати праці: Провідний інженер – 5,6 люд.-год

$$Q = \frac{5,6 \cdot 4}{8} = 2,8 \quad (\text{люд-днів});$$

$$\dot{O} = \frac{2,8}{1} = 2,8 \quad (\text{днів}).$$

Технік – 2,8 люд.-год

$$Q = \frac{2,8 \cdot 4}{8} = 1,4 \quad (\text{люд-днів});$$

$$\dot{O} = \frac{1,4}{1} = 1,4 \quad (\text{днів}).$$

Приймаємо: 2 дні.

10. Вивезення деталей з робочого майданчика

Норма часу: $N_{BP} = 3,1$ люд-год.

Вимірник – 1 тонна

Затрати праці $Q = 3,1 \cdot (0,3/8) = 0,2$ люд-дні.

Склад бригади: 2 монтажників

Тривалість $T = 0,2/2 = 0,1$ день.

Приймаємо $T = 1$ день.

$$Q_{заг} = \sum Q = 19,0 \text{ люд-днів.}$$

3.5 Розрахунок витрат допоміжних ресурсів

Для виконання робіт визначається витрата допоміжних матеріалів, яка наведена в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Витрата допоміжних матеріалів

№ п/п	Шифр ресурсу	Найменування	Од. виміру	Кількість
1	2	3	4	5
1	C111-27	Азбестовий шнур загального призначення [ШАОН-1], діаметр 8,0-10,0 мм	т	0,0211846
2	C111-116	Гвинти з напівкруглою головкою, довжина 55-120 мм	т	0,00032
3	C111-479	Фарба порошкова П ПЭ-971 марка А,Б,В, червоно-коричнева	т	0,00032
4	C111-306	Вироби гумові технічні морозостійкі	кг	27,87
5	C111-605	Мастика герметизувальна «Гелан»	т	0,0116343
6	C111-1151	Прокат для армування з/б констр. Круглий та періодичного профілю, клас А, Ø12 мм	т	0,03182
7	C111-1504	Електроди, Ø2мм, марка Э42	т	0,000934
8	C111-1519	Електроди, Ø4мм, марка Э55	т	0,000391
9	C111-1521	Електроди, Ø5мм, марка Э42	т	0,0083
10	C111-1644	Клей гумовий N88-Н	кг	0,002
11	C111-1846	Болти анкерні	т	0,0154
12	C111-1848	Болти будівельні з гайками та шайбами	т	0,039
13	C111-144	Віброізолятори пружинні	шт	40
14	C111-1805	Сталь листовая для зонтів	т	0,0156
15	C111-1292	Уайт-спірит	т	0,0001
16	C111-1668	Оліфа натуральна	кг	0,19
17	C111-1746	Прокладки гумові [пластина технічна пресована]	кг	0,64
18	C1545-159	Очіс льняний	т	0,00017
19	C142-10-2	Вода	м ³	7,0489
20	C1425-11681	Розчин готовий кладковий важкий цементний, марка М50	м ³	0,038
21	C1425-11683	Розчин готовий кладковий важкий цементний, марка М100	м ³	0,0185
23	C1999-9005	Мастильні матеріали	кг	0,4608

3.5.1 Розрахунок витрати енергоносіїв

Витрати дизельного палива:

витрати дизельного палива, при експлуатації автомобіля ГАЗ-3302 [13] протягом 0,2 змін, (при споживанні 15 л/год), будуть складатися:

$$0,2 \times 8 \times 15 = 24 \text{ л.}$$

Загальна витрата бензину становить – 24 л.

3.5.2 Визначення потреб у матеріально-технічних ресурсах

Потреба у монтажних інструментах:

а) вимірювальні інструменти:

- стрічка вимірювальна РС-10, 20м ;
- виски ;
- рівні .

б) ударні інструменти:

- зубила слюсарні ;
- молотки слюсарні;

в) інструменти для збирання :

- викрутки ;
- плоскогубці;
- ключі гайкові;
- пневмогайковерти .

г) інструменти для такелажних робіт :

- ковзани для переміщення вантажу до місця монтажу.

Для виконання робіт по монтажу повітроводів використовується електричний інструмент німецької фірми DeWalt [19] з такими характеристиками:

Таблиця 3.4 Характеристика електроінструменту.

Електродрель ударна DeWalt D21810KS:
Споживча потужність – 770 Вт; Вихідна потужність – 425 Вт; Число обертів – 0-110/0-2700 об/хв.; Кількість ударів за хвилину – 0-18700/0-45900 уд/хв.; Максимальний діаметр свердління – 20 мм; Вага – 2,3 кг.
Перфоратор DeWalt SDS-Max:
Споживча потужність – 1500 Вт; Вихідна потужність – 980 Вт; Число обертів під навантаженням – 125-250 об/хв.; Кількість ударів за хвилину – 1150-2300 уд/хв.; Енергія удару – 3-18 Дж; Максимальний діаметр свердління – 80 мм; Вага – 9,5 кг.

Продовження таблиці 3.4

Відбійний молоток DeWalt D25980:
Споживча потужність – 2000 Вт;
Вихідна потужність – 985 Вт;
Рівень вібрації – 6,6 м/с ² ;
Кількість ударів за хвилину – 870 уд/хв.;
Енергія удару – 68 Дж;
Вага – 31 кг.

3.6 Отримання об'єкту під монтажні роботи

Перед початком монтажних робіт об'єкт приймають по акту під монтаж.

До часу прийняття об'єкту під монтаж виконати наступні роботи : [8,304с]

- отвори в стінах, перегородках, перекриттях для прокладання повітроводів та припливних шахт. При чому об'єкт повинен відповідати проекту по габаритам, прив'язкам до основних конструктивних елементів споруди;

- отвори з закладними деталями для встановлення решіток, клапанів;

- штукатурка стін і стелі в місцях прокладання повітроводів;

- закладні елементи, які використовуються як основа для кріплення підвісок;

- майданчики під вентиляційне та холодильне обладнання.

До моменту монтажу вентиляційної системи забезпечити:

- достатнє освітлення приміщення;

- приміщення для майстра;

- приміщення для складів, майданчики для зберігання заготовок, типових деталей, матеріалів і обладнання в зоні дії транспортних засобів;

- забезпечення електроенергією, водою;

- пожежоно-сторожова охорона;

- можливість використання приоб'єктного транспорту для переміщення та підйому вентиляційних заготовок та обладнання;

- очищення місць виконання від будівельного сміття.

Акт про готовність об'єкту підписує представник генпідрядника і монтажної організації.

Після прийняття, на об'єкті, у відповідності до проекту виконання робіт і безпосередньо перед самим монтажем встановити:

а) монтажні пристосування та механізми;

Поставити на об'єкт:

б) допоміжні матеріали;

в) заготовки вентиляційних систем у комплекті з прокладочними і закріплюючими деталями (прокладки, болти з гайками, хомути, підвіски, кронштейни і т.д.);

г) вентиляційне обладнання у комплекті з віброізоляційними основами, електродвигунами, кронштейнами, анкерними болтами та іншими конструктивними елементами.

3.7 Вибір і обґрунтування методів виконання робіт, типів машин, механізмів, пристосувань та конструкцій кріплень.

До монтажу повітропроводів із сталі висувають наступні вимоги : [1]

- внутрішні поверхні повітропроводів повинні бути гладкі;
- роз'ємні з'єднання повітропроводів повинні бути розміщені в доступних місцях;
- вертикальні повітропроводи не повинні відхилятися від вертикалі більше ніж 2 мм на 1 м довжини повітропроводу;[1]
- болти у фланцевих з'єднаннях повинні бути затягнуті до відмови, усі гайки болтів розташовувати з однієї сторони фланця.

При встановленні болтів вертикально гайки розташовувати в нижній частині з'єднання;

- вільно підвішені повітропроводи повинні бути розчалені шляхом встановлення подвійних підвісок через кожні дві одинарні підвіски, при довжині підвіски до 1.5 м , через кожну одинарну підвіску при її довжині не більше 1.5 м [1].

До початку монтажу необхідно[8,306с] :

- а) на аксонометричній схемі чи монтажному кресленні вентиляційної схеми зробити розбивку на вузли у відповідності з місцевими умовами монтажу;
- б) визначити послідовність монтажу вузлів;
- в) прив'язати до будівельних конструкцій на плані місце розташування і кронштейнів.

3.8 Вибір і обґрунтування методів виконання робіт, типів машин, механічних пристосувань і конструкцій.

3.8.1 Вимоги до монтажу

Осі повітроводів повинні бути паралельними площинам будівельних конструкцій.

При проходженні повітроводів через будівельні конструкції фланцеві або інші роз'ємні з'єднання повітроводів не можна монтувати в огорожуючій конструкції та розташовувати на відстані менше 100 мм від їх поверхні.

До всмоктуючого та нагнітального патрубку вентилятора повітроводи необхідно приєднувати за допомогою гнучких вставок довжиною не менше 150 мм. [3]

Відгалуження від ствола повітроводу можуть виконуватись за допомогою прямих трійників та хрестовин різних перерізів.

Відгалуження за допомогою прямого трійника можуть мати горизонтальне, вертикальне, наклонне розташування трійника.

Відгалуження за допомогою хрестовин можуть бути з двома опусками, з двома відгалуженнями, з двома відгалуженнями і прямими ділянками [3].

3.8.2 Монтаж повітроводів [8,314с]

Перед початком монтажних робіт повітроводи систем вентиляції поділити на укрупнені вузли залежно від способу монтажу, ваги деталей, вантажопідйомності механізмів і місцевих умов, і встановити послідовність монтажу цих вузлів. Розмістити в місця встановлення кріплень і перевірити наявність закладних деталей, що передбачені проектом.

Прямі ділянки повітроводів, фасонні елементи, мережне обладнання з'єднати фланцевим, безфланцевим, хомутовим чи розтрубним з'єднанням.

Одним з найрозповсюдженіших з'єднань є фланцеве. Саме воно використано у даному проекті. На елементах повітроводів передбачені фланці із стрічкової або кутникової сталі. Для зручності збирання фланцевих з'єдань отвори під болти виконати не круглими, а овальними. З'єднуючи металеві фланці, між ними прокласти ущільнюючий матеріал, після чого їх стягнути болтами.

Кріплення горизонтальних металевих повітроводів на фланцевих з'єднаннях передбачити на відстані до 6 м. Кріплення вертикальних повітроводів розташувати з частотою до 4 м. Глибина заробляння кронштейнів в стіни 250...510 мм. Відстань між горизонтальним повітроводом і стіною прийняти 50 мм. [3]

3.8.3 Монтаж каналних вентиляторів .

Канальні вентилятори встановити безпосередньо в повітроводах.

Встановлюючи осьовий вентилятор у повітровід його слід прикріпити до кронштейна або підвісити до перекриття, а фланці кожуха з'єднати болтами з фланцями повітроводу. В повітроводі з боку електродвигуна встановити лючок для приєднання електроживлення і для профілактичного обслуговування.

Монтувати осьові вентилятори слід в наступній послідовності: встановити і вивірити кронштейни, раму чи підвіски для закріплення вентилятора, встановити його в проектне положення і закріпити опорні болти, перевірити відстань між циліндричним корпусом і лопатками робочого колеса (зазор повинен бути рівномірним і не перевищувати 1 % від діаметра робочого колеса, приєднати повітроводи, проводи живлення, перевірити правильність напрямку обертання робочого колеса. [3]

3.8.4 Монтаж припливно-витяжної установки

Припливно витяжна установка MAXI 2000 розроблена для горизонтального монтажу за підвісною стелею. Агрегати MAXI 2000 поставляються укомплектованими припливними та витяжними вентиляторами, припливними та витяжними фільтрами, пластинчатим теплообмінником, додатковим повітрянагрівачем. В комплект входить система автоматики з необхідними датчиками та захистом і виносним пультом. Додатково поставляються повітряні клапани з приводом, хомути і привод з 2-х ходовим клапаном, віброізолюючі опори, кронштейни для підвісного монтажу. Також агрегат можливо укомплектувати секцією водяного охолоджувача, яка встановлюється на повітропроводі, після агрегату MAXI 2000, її холодопродуктивність регулюється автоматикою агрегату. Для зручності транспортування та зберігання агрегат MAXI 2000 поставляється 2-мя секціями, бойпас -3-я секція.

Монтувати установку необхідно у наступній послідовності:

Розмітити та встановити дюбелі латунні розжимні в монолітній плиті, з'єднати секції між собою, підняти агрегат та попередньо закріпити на шпильках. Під'єднати повітроводи припливного та витяжного повітря за допомогою гнучких вставок та комплекту переходів до повітропроводів. Вивірити та остаточно закріпити агрегат на шпильках. Під'єднати до теплообмінника подаючий та зворотній трубопроводи подачі гарячої води, встановити повітровипускний клапан зовні агрегату, встановити накладний датчик температури. Під'єднати патрубок для відводу конденсату до відповідної мережі. Провести пуско-налагоджувальні випробування.

3.8.5 Монтаж вентиляційних решіток

До початку монтажу решіток повинні бути виконані наступні роботи: [3] змонтовані магістральні повітропроводи, відгалуження від них з встановленням патрубків і переходів.

При монтажі повітророзподільників безпосередньо в повітроводах їх закріпити у спеціально зроблених отворах за допомогою репильних рамок на саморізи [8,336с].

3.8.6 Засоби для кріплення повітродів.

Хомути для кріплення повітродів виготовити із стрічкової сталі 25х2 і 30х3 мм. Тяги для підвішування повітродів виготовити діаметром 10 і 12 мм з метричною різьбою на обох кінцях. Довжина тяг не лімітується. Щоб змінювати довжини підвісок і тяг в невеликих межах, використовувати регульовані підвіски – талрепи. Талреп складається з короткої тяги, що вільно обертається в корпусі, і регульованої тяги, яка вкручується в гайку корпусу під час його обертання. Для регулювання довжини підвіски можливо використати тяги з перфорованої металеві стрічки.

Для кріплення повітродів використати також кронштейни, які необхідно прикріпити дюбелями до стін. [3]

3.8.7 Загальні вимоги з техніки безпеки

При виконанні робіт необхідно виконувати норми і правила “Техника безопасности в строительстве“ , а також “Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов», які поширюються на крани всіх типів, ручні та електричні талі, лебідки для підняття людей, змінні і вантажозахватні пристосування –стропи, траверси.

3.8.8 Заходи по охороні праці на будівельному майданчику

Вступний інструктаж робітників проводить інженер по техніці безпеки, а на ділянках — старший виконавець робіт ділянки. Інструктаж на робочому місці по конкретних питаннях техніки безпеки проводиться при кожному переході на інший об'єкт, при зміні умов праці старшим виконавцем робіт, виконавцем робіт чи майстром. Якщо робітник включений у комплексну бригаду, то він повинен бути навчений безпечним прийомам по усіх видах робіт, виконуваних бригадою.

Проведення інструктажу на робочому місці повинне бути оформлено записом у журналі реєстрації виробничого інструктажу з техніки безпеки. Повторний інструктаж повинні робити не рідше одного разу в три місяці.

До верхолазних робіт допускаються робітники не молодше 18 і не старше 60 років. Верхолазними вважаються роботи, виконувані на висоті більш 5 м від поверхні землі, чи перекриття настилу.

Проїзди, проходи і робочі місця не слід захаращувати.

На будівельному майданчику повинні бути санітарно-побутові приміщення і пристрої: гардеробні, умивальні, душові, убиральні, приміщення для сушіння, пункти харчування, медпункти та ін. На кожному об'єкті необхідно мати аптечки з медикаментами й інші засоби для надання першої допомоги потерпілим.

3.9. Підготовка об'єкту під монтажні роботи

Монтаж трубопроводів і обладнання при жорсткому дотриманні технічних умов і правил на виконання робіт виконувати при старанному контролі якості поступаючих на монтаж труб, деталей і вузлів трубопроводу, арматури і інших матеріалів, а також при належному оформленні документів, які свідчать про правильне виконання робіт на кожному етапі.

До початку монтажу повинні бути закінчені загальнобудівельні роботи, а також встановленні конструкції і обладнання (у випадку, коли їх монтаж не ведеться разом з обв'язочними трубопроводами), проходи і проїзди звільнені від будівельного сміття і сторонніх предметів, щоб забезпечити вільний і безпечний доступ до робочих місць. Перед тим, як приступити до монтажу трубопроводів, необхідно ознайомитися з місцями їх прокладання.

Отже, до часу приймання об'єкту під монтажні роботи повинні бути виконанні підготовчі роботи, які фіксуються актом:

Отвори в стінах, перегородках і перекриттях для прокладання трубопроводу, ніші під віконними прорізами для встановлення радіаторів.

Монтажні отвори для вертикального і горизонтального такелажного об'єднання, а також монтажні отвори в стінах і перекриттях, забезпечуючи використання механізмів та пристосувань.

Отвори з закладними деталями.

Оштукатурення стін і стель в місцях прокладання трубопроводів і встановлення радіаторів.

Проведено лінії енергоживлення для можливості проведення монтажних робіт.

Змонтовані міжповерхові перекриття, сходинокві марші.

Підготовленні монтажні проходи для переміщення крупногабаритного обладнання, що монтується.

Нанесені на стінах фарбою відмітки “чистої підлоги”.

Встановленні віконні коробки та підвіконні доски.

Підготовлені основи під розширювальні баки, вентиляційні камери, а також влаштовані фундаменти під котли, насоси, вентилятори.

Забезпечена освітленість робочих місць, доступ до них робітників і можливість доставки матеріалів, виробів.

Підготовлені підмостки та риштування на висоті.

Заскленні віконні поризи та утеплені приміщення при виконанні робіт в осінньо – зимовий період.

3.10. Визначення складу і об'ємів робіт системи тепло холодопостачання

3.10.1 Склад робіт

1. Забезпечення об'єкту монтажним і опалювальним обладнанням.

Після приймання під монтаж на об'єкт у відповідності до проекту виконання робіт доставляють:

- Монтажні пристосування і механізми
- Допоміжні матеріали

- Заготовки опалювальних систем в комплекті з прокладочними і закріплюючими деталями (прокладки, болти, кронштейни, хомути, траверси) у відповідності з графіком доставки системи на об'єкт з заводу виробника.

-

3.10.2 Монтаж трубопроводів і фанкойлів.

Послідовність робочих операцій при монтажі цих елементів системи тепло холодопостачання виглядає таким чином:

- Розмітка місць встановлення кронштейнів під магістралі, опалювальні пристрої та інші вузли нульового циклу.
- Нанесення вузлів та деталей трубопроводів, укладання їх на кронштейни.
- Зварювання стиків трубопроводів.
- Кріплення магістралей до кронштейнів хомутами.
- З'єднання вставок з блоками опалювальних приладів на різьби і зварювання з встановленням в необхідних місцях гільз.
- Кріплення стояків до стіни при висоті приміщення 2,8 м.
- Встановлення вузлів приєднання стояків до магістралі з врізкою в магістраль.

3.10.3 Випробовування трубопроводів

Склад робіт

зовнішній огляд трубопроводу

установка заглушок і манометра

приєднання водопроводу і гідравлічного пресу

наповнення окремих частин системи водою до заданого тиску

огляд трубопроводу з відміткою дефектних місць

спуск води з трубопроводу і усунення дефектів

повторне наповнення системи до заданого тиску

огляд і перевірка системи, зниження тиску і усунення дефектів

здача системи

спуск води з системи

знаття заглушок, манометра і від'єднання преса

Види робіт

перше робоче випробування окремих частин системи

робоча перевірка системи в цілому

кінцева перевірка системи при здачі

монтаж вузла обліку тепла

Склад робіт

доставка вузлів системи на місце монтажу

розташування вузлів в порядку їх збирання

влаштування кріплення

монтаж вузла обліку

вивірка по виску і рівню.

3.11.Визначення об'ємів робіт

Визначення об'ємів робіт зведено в таблицю 3.5

Таблиця 3.5 – Визначення об'ємів робіт

№ п/п	Найменування роботи	Одиниці виміру	Об'єм робіт	Кількість
1	2	3	4	5
1	Розмітка місць прокладання трубопроводів системи тепло холодопостачання	100	6,67	-
2	Прокладання трубопроводів сталевих із зварюванням стиків	100 м	0,78	-
3	Прокладання трубопроводів поліетиленових із зварюванням	100 м	5,89	-
4	Прокладання захисної туби «пешель»	100 м	5,34	-
5	Монтаж кранів повітряних	компл.	-	45
6	Тепловідбиваюча ізоляція	10м ²	-	2,81
7	Монтаж радіаторних терморегуляторів	компл.	-	45
8	Монтаж фанкойлів	100 кВт	-	0,68328
9	Гідравлічне випробування трубопроводів	100м	0,395	-
10	Монтаж вузла обліку тепла	шт	-	1
11	Перше робоче випробування	100 м	6,67	-
12	Робоча перевірка системи в цілому	100 м	6,67	-
13	Кінцева перевірка системи при здачі	100м	6,67	-

Таблиця 3.6 - Витрата основних матеріалів

№ п/п	Найменування	Тип, марка	Од. вим.	Кількість
1	Труби пластикові багат шарові Ø25x3,5 мм	«ЕКОПЛАСТИК», STABI PN20)	п.м.	296,0
2	Труби пластикові багат шарові Ø32x4,4 мм	«ЕКОПЛАСТИК», STABI PN20)	п.м.	233,0
3	Труби пластикові багат шарові Ø40x5,5 мм	«ЕКОПЛАСТИК», STABI PN20)	п.м.	60,0
4	Труби пластиковы гофровані Ø25 мм	пешель	п.м.	264,0
5	Труби пластиковы гофровані Ø32 мм	пешель	п.м.	201,0
6	Труби пластиковы гофровані Ø40 мм	пешель	п.м.	60,0
7	Труби сталеві водогазопровідні Ø15 мм	ГОСТ 32	м	1,5
8	Труби сталеві водогазопровідні Ø25 мм	ГОСТ 32	м	25,0
9	Труби сталеві водогазопровідні Ø32 мм	ГОСТ 32	м	10,0
10	Труби сталеві водогазопровідні Ø40 мм	ГОСТ 32	м	3,0
11	Фанкойли підлогові типу MFF4-150	MITSUSHITO	шт	4
12	MFF4-250	- « -	шт	1
13	MFF4-300	- « -	шт	1
14	MFF4-450	- « -	шт	3
15	MFF4-150	- « -	шт	2
16	Крани кульві, Ø15 мм t=130°C		шт	45
17	Крани кульві, Ø25 мм t=130°C		шт	4
18	Крани кульві, Ø32 мм t=130°C		шт	4
19	Радіаторні терморегулятори	RTD-N	шт	45
20	Муфта, Ø25 мм		шт	82
21	Муфта, Ø32 мм		шт	37
22	Муфта, Ø40 мм		шт	49
23	Перехід діаметру прямий, Ø25x20 мм		шт	11
24	Перехід діаметру прямий, Ø32x25 мм		шт	9
25	Перехід діаметру прямий, Ø40x32 мм		шт	10
26	Трійник прямий, Ø25 мм		шт	68
27	Трійник прямий, Ø32 мм		шт	39
28	Трійник прямий, Ø25 мм		шт	40
29	Кутник прямий, Ø25 мм		шт	23
30	Кутник прямий, Ø32 мм		шт	19
31	Кутник прямий, Ø40 мм		шт	20

3.12 Вибір і обґрунтування методів виконання робіт, типів машин, механізмів, пристосувань, конструкції кріплень.

3.12.1 Монтаж опалювальних приладів

Опалювальні прилади встановлювати тільки при наявності оштукатурених ніш або інших місць установки приладів, а також при наявності чистої підлоги або її відмітки. Висота підвіконної ніші для опалювального

приладу повинна бути більше висоти приладу на 0,15 м, а на глухій стіні – на 0,25 м. Ширина ніші повинна бути більше ширини опалювального приладу на 0,4 м при підводці труб по прямій лінії. Глибина ніші для цегляних стін 0,13 м.

Опалювальні прилади встановлюють на відстані не менше 60 мм від підлоги, 50 мм від нижньої поверхні підвіконної дошки і 25 мм від поверхні штукатурки стіни.

Послідовність монтажу фанкойлів

1. Розмітка місць прокладки трубопроводів
2. Розмітка місць установки фанкойлів
3. Установка фанкойлів
4. Прокладка трубопроводів тепло холодопостачання
5. Зварювання стиків

Основною умовою, що забезпечує правильну установку опалювальних приладів, а звідси і якісний монтаж всієї системи тепло холодопостачання є правильна установка фанкойлів.

В свою чергу, установка фанкойлів залежить від якості розмітки отворів, яку рекомендується виконувати за допомогою спеціальних шаблонів. Існує декілька конструкцій шаблонів, що дозволяють точно розмітити отвори під дюбелі.

Найпростішим пристосуванням є шаблон з просвердленими в ньому отворами. Такий шаблон прикласти верхнім ребром до низу підвіконної дошки, після чого і виконати відповідну розмітку.

3.13. Монтаж магістральних трубопроводів

В даному дипломному проекті підвідний і зворотній трубопроводи прокладаються в конструкції підлоги, в захисній гофрованій трубі. При прокладанні магістральних трубопроводів необхідно дотримуватися прямолінійності та заданих ухилів. Для водяних систем тепло холодопостачання мінімальний ухил приймається рівним 0,002. Ухили трубопроводів слід спрямувати у сторону повітровипускаючих пристроїв. На прямолінійних ділянках

не повинно бути ніяких зламів, загинів або кривизни, що не передбачені проектами.

Відгалуження від магістральних трубопроводів виконувати під прямим кутом. Магістральні трубопроводи діаметром до 50 мм монтуються за допомогою зварки або різьбового з'єднання, а більше 50 мм – тільки за допомогою зварки.

Для зручності виконання зварювальних і теплоізоляційних робіт трубопроводи прокласти на доступній відстані від будівельних конструкцій і між собою. На відгалуженнях від магістралі, після пробкових кранів встановити згони із приварених до них патрубками і з пробками для випуску повітря та зливу води із відгалуження.

Магістральні трубопроводи при проході через будівельні конструкції розташувати в гільзах для можливості вільного переміщення труб при зміні температури води. З'єднання труб у товщі стін і будівельних конструкцій не допускати.

Монтаж магістральних трубопроводів виконувати в такій технологічній послідовності:

1. Розмітка вісей магістралей та установка підвісок і кронштейнів.
2. Розкладка труб, вузлів і заготовок по наміченим вісям.
3. Збірка магістралей і приєднання до них монтажних вузлів, повітрозбірників.
4. Вивірка та установка заданих ухилів.
5. Закріплення магістралей.

3.14. Монтаж підводок

Привезені із заготівельних підприємств трубопроводи та вузли санітарно – технічних пристроїв бувають забрудненими, особливо часто відмічається засмічення всередині труб. А тому прямі труби перед початком монтажу необхідно проглядати на просвіт. Кінці змонтованих труб та вузлів доцільно до закінчення монтажу закривати дерев'яними інвентарними пробками.

Застосовувати з цією метою ганчірки і войлок не допускається. Головний стояк необхідно прокладати строго вертикально і по можливості без будь – яких згинів, закріплюючи його знизу на надійні опори. Стояк виконати із сталевих труб, монтувати зварюванням. До стіни стояки закріпити за допомогою хомутів та кронштейнів, що розташовані через 2-3 м один від одного, при цьому хомути та кронштейни не повинні перешкоджати температурним лінійним видовженням стояка при температурних розширеннях. Прокладка стояків проводиться після установки опалювальних приладів. Так як по стоякам і підводкам транспортується теплоносій з температурою вище 70°C, то вони в місцях перетинання з внутрішніми стінками та перегородками повинні прокладатися в гільзах, що забезпечує вільне переміщення труб при їх лінійному видовженні. Як звичайно гільзи виготовляють із відрізків сталевих труб, покрівельної листової сталі або азбестового картону.

Підвідний трубопровід завжди прокладають справа від зворотнього.

На кожному відгалуженні від магістрального трубопроводу обов'язково передбачають різьбове з'єднання, яке розташовується після крана на підвідній лінії по ходу теплоносія. Підводки до опалювальних приладів повинні мати однаковий уклон від стояків до приладів. Цей уклон приймається рівним 10 мм на всю довжину підводки. При довжині підводки 500 мм уклон може бути зменшений до 5 мм.

Збірку і монтаж стояків та підводок до приладів на різьбі можна поділити на такі технологічні операції:

1. Доставка заготовок.
2. Навіска та вивірка фанкойлів.
3. Підготовка робочого місця.
4. Вкручування згонів в фанкойли.
5. Установка та вивірка вузла підводок з приєднаними до них згонами “насухо”.
6. З'єднання підводок з використанням зварювання;
7. Вивірення та закріплення трубопроводів за допомогою хомутиків.

3.15. Підготовка до монтажу та монтаж

Замовник перед початком монтажу узгоджує з представником розробника методику та послідовність виконання робіт. Створюється комісія з представників замовника і розробника по перевірці готовності котла до пуско-налогоджуваних робіт.

Узгодженню та перевірці комісією підлягають

- Місце встановлення вузла обліку
- Готовність приміщення, в якому буде монтуватись вузол обліку
- Наявність та комплектність всіх основних та допоміжних вузлів
- Підведення вхідних та вихідних патрубків опалювальної теплової системи

тепла

системи

для приєднання їх до відповідних патрубків вузла обліку

- Наявність підйомно – транспортного обладнання та пристосувань для переміщення вузлів .

Монтажники під керівництвом представників розробника ознайомлюються з схемою монтажу, схемами та відповідними вимогами до його виконання.

Вузол обліку встановлюється у пристосованому для цього приміщенні ІТП. Монтаж вузла обліку повинен здійснюватися паралельно з монтажем системи тепло холодопостачання, горячого водопостачання та інших санітарно-технічних систем. Для монтажу використовують ланку слюсарів в складі трьох чоловік, нагляд за встановленням повинен вести майстер чи бригадир. Необхідно влаштувати освітлення робочого місця при установці вузла обліку.

Чітка організація доставки труб та матеріалів до робочих місць здійснює безпосередній вплив на якість монтажу санітарно – технічних систем.

Доставлені на будівельний майданчик будівельні прилади групують згідно заявочних специфікацій. При площі поверхні нагріву більше 4 м² чавунні фанкойли доставляють частинами.

Трубні заготовки комплектуються по поверхах. Напірні і зворотні магістралі зв'язують у пакети, які мають відповідну маркіровку, що не допускає помилок між ділянками. Для тимчасового зберігання на майданчику фанкойлів і труб необхідно відвести місце в радіусі дії баштового крану. Для перевезення фанкойлів використовують спеціальні контейнери.

3.16. Вибір типів машин, механізмів, пристосувань.

Обладнання для системи тепло холодостачання доставляють на місце монтажу вантажним автомобілем ГАЗ-3302 [18].

Для влаштування кріплень трубопроводів та фанкойлів використовують перфоратор DeWalt SDS-Max [19], його технічні характеристики:

Споживча потужність – 1500 Вт;

Вихідна потужність – 980 Вт;

Число обертів під навантаженням – 125-250 об/хв.;

Кількість ударів за хвилину – 1150-2300 уд/хв.;

Енергія удару – 3-18 Дж;

Максимальний діаметр свердління – 80 мм;

Вага – 9,5 кг.

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

Прокладка трубопроводів теплопостачення із поліетиленових труб.

Склад робіт: 1. Розмітка деталей та перерізка труб. 2. Зборка вузлів із окремих деталей та фасонних частин з підготовкою під контактну зварку. 3. Прокладка трубопроводів на зварці із готових вузлів. 4. Установка муфтової арматури. 5. Установка кріплень з пристрілкою пістолетом. Гідравлічне випробування водою питної якості.

Монтаж системи проходить в одну зміну, тобто час $\tau = 8$ годин.

Вимірювач – 100м.п.

1. Доставка деталей на робочий майданчик та їх складування

Вимірник – 1 тонна

Норма часу: НВ Р = 3,1 люд/год [Е1–1–1].

Затрати праці Q = 3,1·(1,9/8) = 0,8 люд-дні.

Склад бригади: 1 водій, 1 слюсар-сантехнік

Тривалість T = 0,8/2 = 0,4 днів

Приймаємо T = 1 день.

Розмітка місць прокладання трубопроводів.

Норма часу на одиницю виміру Н=1,64 люд/год

Тривалість роботи знаходиться за формулою:

$$t = \frac{V \cdot H_{\text{ад}}}{\hat{A} \cdot n} \quad (3.17.1)$$

де Нвр – норма часу на одиницю виміру, люд/год

V- об'єм робіт

B – кількість годин в зміні, люд

n – кількість людей, люд

Тривалість роботи:

$$t = \frac{6,67 \cdot 1,64}{8 \cdot 1} = 1,37$$

Склад бригади: слюсар- сантехнік 6 розряду – 1

Приймаємо: T=1 день

Встановлення дюбелів латунних розжимних

Норма часу на одиницю виміру Н=6,5 люд- год на 100шт.

Склад бригади:

Слюсар сантехнік 4 розряду – 1

Тривалість: $t = \frac{2 \cdot 6,5}{8 \cdot 1} = 1,62$ дня

Приймаємо: T=2 дні

Прокладання поліетиленових трубопроводів Ду до 50 мм зі зварюванням стиків.

$$\text{Тривалість: } t = \frac{6.67 \cdot 2,3}{8 \cdot 2} = 0.95 \text{ дня}$$

Прийнята тривалість T=1 день

Загальна тривалість робіт по монтажу системи тепло холодопостачання :
- 35 днів.

3.18. Визначення потреб у матеріально—технічних ресурсах

3.18.1 Потреби в інструменті

Таблиця 3.7 – Набір інструментів для бригади монтажників системи тепло холодопостачання з чотирьох чоловік

Найменування	марка	Кількість
1	2	3
№1	НКТМ 189В1 –73	2
№2		2
№3		2
Ключ гайковий двухсторонній М12-17-19 мм		2
М16-22-21 мм		2
Плоскогубці комбіновані		2
Молоток слюсарний		2
Зубило слюсарне довжиною 200 мм		2
Стрічка вимірювальна, 20 м		2
Рівень металевий		1
Висок		1
Ящик переносний для інструменту		2
Будівельно – монтажний пістолет ПЦ – 52-1		1

Таблиця 3.8 – Набір інструментів та пристосувань для зварочних робіт

Найменування	Марка	Од. виміру	Кількість
1	2	3	4
Пальник комбінований		шт	1
Різак ацетиленовий	РЗР –50	шт	1
Редуктор ацетиленовий		шт	1
Редуктор кисневий		шт	1
Плоскогубці комбіновані		шт	2
Трансформатор зварювальний	Комitech 2000 N 922	шт	1
Трансформатор зварювальний змінного струму	СТЕ-24У	шт	1
Ключ гайковий розвідний		шт	1
Молдоток слюсарний, 800 г		шт	2
Зубило слюсарне довжиною 200 мм		шт	2
Рашпіль круглий		шт	2
Щітка сталева		шт	1
Ніж мідний		шт	1
Електротримач пружинний	ЕД – 2 (500 А)	шт	1
Щиток для електрозварника		шт	1
Дріт для електродугової зварки, переріз 50 мм ²		м	5,0
Світлофільтр скляний		шт	1
Ящик переносний для інструменту		шт	1

3.18.2 Витрати електроенергії

Витрати електроенергії на роботу електроприладів розраховують за формулою:

$$E = p \cdot \tau \cdot k, \quad (3.8.2.1)$$

де p – потужність приводу чи механізму, кВт.

τ -термін роботи приладу, год

k – коефіцієнт, що враховує періодичність дії електричного обладнання.

- витрати електроенергії на роботу перфоратора.

Приймаємо $k=0,3$, термін роботи $\tau=24$ год. Потужність перфоратора $p=0,35$ кВт. $E_1=0,35 \cdot 24 \cdot 0,3=2,52$ кВт·год

- Витрати електроенергії на роботу трансформатора

$K=0,5$, $\tau=16$ год, $p=9,8$ кВт

$E_3 = 9,8 \cdot 16 \cdot 0,5 = 88,2$ кВт

Загальна витрата електроенергії $E_{\text{загал}} = 2,52 + 88,2 = 90,72$ кВт·год

3.18.3 Витрата допоміжних матеріалів

Таблиця 3.9 – Витрата допоміжних матеріалів на монтаж

№ п/п	Шифр ресурсу	Найменування	Одиниця виміру	Кількість
1	2	3	4	5
1	C111-63	Ацетилен технічний, марка А	т	0,000075
2	C111-254	Вапно хлорне, марка А	т	0,000172
3	C111-324	Кисень технічний газоподібний	м ³	0,1351
4	C111-384	Білило густотерте, цинкове МА-011-1	кг	0,82
5	C111-388	Фарба зелена олійна, мумія, сурик залізний, МА-015	кг	0,007
6	C111-449	Фарба олійна блакитна, бежево-рожева, МА-25	кг	0,85
7	C111-540-1	Скотч алюмінієвий	м	41,0
8	C111-540	Стрічка сталева пакувальна	т	0,0093
9	C111-807	Дріт зварювальний Ø4мм	т	0,000158
10	C111-814	Дріт сталевий Ø6мм	т	0,0134
11	C111-1741	Дріт сталевий різного призначення, Ø2мм	кг	10,4
12	C111-1742	Дріт сталевий різного призначення, Ø8мм	кг	0,7
13	C111-1298-1 ИНБ	Теплоізоляційна ізоляція (пенофол δ=5мм)	м ²	28,1
14	C111-1483	Шурупи заповнювальні з плоскою головкою, Ø6мм	кг	2,62
13	C111-1668	Оліфа натуральна	кг	0,9
14	C111-1800	Сталь листована оцинкована δ=0,8мм	кг	0,354
15	C114-13-У-8-ИНБ	Ізоляція Thermaflex FRZ	м	18
16	C1545-159	Очисляючий засіб	кг	0,8
17	C1630-115	Кронштейни Кр1-РС для фанкойлів сталевих спарених	компл.	26
19	C142-10-2	Вода	м ³	20,4
20	C1113-266	Водний розчин нітрата та карбоната натрію	м ³	0,4

3.19 Монтажне регулювання та здача систем в експлуатацію

Після закінчення монтажу систем тепло холодопостачання та гарячого водопостачання, а також після зупинки й ремонту здійснюється пуск систем в дію. Він включає наступні основні операції: підготовку системи до пуску, гідравлічне випробування, промивання системи, підключення її до систем, установлення циркуляції теплоносія.

Перед пуском необхідно зробити зовнішній огляд системи й установити наступне: відповідність проекту трасування, діаметрів і ухилів, трубопроводів, а також якість фарбування й теплоізоляції трубопроводів; наявність, правильність установки й справність запірно-регулюючих арматур, повітрявидаляючих пристроїв, конденсатовідвідників, грязевиків, елеваторів, обвідних ліній,

підживлювальних насосів, контрольно-вимірювальних приладів і іншого встаткування; відповідність проекту типу й кількості секцій нагрівальних приладів, кріплення їх до трубопроводів. Всі виявлені при огляді несправності заносяться в дефектну відомість і підлягають усуненню.

До пуску системи не можна робити теплоізоляцію труб, оскільки промерзла в холодний час теплоізоляція буде віднімати значну кількість теплоти на своє відігрівання.

Наповнення системи, особливо початкове, досить відповідально, тому що наявність у ній прихованих дефектів може привести до заливання приміщень. Наповнення виконується кваліфікованими слюсарями, розставленими парами на кожний під'їзд або виділену частину будинку. На тепловому пункті (або в системі) повинен перебувати черговий слюсар, що регулює подачу води в систему, а зовні будинку - спостерігач для зв'язку.

Систему можна наповнювати водою під тиском водогінної мережі, а у випадку його недостатності – за допомогою ручного насоса. Наповнення системи треба робити плавно, поступово відкриваючи прохідний перетин впускного вентиля або засувки.

Для контролю за наповненням системи у верхню пробку одного з фанкойлів на кожному поверсі доцільно встановлювати тимчасовий кран. Спостереження за ходом наповнення й за станом системи слюсарі починають із нижніх поверхів. Місця, де виявлені незначні течії в з'єднаннях, позначають крейдою або усувають без припинення наповнення. Великі дефекти варто ліквідувати можливо швидше, для чого необхідно призупинити наповнення й понизити рівень стояння води в системі.

Після заповнення приладів останнього поверху варто зробити контрольний огляд устаткування в нижніх поверхах, тому що в з'єднаннях з ростом гідростатичного тиску може з'явитися теча. У процесі наповнення системи виробляється не менш чим дворазовий випуск повітря через всі повітревідвідні пристрої (повітрозбірники, повітревипускні крани) до витікання з них струменя води.

Гідравлічне випробування системи. Перед початком випробувань систему потрібно прогріти до розрахункової температури води, витримати при цій температурі протягом доби, потім остудити. Це дозволить виявити ті дефекти, які можуть виникнути в з'єднаннях під впливом температурних подовжень.

При наповненні системи водою для гідравлічного випробування варто звернути особливу увагу на видалення повітря із системи, тому що при наявності його тиск при випробуванні буде підніматися повільно й створюється неправильне уявлення про щільність з'єднань.

Для гідравлічного випробування систему тепло холодостачання треба ізолювати від трубопроводів ІТП засувками; всі повітреспускні крани повинні бути перекриті. Схема гідравлічного випробування системи тепло холодостачання наведено на малюнку 1.

Тиск у системі створюється за рахунок фактичного тиску води в міському водопроводі або спеціальному гідропресі. Труба від водопроводу (або гідропреса) приєднується до зворотної лінії системи. При гідравлічних випробуваннях варто застосовувати тільки перевірені манометри із ціною поділки шкали 1 кПа. Величина випробовуваного тиску залежить від виду системи й способу теплопостачання.

Таблиця 3.9 – Величини випробовуваного тиску

	Випробуваний тиск, атм. (МПа)
Водяне тепло холодостачання: від місцевої систем: підключені до теплової мережі з чавунними радіаторами:	Рроб.÷1 ат., але ≥ 3 атм. (0,3) в нижні точці 6 (0,6)
з конвекторами:	10 (1,0)
Панельне тепло холодостачання:	10 (1,0)

Система вважається витримав випробування на щільність, якщо протягом 5хв. знаходження її під іспитовим тиском падіння тиску по манометрі не перевищує 0,02 МПа. При виявленні течі в процесі випробування спорожнити систему й установити дефекти. Ліквідація течі без спуску води шляхом

підкарбування неприпустима, оскільки таким способом теча може бути усунута тільки на короткий час.

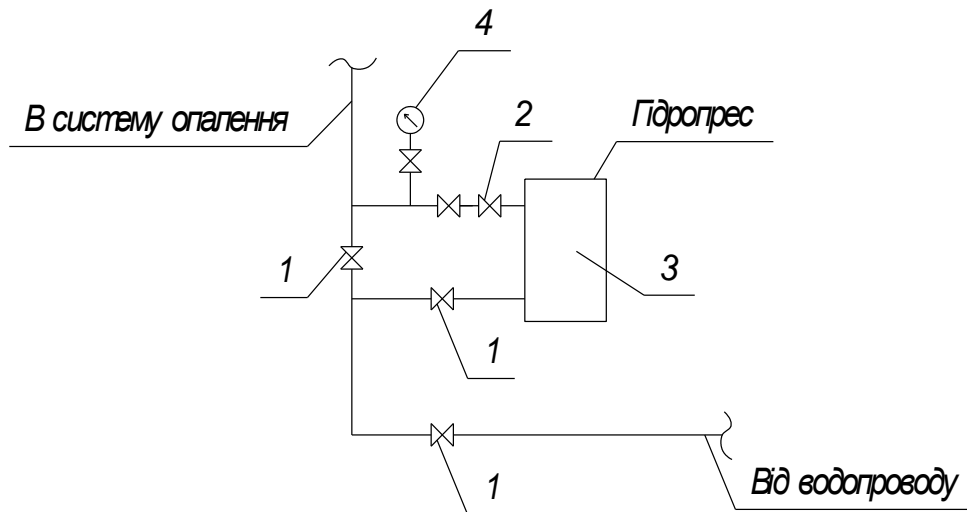


Рисунок 1 – Схема гідралічного випробування системи тепло холодопостачання

1 – вентиль 15кч16п1, 2 – зворотній клапан 16кч9п, 3 – опресувальний апарат СО-2(О-16Б), 4 – контрольний манометр ТТЖ-М.

Промивання систем. Після монтажу, а також улітку систему тепло холодопостачання необхідно промити (для видалення бруду й шлаків) - багаторазово й швидко спустити воду із системи. Для цього в самій нижчій точці системи встановлюємо штуцер великого діаметра (80-100 мм), до якого приєднуємо трубу або шланг із виводом у каналізацію. Більше ефективно застосування води зі стисненим повітрям для створення в системі бурхливого (зі значною швидкістю) руху води (барботаж).

Установлення циркуляції теплоносія. Нормальна циркуляція води досягається при витраті її з тепломережі, що відповідає встановленому ліміту. У системі циркуляція води здійснюється циркуляційними насосами. Включивши один з них, відкриваємо засувку на зворотному колекторі, потім на подаючому.

Після монтажу при пуску системи в експлуатацію поводимо теплове обстеження шляхом зовнішнього огляду. Ціль його — виявлення й досягнення рівномірності прогріву всіх нагрівальних приладів; розрахункових параметрів теплоносія в тепловому центрі; відсутності помітної течі в з'єднаннях; безшумності роботи системи; здатності системи підтримувати в приміщеннях

необхідну t_6 . Всі замічені при огляді недоліки усуваються: при здачі системи в експлуатацію - монтажною організацією.

Здаючи системи тепло холодостачання в експлуатацію подають акт прийняття системи тепло холодостачання в експлуатацію, акт гідравлічного випробування системи, акт приймання прихованих робіт.

3.21 Висновок

В даному проекті розроблено технологію монтажу системи вентиляції та тепло холодостачання громадської будівлі у м.Вінниця. В результаті розробки проекту визначено склад та об'єм робіт, обрано методи виконання робіт, викреслено схеми систем вентиляції та тепло холодостачання, вузли даних системи, визначено трудомісткість монтажних робіт, на основі якої складено графік виконання робіт, загальної тривалості робіт та складу бригад, також виконано техніко-економічні розрахунки.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць будівельно-монтажного персоналу під час монтажу інженерного обладнання

Під час виконання будівельно-монтажних робіт з врахуванням небезпечних та шкідливих виробничих факторів, зазначених у вступі, безпека праці під час монтажу інженерного обладнання будівель і споруд повинна відповідати вимогам Норм, заходам безпеки, зазначеним у проектно-технологічній документації (ПОБ, ПВР тощо), і зокрема необхідно передбачати:

- огорожу будівельного майданчика – висота огорожі не менше 2м;
- організацію руху пішоходів, яка виключає прохід їх через зонубудівництва (ширина проходу не менше 1м);
- огорожу та обладнання необхідними помостами та драбинами робочих місць;
- забезпечення будівельного майданчика аптечками та засобами для наданняпершої медичної допомоги;
- влаштування майданчиків для складування матеріалів – ширина проходу неменше 1 м, ширина проїзду – не менше 3м;
- під час виконання робіт на висоті робочі місця повинні бути обладнанівентиляцією, засобами пожежогасіння;
- додержанням спеціальних заходів безпеки під час травлення і знежиреннятрубопроводів;
- забезпечення водопровідною водою, якість, якої відповідає вимогам нормативних документів; мийні та деззасоби, які використовують дозволені МОЗУ;

Всі будівельні матеріали і вироби, що використовуються при виконанні робіт згідно проекту, повинні мати сертифікати. Також небезпечними факторами є можливість ураження електричним струмом. Характер впливу електричного

струму на організм людини, а відтак і наслідки ураження, залежать від цілої низки чинників, які умовно можна підрозділити на чинники електричного (сила струму, напруга, опір тіла людини, вид та частота струму) та неелектричного характеру (тривалість дії струму, шлях проходження струму через тіло людини, індивідуальні особливості людини, умови навколишнього середовища тощо). Допустимі значення струму наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Допустимі значення струму

Час протікання струму через тіло людини, с	Допустима сила струму, мА	Опір тіла людини, Ом	Напруга на людину, В
0,2	250	700	175
0,5	100	1000	100
0,7	75	1065	80
1	65	1150	75
30	6	3000	18
Понад 30	1	6000	6

Внутрішні або зовнішні електроустановки, які експлуатуються на відкритому повітрі або під навісом, прирівнюються до електроустановок в особливо небезпечних приміщеннях.

4.1.1 Технічні рішення щодо безпечної організації робочих місць

Перед початком роботи на будівельному майданчику, треба перевірити справність устаткування, пристосувань і інструмента, огорож, захисного заземлення, вентиляції. Перевірити правильність складування заготівель і напівфабрикатів.

Монтаж систем опалення та вентиляції необхідно виконувати у відповідності із ДСТУ-Н Б В.2.5-73:2013 та технічними умовами на монтаж обладнання. Передбачено розміщення обладнання з урахуванням створення необхідних проходів при виконанні монтажних та ремонтно-експлуатаційних робіт.

Під час монтажних роботи, необхідно виконувати всі правила використання технологічного устаткування, дотримуватися правил безпечної

експлуатації транспортних засобів, тари та вантажо-підіймальних механізмів, дотримуватися вказівок про безпечне утримання робочого місця.

Під час монтажу трубопроводів і обладнання стикування та з'єднання отворів і перевіряння їх збігу в деталях, що монтуються, необхідно виконувати за допомогою спеціального інструменту (конусних оправок, складальних пробок тощо). Перевіряти збіг отворів у деталях, що монтуються, пальцями рук не допускається. Забороняється перебування людей під обладнанням, що встановлюється, монтажними вузлами обладнання і трубопроводів до їх остаточного закріплення. Монтаж обладнання, трубопроводів і повітропроводів поблизу електричних мереж (у межах відстані, яка дорівнює найбільшій довжині вузла чи ланки трубопроводу, що монтується) виконується при знятій напрузі.

Відповідно ДБН А.3.2-2-2009 п.19.3 під час монтажу обладнання повинні бути вжиті заходи із запобігання самовільному чи випадковому його вмиканню. Під час монтажу обладнання з використанням домкратів необхідно вжиття заходів, що запобігають перекосу чи перекиданню домкратів.

Роботи по монтажу системи опалення відповідно до проекту проводяться використанням електричного інструменту - електродриль Bosch PSB 750, різьбонарізний пристрій Rems Amigo. Перед роботою необхідно провести ретельний огляд інструмента на предмет наявності несправностей. Використовувати інструмент в тому режимі, для якого інструмент призначений. В процесі експлуатації забороняється триматися за електричний шнур, знімати стругають з обертових деталей, передавати інструмент не атестованим особам. Використання електродрилі на драбині або стільці допускається на висоті не більше 2,5 м.

Монтаж обладнання, трубопроводів і повітропроводів поблизу електричних мереж (у межах відстані, яка дорівнює найбільшій довжині вузла чи ланки трубопроводу, що монтується) виконується при знятій напрузі.

Електрозварювальні установки, що працюють при постійному і змінному струмі мають бути забезпечені пристроями автоматичного відключення. Захист робочих полягає в забезпеченні засобами індивідуального захисту: спецвзуттям,

спеодягом, засобами захисту органів дихання, голови, очей.

В цілях безпеки при монтажних робіт, котрі супроводжуються відлітання осколків, стружки, іскри, пилу важливо користуватися запобіжними засобами. Гострі кромки і краї повинні зачищатися. Обрізки металу необхідно складати в ящики. Прибирати з робочого місця дрібні металеві відходи дозволяється тільки щіткою. Ширина смуги металу, очищеної від фарби, повинна бути не менше 200 мм (по 100 мм на сторону).

4.1.2 Електробезпека

Приміщення в яких виконуються монтажні роботи по умовам небезпеки електротравматизму відносяться до категорії приміщень з підвищеною небезпекою так, як роботи виконуються в теплий період року є ймовірність підвищення температури повітря до 28° С і є можливість одночасного контакту працюючих з корпусом електрообладнання та з металоконструкціями, що мають контакт із землею.

Тип електричної мережі, від якої живиться обладнання будівлі підприємства (припливна вентиляційна установка, електродвигуни вентиляторів, світильники робочого та зовнішнього освітлення), – трифазна, чотирипровідна електрична мережа напругою 380 х 220 В (фазна напруга -220 В, а між фазна лінійна – 380 В) з глухозаземленою нейтраллю.

Живлення будівлі здійснюється від двох незалежних джерел. Застосований тип кабелів АВВГ. Кабелі прокладаються на кабельних конструкціях і в електрозварних трубах. Кабельні конструкції являють собою оцинковані, перфоровані сталеві листи, зігнуті за формою швелера, що підвішуються до стіни на кронштейнах.

Технічні рішення щодо запобігання електротравматизму від контакту з нормально струмоведучими елементами обладнання:

1. Ізоляція нормально струмоведучих частин: застосований тип кабелів АВВГ, кабелі прокладаються на кабельних конструкціях і в електрозварних трубах.

2. Забезпечення недоступності неізольованих струмоведучих частин: розташування їх на недоступній висоті та в металевих шафах, прокладання живлення в захисних пластмасових коробах, застосування огорожень.

3. Передбачене використання засобів орієнтації в електроустановці: написи, таблички, попереджувальні знаки, сигналізація, різнобарвна ізоляція провідників окремих елементів електросхем, що попереджає помилкові дії при обслуговуванні й експлуатації електроустановки.

4. Застосування знижених напруг:

- напруга 42 В – для живлення переносного освітлення;

Оскільки вся мережа трифазна, чотирипровідна з глухозаземленою нейтраллю, то для усунення небезпеки ураження людини струмом у випадку її дотикання до неструмоведучих металевих частин електроустановок, які знаходяться під напругою, проектом передбачене використання занулення металевих корпусів електроустановки, каркасів, щитів та шаф. В якості занулених проводів використовуються резервні жили кабелів та вільні жили проводів. При зануленні пробій на корпус призводить до короткого замикання фази (контур «нульовий провідник – фаза – фазний провідник – корпус споживача – нульовий провідник»). Спрацьовує захист від короткого замикання (автомат зі струмовим захистом), і ушкоджений провідник відключається від мережі.

При цьому дотримуються вимоги нормативів щодо занулення, а саме: забезпечуються необхідна кратність струму короткого замикання, а також цілісність нульового провідника і достатня його провідність – за рахунок вибору достатнього перерізу провідника та використання повторних заземлювачів нульового провідника.

Захисному зануленні підлягають металеві частини електроустановок доступні для дотику людиною і не маючи інших видів захисту забезпечуючих електробезпеку.

Занулення слід виконувати електричним з'єднанням металевих частин електроустановок з заземленою точкою джерела живлення електроенергією за допомогою захисного провідника (ГОСТ 12.1.030- 81).

Періодична перевірка контуру заземлення, опір контура заземлення не повинно перевищувати 4 Ом.

4.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії

4.2.1 Мікроклімат

Монтажні роботи відповідно до календарного плану виконуються у теплий період року. Відповідно до санітарних норм [29] допустимі норми відносної вологості, температури, швидкості руху повітря в робочій зоні при виконанні монтажних робіт зводяться в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Нормовані допустимі параметри мікроклімату в робочій зоні з категорією робіт Па.

Період року	Категорія робіт	Допустимі		
		t, °C	W, %	V, м/с
Теплий Холодний	Середньої важкості, Па	18-27	65 при 26°C	0,2-0,4
		17-23	до 75%	не більше 0,3

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату проектом передбачено:

Температура внутрішніх поверхонь будівельних конструкцій робочої зони і зовнішніх поверхонь обладнання при забезпеченні оптимальних параметрів мікроклімату не повинні бути більше ніж на 2°C за діапазон норм.

Якщо температура поверхонь вище або нижче оптимальної температури повітря, то робочі місця повинні бути віддалені від них.

Для забезпечення нормованих значень руху кисню проектом передбачається

вигляду та припливна вентиляційні системи.

4.2.2 Склад повітря робочої зони

Під час виконання монтажних робіт виділяється нетоксичний пил. За величиною ГДК_{рз} (гранично допустима концентрація в робочій зоні) в повітрі робочої зони при виконанні монтажних робіт може утворюватись нетоксичний пил, який відноситься до 4 класу небезпеки (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони в кабіні проектувальника установки

Назва речовини	ГДК, мг/м ³		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньо добова	
Пил	0,5	0,15	4

Для забезпечення параметрів мікроклімату та складу повітря робочої зони передбачено періодичне провітрювання приміщень та використання засобів індивідуального захисту.

4.2.3 Виробниче освітлення

Раціональне освітлення – один з основних факторів створення сприятливих робочих умов праці. Для умов, що розглядаються в проєкті: об'єкт розрізнення становить від 0,5 до 1,0 мм (поділки на шкалі манометра тощо), тому розряд зорової роботи IV. Контраст об'єкта з фоном середній, характеристика фону – середній (бетонна підлога, оштукатурені стіни) підрозряд "г". Нормовані значення освітленості приймаються за ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення» і наведено в таблиці 4.3.

Природне освітлення одностороннє і здійснюється через вікна, які орієнтовані на схід. Виробниче освітлення - джерела світла прийняті світлодіодні лампи ЛПО-02. Ступінь захисту світильників приймається з урахуванням середовища приміщення. Висота підвісу світильників над робочою поверхнею 2,5метра.

Таблиця 4.3- Нормовані значення освітленості

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта бачення, мм	Розряд зорової роботи	Під розряд зорової роботи	Штучне освітлення			Природне освітлення	Сумісне освітлення
				Освітленість, лк				
				комбіноване		Загальне		
				всього	у т.ч. від заг.			
Середньої точності	0,5-1	IV	г	500	200	200	4	2,4

Для забезпечення параметрів освітлення робочої зони передбачені такі рішення:

- штучне освітлення має здійснюватися системою загального рівномірного освітлення, а в разі необхідності і комбінованого (сумарного загального і місцевого) освітлення;
- віконні прорізи обладнують регульованими пристроями (жалюзі, завіски, зовнішні козирки);
- система загального освітлення має становити суцільні або переривчасті лінії світильників, розташовані з боку робочих місць (переважно ліворуч), паралельно лінії зору працюючих.
- при експлуатації здійснюється контроль за рівнем напруги освітлювальної мережі, своєчасна заміна перегорілих ламп, забезпечується чистота повітря у приміщенні.

4.2.4 Виробничий шум

Рівень звуку вимірюється в децибелах і визначається по формулі:

$$L = 20 \cdot \lg \left(\frac{P}{P_0} \right) = 20 \cdot \lg \left(\frac{U}{U_0} \right),$$

де L - рівень шуму, дБ;

P - звуковий тиск, Па;

U₀ –коливальна швидкість, 5·10⁻⁸ м/с;

P₀ - нульове значення звукового тиску на нижньому порозі чутності в октавній смузі зі середньо геометричною частотою 1000 Гц, умовно прийняте рівним 2·10⁻⁵ Па. Для відносної логарифмічної шкали в якості нульових рівнів

обрані показники, що характеризують мінімальний поріг сприйняття звуку людським вухом на частоті 1000 Гц. Нормативним документом, який регламентує рівні шуму для різних категорій робочих місць службових приміщень, є «ССБТ. Шум Загальні вимоги безпеки».

Таблиця 4.4 – Рівень звукового тиску

Робоче місце	Рівні звукового тиску в октавних смугах з середньо геометричними частотами, Гц									Рівні звукового тиску, ДБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
На пост. Роб.місцях	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Джерелами шуму в умовах, що розглядаються в проєкті є електродріль «BoschPSB 750Ю, перфоратори, зварювальний апарат. Засоби боротьби із шумом в залежності від числа осіб, для яких вони призначені, поділяються на засоби індивідуального захисту і на засоби колективного захисту - «ССБТ. Засоби індивідуального захисту органів слуху. Загальні технічні умови і методи випробувань» і «Засоби і методи захисту від шуму. Класифікація».

Для зниження шуму в приміщенні, необхідно:

безпосередньо біля джерелшуму використовувати

звукопоглинаючі матеріали для покриття стелі, стін, застосовувати підвісні звукопоглиначі.

для боротьби з вентиляційним шумом потрібно застосовувати мало шумові вентилятори.

організувати перерви в роботі (15 хвилин), після кожної години роботи з пристроями що є джерелом шуму

раціональне розташування виробничих ділянок, устаткування та робочих місць,

використовувати засоби захисту (навушники, що забезпечують зниження рівнів звукового тиску).

4.2.5 Виробничі вібрації

Джерелами шуму в умовах, що розглядаються в роботі, є

Електродріль ударний DeWalt D21810KS

Перфоратор DeWalt SDS-Max:

Відбійний молоток DeWalt D25980:

Очікувані рівні звукового тиску і рівень звуку відповідно до шумових характеристик цих джерел (ШХ) дорівнюють: 93-114 дБ, що може призвести до порушень слуху. У безпосередній близькості від джерела шуму рівень звукового тиску падає на 6 дБ з кожним подвоєнням відстані.

Систематичний вплив вібрації призводить до різноманітних порушень здоров'я і може стати причиною погіршення здоров'я. Вона впливає на нервову систему, серце, вестибулярний апарат, може порушити обмін речовин, сон людини т.д. Загальна вібрація на виробничій ділянці по джерелу виникнення відноситься до категорії третього типу «а» - технологічна, критерій оцінки – межа зниження продуктивності праці. Ця вібрація діє на операторів стаціонарних машин і обладнання або передається на робочі місця, де немає джерела вібрації. Допустимі рівні вібрації на постійних робочих місцях наведені в табл. 4.5.

Таблиця 4.5 – Допустимі рівні вібрації на постійних робочих місцях

Вид вібрації	Октавні полоси з середньгеометричними частотами, Гц									
	2	4	8	16	31,5	63	125	250	500	1000
Загальна вібрація	<u>1,3</u> 108	<u>0,45</u> 99	<u>0,22</u> 93	<u>0,2</u> 92	<u>0,2</u> 92	<u>0,2</u> 92	-	-	-	-
Локальна вібрація	-	-	<u>2,8</u> 115	<u>1,4</u> 109	<u>1,4</u> 109	<u>1,4</u> 109	<u>1,4</u> 109	<u>1,4</u> 109	<u>1,4</u> 109	<u>1,4</u> 109

В чисельнику – середньоквадратичне значення вібрації, м/с²·10⁻², в знаменнику – логарифмічні рівні вібрації, дБ.

Для зменшення дії віброакустичних коливань на працюючих, вживають такі методи та заходи:

- технічні - зниження вібрації в джерелі її виникнення, зниження діючої вібрації на шляху розповсюдження від джерела виникнення (вібропоглинання, віброгасіння, віброізоляція);
- організаційно-технічні (своєчасний ремонт та обслуговування обладнання за технологічним регламентом, контроль допустимих рівнів вібрації).

4.2.6 Психофізіологічні фактори

Оцінка умов праці за психофізіологічними факторами проводиться відповідно з Гігієнічною класифікацією праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу, затвердженої Наказом Міністерства охорони здоров'я № 528 від 27 грудня 2001 року.

Фізичні навантаження.

Робоча поза: Вільна зручна поза, можливість зміни пози (сидячи, стоячи) за бажанням працівника. Знаходження в позі стоячи до 40% часу зміни.

Сумарна маса вантажів, що переміщуються протягом кожної години зміни: з робочої поверхні (чоловіки): до 250.

Нахили корпусу (вимушені, більше 30), кількість за зміну: до 50.
Переміщення у просторі (переходи, обумовлені технологічним процесом протягом зміни), км

По горизонталі: до 4

Інтелектуальні навантаження:

Відсутня необхідність прийняття рішення.

Зміст роботи: Сприймання сигналів, але без потреби в корекції дій, Обробка та виконання завдання, Робота за індивідуальним планом

Сенсорні навантаження:

Тривалість зосередженого спостереження (в % від часу зміни) до 25.

Щільність сигналів (світлових, звукових) та повідомлень в середньому за годину роботи до 75.

Кількість виробничих об'єктів одночасного спостереження до 5.

Навантаження на зоровий аналізатор (Спостереження за екранами відеотерміналів (годин на зміну) до 2.

Навантаження на слуховий аналізатор (при виробничій необхідності сприйняття мови чи диференційованих сигналів) Розбірливість слів та сигналів від 100% до 90%. Навантаження на голосовий апарат (сумарна кількість годин, що наговорюються протягом тижня) до 16.

Емоційне навантаження:

Ступінь відповідальності за результат своєї діяльності. Значущість помилки – Несе відповідальність за виконання окремих елементів завдання. Вимагає додаткових зусиль в роботі з боку працівника.

Ступінь ризику для власного життя – Виключений.

Ступінь відповідальності за безпеку інших осіб - Виключений.

Монотонність навантажень:

Кількість елементів (прийомів), необхідних для реалізації простого завдання або в операціях, які повторюються багаторазово більше 10.

Тривалість виконання простих виробничих завдань чи операцій, що повторюються (с.) більше 100.

Монотонність виробничої обстановки (час пасивного спостереження за технологічним процесом в % від часу зміни) менше 75.

Режим праці:

Фактична тривалість робочого дня (год.) 6–7.

Змінність роботи Однозмінна робота (без нічної зміни)

Наявність регламентованих перерв та їх тривалість Перерви регламентовані, достатньої тривалості 7% і більше часу зміни.

Для забезпечення допустимих параметрів шуму (поліпшення шумового клімату) рекомендується використовувати засоби індивідуального захисту під час роботи з даними інструментами – навушники.

4.6 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Захисні споруди цивільної оборони призначаються для захисту в мирний час персоналу, який переховується від наслідків аварій, катастроф та стихійного лиха, які загрожують масовому ураженню людей, а також у воєнний час - від сучасної зброї масового ураження [20]. В мирний час захисні споруди використовуються для господарчих потреб.

Сховища слід розміщувати у підвальних та цокольних поверхах будинків та споруд, відповідно в будівлі громадського призначення передбачається приміщення сховища в підвальному поверсі.

Місткість сховища розраховується на повну чисельність розрахункового складу за планом використання будівлі.

У сховищах слід передбачати основні та допоміжні приміщення. До основних відносяться приміщення для населення, яке переховується, пункти керування, медпункти.

До допоміжних відносяться фільтровентиляційні приміщення (ФВП), санітарні вузли, захищені дизельні електростанції (ДЕС), електрощитова, приміщення для зберігання продовольства, станція перекачки, балонна, тамбур-шлюз, тамбури.

Фільтровентиляційне обладнання слід розміщувати у фільтровентиляційних приміщеннях (ФВП), розташованих біля зовнішніх стін. Розміри ФВП необхідно визначати в залежності від габаритів обладнання і площі, необхідної для його обслуговування. Протипилові фільтри у системах вентиляції електроручними вентиляторами повинні мати захисний екран, який виключає можливість прямого опромінювання обслуговуючого персоналу.

Систему вентиляції укриття проектуємо на два режими: чистої вентиляції (режим I) та фільтровентиляції (режим II) [20].

При режимі чистої вентиляції подача у сховище очищеного від пилу зовнішнього повітря забезпечує необхідний обмін повітря та видалення з приміщень тепловиділень та вологи. При фільтровентиляції зовнішнє повітря,

яке подається у сховище очищається від газоподібних засобів масового ураження, аерозолей та пилу.

Кількість зовнішнього повітря, яке подається у сховище приймаємо:

- при чистій вентиляції (режим I) - 8м³/(люд.год);
- при фільтровентиляції (режим II) - з розрахунку 2 м³/год на одного переховуваного, 5 м²/год на одного працюючого у приміщеннях пункту керування та 10 м³/год на одного працюючого у фільтровентиляційній камері з електроручними вентиляторами.

Розрахункова місткість укриття становить 410 осіб. Таким чином необхідна продуктивність системи вентиляції в режимі II становить:

$$L_{II}=408 \times 2 + 5 + 10 = 831 \text{ м}^3/\text{год}$$

Застосовуємо електроручні вентилятори, які призначені для подачі повітря в приміщення різних споруд і можуть працювати як від електричної мережі так і від ручного приводу.

Складовими частинами електроручного вентилятора є: радіальний вентилятор, редуктор для підвищення числа обертів при ручному приводі, муфта зчеплення та рукоятка ручного приводу.

Розрахункова продуктивність забезпечується вентилятором ЕРВ-4

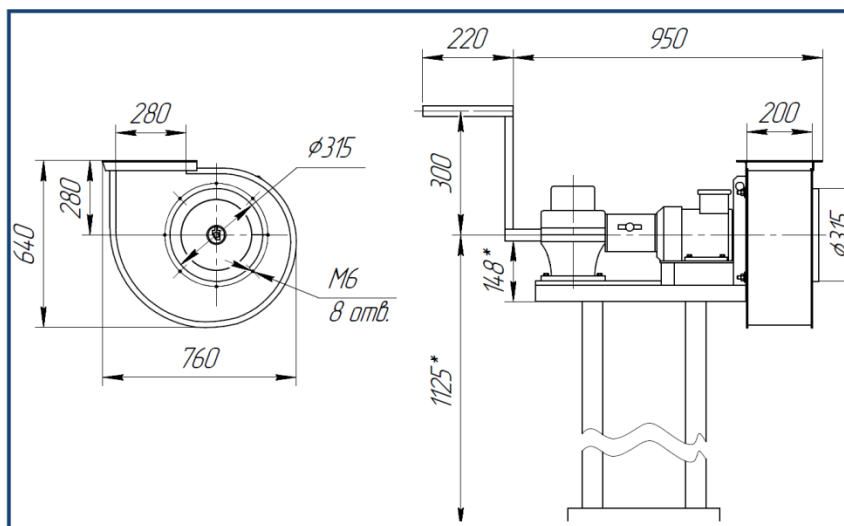


Рис.4.1 – Габаритні та приєднувальні розміри вентилятора ЕРВ-4

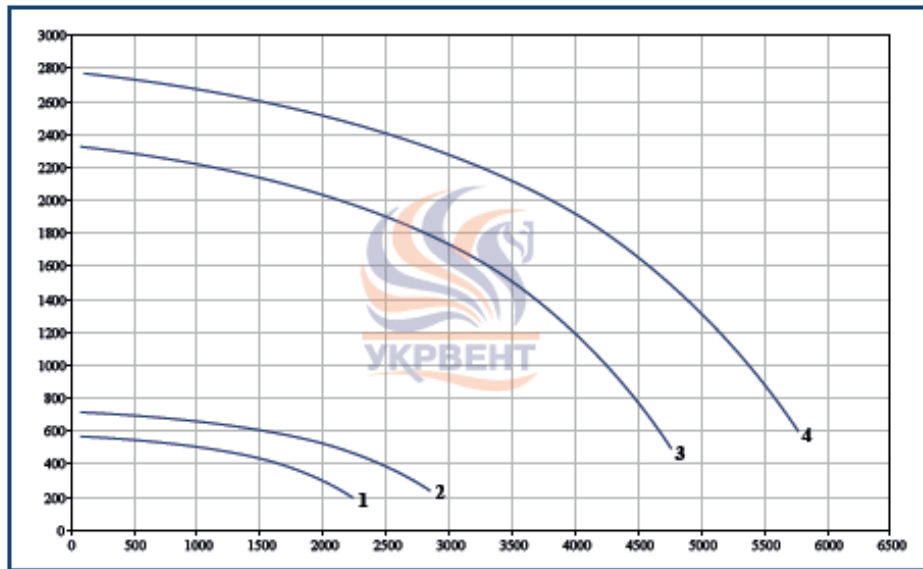


Рис. 4.2 – Аеродинамічні характеристики електричного вентилятора EPB-4

Аеродинамічні характеристики на рис.4.2, показують: крива 1 і 2 продуктивність вентилятора при ручному приводі потужністю 0,25 і 0,37 кВт відповідно. Криві 3 і 4 вказують продуктивність вентиляторів при приводі від електродвигуна відповідно потужністю 2,2 та 3 кВт.

При розрахунковій продуктивності 831 м³/год даний вентилятор забезпечує тиск 750 Па при ручному приводі.

Для очищення зовнішнього повітря, що надходить в укриття від отруйних речовин, радіоактивного пилу, бактерій, аерозолів, отруйних і нейтральних димів використовуємо фільтри-поглиначі БПФ-300-900Н. Фільтри-поглиначі типу БПФ можуть експлуатуватися в усіх мікрокліматичних районах на суші з температурою повітря на вході $\pm 50^{\circ}\text{C}$, відносною вологістю до 95%, основні технічні характеристики яких наведено на рис.3.

Найменування	Номінальна витрата повітря, м ³ /ч	Приєднання до системи вентиляції	Опір фільтра, Па (мм. в. ст.), не більше
БПФ-300-300	300	верхнє	835 (85)
БПФ-300-600	600		
БПФ-300-900	900		
БПФ-300-300Н	300	нижнє	
БПФ-300-600Н	600		
БПФ-300-900Н	900		

Рис.4.3 – Основні технічні характеристики фільтрів-поглиначів типу БПФ.

Необхідну продуктивність забезпечує одна секція БПФ-300-900Н, але при ручному приводі вентилятора наявний тиск складе 750Па, тому встановлюємо паралельно два фільтри для зниження їх гідравлічного опору.

Для захисту від впливу ударної хвилі великої тривалості з тиском до 10 кгс/см² встановлюємо захистну секцію УЗС, яка автоматично, під дією ударної хвилі, перекриває вентиляційний канал і забезпечує захист від проникнення ударної хвилі в укриття.

Необхідний мінімальний переріз УЗС визначаємо виходячи з допустимої швидкості в перерізі УЗС 1 м/с.

$$F_{УЗС} = 831 / (3600 \times 1) = 0,23 \text{ м}^2$$

Такий переріз має секція УЗС595х649, яку приймаємо для встановлення на повітрозбірний канал.

Принципова схема фільтровентиляційної установки наведена на рис.3.

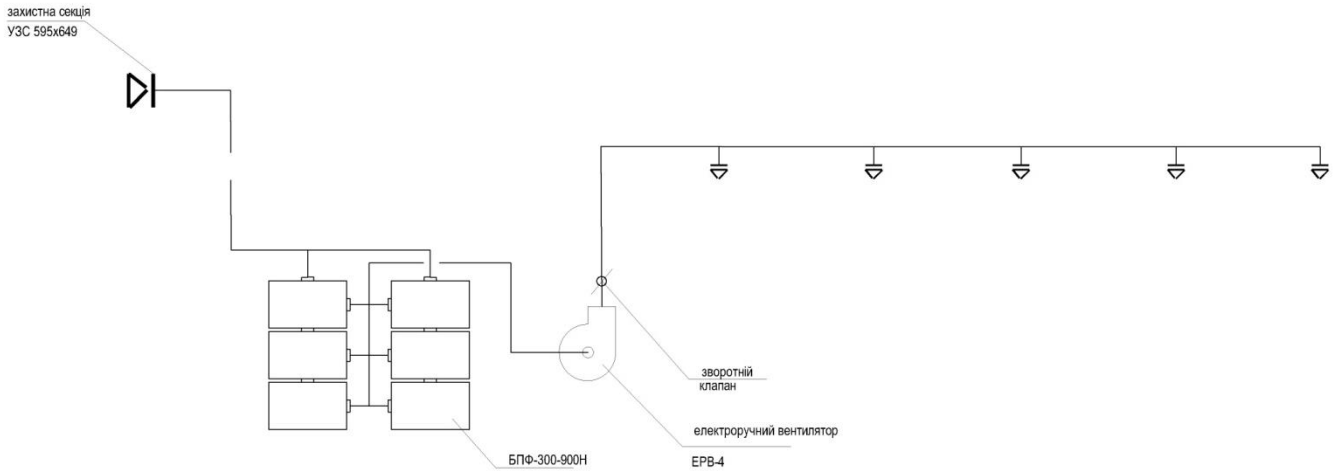


Рис. 4 – Принципова схема фільтро-вентиляційної установки укриття

Висновок.

Виконано аналіз умов праці при виконанні монтажних робіт систем тепло холодопостачання та вентиляції громадської будівлі.

Визначено основні небезпечні і шкідливі фактори під час виконання монтажних робіт та розроблено заходи по захисту працівників від цих факторів.

Виконано обґрунтування необхідної продуктивності фільтровентиляційного обладнання укриття громадської будівлі, яка склала 831 м³/год та підбір обладнання, а саме вентилятора з електроручним приводом ЕРВ-4, фільтрів-поглиначів БПФ-300-900Н та захисної секції повітрязбірного каналу УЗС595x649.

5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

Кошторисну документацію до магістерської кваліфікаційної роботи складено у відповідності до ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 “Правила визначення вартості будівництва”.

В локальному кошторисі визначено кошторисну вартість робіт, яка містить в собі прямі та загальновиробничі витрати. Загальновиробничі витрати розраховані відповідно до усереднених показників Додатку 3 до ДСТУ Б Д.1.1-1:2013.

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 теплохолодопостачання 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	тис.грн	197,948
Кошторисна трудомісткість	тис.люд.-год.	4,598
Кошторисна заробітна плата	тис.грн	98,7
Середній розряд робіт	розряд	4
Вартість матеріалів	грн	40324

Громадська будівля

Локальний кошторис на будівельні роботи № 2-1-1
на системи мікроклімату
Системи мікроклімату

Основа:
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість 197,948 тис. грн.
Кошторисна трудомісткість 4,598 тис.люд.-год.
Кошторисна заробітна плата 98,700 тис. грн.
Середній розряд робіт 4,0 розряд
Вимірник одиничної вартості 6500,00 м3
Показник одиничної вартості 30,45 грн.

Складений в поточних цінах станом на "14 грудня" 2022 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
									на одиницю	всього	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	E20-1-1	Прокладання повітроводів із листової сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,5 мм, діаметром до 200 мм	100м2	0,0225	<u>21626,61</u> 4963,73	<u>109,11</u> 34,88	487	112	<u>2</u> 1	<u>261,8</u> 2,0876	<u>5,89</u> 0,05
2	E20-11-1	Установлення ґрат жалюзійних площею у просвіті до 0,25 м2	ґрати	69	<u>44,35</u> 35,36	<u>5,34</u> 1,24	3060	2440	<u>368</u> 86	<u>1,82</u> 0,0745	<u>125,58</u> 5,14
3	E20-13-1	Установлення клапанів зворотних діаметром до 355 мм	клапан	4	<u>47,19</u> 33,58	<u>1,43</u> 0,44	189	134	<u>6</u> 2	<u>1,75</u> 0,0266	<u>7</u> 0,11
4	E20-14-1	Установлення заслінок повітряних і клапанів повітряних КВР із ручним приводом діаметром до 250 мм	шт	4	<u>52,23</u> 34,97	<u>1,43</u> 0,44	209	140	<u>6</u> 2	<u>1,8</u> 0,0266	<u>7,2</u> 0,11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	E20-25-1	Установлення шумоглушників вентиляційних трубчастих круглого перерізу типу ГТК 1-1 діаметром обичайки 125 мм	шт	4	<u>403,27</u> 35,50	<u>2,14</u> 0,67	1613	142	<u>9</u> 3	<u>1,85</u> 0,0399	<u>7,4</u> 0,16
6	E20-42-1	Установлення камер припливних типових без секції зрошення продуктивністю до 10 тис.м3/год	камера	4	<u>1629,89</u> 1341,59	<u>80,67</u> 19,28	6520	5366	<u>323</u> 77	<u>68,17</u> 1,1154	<u>272,68</u> 4,46
7	E20-34-1	Установлення агрегатів повітряно-опалювальних масою до 0,25 т	шт	2	<u>317,37</u> 241,74	<u>56,43</u> 16,74	635	483	<u>113</u> 33	<u>12,75</u> 0,9723	<u>25,5</u> 1,94
8	E20-24-1	Установлення вузлів проходу витяжних вентиляційних шахт діаметром патрубк до 250 мм	10вузол	0,4	<u>940,74</u> 810,53	<u>27,47</u> 13,91	376	324	<u>11</u> 6	<u>43,86</u> 0,833	<u>17,54</u> 0,33
9	E20-37-1	Установлення фільтрів чарункових	м2	16	<u>156,03</u> 143,48	<u>9,98</u> 3,11	2496	2296	<u>160</u> 50	<u>7,04</u> 0,1862	<u>112,64</u> 2,98
10	E20-32-1	Установлення вентиляторів осьових масою до 0,025 т	шт	8	<u>137,30</u> 129,54	<u>7,56</u> 2,20	1098	1036	<u>60</u> 18	<u>6,21</u> 0,1231	<u>49,68</u> 0,98
11	E20-23-1	Установлення дефлекторів діаметром патрубк 280 мм	шт	10	<u>275,35</u> 85,51	<u>1,43</u> 0,44	2754	855	<u>14</u> 4	<u>4,51</u> 0,0266	<u>45,1</u> 0,27
12	E20-18-1	Установлення над шахтами зонтів із листової сталі круглого перерізу діаметром 200 мм	зонт	4	<u>100,34</u> 12,15	<u>1,97</u> 0,47	401	49	<u>8</u> 2	<u>0,61</u> 0,028	<u>2,44</u> 0,11
13	E20-29-1	Установлення вставок гнучких до радіальних вентиляторів	м2	8	<u>191,27</u> 185,43	<u>1,43</u> 0,44	1530	1483	<u>11</u> 4	<u>9,78</u> 0,0266	<u>78,24</u> 0,21
14	E20-35-1	Установлення калориферів масою до 0,1 т	шт	4	<u>304,40</u> 153,01	<u>33,67</u> 8,38	1218	612	<u>135</u> 34	<u>8,28</u> 0,4886	<u>33,12</u> 1,95
15	E16-6-1	Прокладання трубопроводів опалення зі сталевих водогазопровідних неоцинкованих труб діаметром 15 мм	100м	0,2	<u>5809,40</u> 1004,89	<u>109,82</u> 28,60	1162	201	<u>22</u> 6	<u>48,71</u> 1,6512	<u>9,74</u> 0,33
16	E16-6-2	Прокладання трубопроводів опалення зі сталевих водогазопровідних неоцинкованих труб діаметром 20 мм	100м	1,2	<u>6298,38</u> 1004,89	<u>109,82</u> 28,60	7558	1206	<u>132</u> 34	<u>48,71</u> 1,6512	<u>58,45</u> 1,98

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
17	E16-6-3	Прокладання трубопроводів опалення зі сталевих водогазопровідних неоцинкованих труб діаметром 25 мм	100м	0,5	<u>6383,16</u> 1004,89	<u>109,82</u> 28,60	3192	502	<u>55</u> 14	<u>48,71</u> 1,6512	<u>24,36</u> 0,83
18	E16-14-1	Прокладання трубопроводів водопостачання з напірних поліетиленових труб високого тиску зовнішнім діаметром 20 мм зі з'єднанням контактним зварюванням	100м	5,89	<u>7367,18</u> 5693,88	<u>1027,38</u> 398,95	43393	33537	<u>6051</u> 2350	<u>268,96</u> 24,7574	<u>1584,17</u> 145,82
19	E16-14-2	Прокладання трубопроводів водопостачання з напірних поліетиленових труб високого тиску зовнішнім діаметром 25 мм зі з'єднанням контактним зварюванням	100м	1,5	<u>5603,70</u> 4478,73	<u>645,80</u> 246,79	8406	6718	<u>969</u> 370	<u>211,56</u> 15,2947	<u>317,34</u> 22,94
20	E16-14-3	Прокладання трубопроводів водопостачання з напірних поліетиленових труб високого тиску зовнішнім діаметром 32 мм зі з'єднанням контактним зварюванням	100м	0,5	<u>4638,03</u> 3645,47	<u>399,58</u> 147,99	2319	1823	<u>200</u> 74	<u>172,2</u> 9,1445	<u>86,1</u> 4,57
21	E16-14-4	Прокладання трубопроводів водопостачання з напірних поліетиленових труб високого тиску зовнішнім діаметром 40 мм зі з'єднанням контактним зварюванням	100м	0,55	<u>6101,61</u> 4860,63	<u>480,23</u> 180,34	3356	2673	<u>264</u> 99	<u>229,6</u> 11,1495	<u>126,28</u> 6,13
22	E16-15-1	Установлення вентилів, засувок, затворів, клапанів зворотних, кранів прохідних на трубопроводах із сталевих труб діаметром до 25 мм	шт	50	<u>78,90</u> 49,12	<u>11,65</u> 2,61	3945	2456	<u>583</u> 131	<u>2,41</u> 0,1561	<u>120,5</u> 7,81
23	E16-15-2	Установлення вентилів, засувок, затворів, клапанів зворотних, кранів прохідних на трубопроводах із сталевих труб діаметром до 50 мм	шт	25	<u>82,48</u> 49,12	<u>16,71</u> 3,23	2062	1228	<u>418</u> 81	<u>2,41</u> 0,1814	<u>60,25</u> 4,54
24	E16-6-3	Прокладання трубопроводів опалення зі сталевих водогазопровідних неоцинкованих труб діаметром 25 мм	100м	0,78	<u>6383,16</u> 1004,89	<u>109,82</u> 28,60	4979	784	<u>86</u> 22	<u>48,71</u> 1,6512	<u>37,99</u> 1,29
25	E18-2-1	Установлення котлів сталевих жаротрубних пароводогрійних на твердому паливі теплопродуктивністю до 0,21 МВт [0,18 Гкал/год]	шт	4	<u>2566,53</u> 1537,47	<u>398,67</u> 118,32	10266	6150	<u>1595</u> 473	<u>75,44</u> 6,9236	<u>301,76</u> 27,69

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
26	E18-6-3	Установлення конвекторів	100кВт	0,68	<u>3272,50</u> 2840,76	<u>377,65</u> 117,49	2225	1932	<u>257</u> 80	<u>142,68</u> 6,8996	<u>97,02</u> 4,69
27	E18-10-5	Установлення баків розширювальних круглих і прямокутних місткістю 0,4 м3	шт	8	<u>831,14</u> 119,83	<u>16,26</u> 4,96	6649	959	<u>130</u> 40	<u>5,95</u> 0,2836	<u>47,6</u> 2,27
28	E18-13-1	Установлення насосів відцентрових з електродвигуном, маса агрегату до 0,1 т	шт	8	<u>639,29</u> 429,38	<u>33,37</u> 8,71	5114	3435	<u>267</u> 70	<u>21,32</u> 0,5002	<u>170,56</u> 4
29	E18-15-1	Установлення гребінок пароводорозподільних зі сталевих труб, зовнішній діаметр корпусу 108 мм	шт	4	<u>788,89</u> 234,68	<u>20,34</u> 5,30	3156	939	<u>81</u> 21	<u>11,25</u> 0,3054	<u>45</u> 1,22
30	E18-17-1	Установлення повітрязбірників зі сталевих труб зовнішнім діаметром до 76 мм	шт	16	<u>140,83</u> 37,55	<u>8,65</u> 2,73	2253	601	<u>138</u> 44	<u>1,82</u> 0,1602	<u>29,12</u> 2,56
31	E18-21-1	Установлення фільтрів для очищення води у трубопроводах систем опалення діаметром 25 мм	10шт	0,4	<u>2250,59</u> 250,67	<u>136,23</u> 34,28	900	100	<u>54</u> 14	<u>12,3</u> 2,0478	<u>4,92</u> 0,82
32	E18-22-2	Установлення манометрів з триходовим краном	комплект	8	<u>11,29</u> 7,74	- -	90	62	- -	<u>0,36</u> -	<u>2,88</u> -
33	E18-22-4	Установлення термометрів в оправі прямих та кутових	комплект	16	<u>11,57</u> 10,39	- -	185	166	- -	<u>0,51</u> -	<u>8,16</u> -
Разом прями витрати по кошторису							133796	80944	<u>12528</u> 4245		<u>3922,21</u> 258,29
Разом будівельні роботи, грн.							133796				
в тому числі:											
вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.							40324				
всього заробітна плата, грн.							85189				
Загальновиробничі витрати, грн.							64152				
трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год.							417,93				
заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.							13511				
Всього будівельні роботи, грн.							197948				

Всього по кошторису							197948				
Кошторисна трудоємність, люд.год.							4598				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
		Кошторисна заробітна плата, грн.						98700				

Склав _____ Пономарчук
[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив _____
[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Висновок

В результаті розробки роботи було запроєктовано системи тепло холодопостачання та вентиляції громадської будівлі з використанням модульних теплових насосів, розташованих поповерхово. В якості джерел низь потенційного тепла використано каналізаційні стоки, вентиляційне повітря та зовнішнє повітря. Витрати тепла на тепло холодопостачання та вентиляцію склали 68,332 кВт, річні витрати тепла склали -125,541 ГДж/рік, питомі витрати тепла - 23,54 Вт/м².

Проектом передбачена припливно-витяжна вентиляція, механічна з рекуперацією тепла, в приміщенні санвузлів передбачена природня витяжка через приставні металеві канали.

Обладнання для механічної припливно-витяжної вентиляції розміщується під стелею торгових приміщень, за конструкцією підвісної стелі. Повітроводи квадратного перерізу виконані з тонколистової оцинкованої сталі товщиною 0,5-0,7мм, прокладені за конструкцією підвісної стелі. Для притоку та витяжки повітря використані сталеві жалюзійні регулюємі ґратки фірми «Systemair» типу GSV з подвійним регулюванням, встановлені на повітропроводах через доводчики. За рахунок подвійного регулювання досягається більш точне та зручне регулювання кількості повітря, яке подається у приміщення.

Також складено специфікацію матеріалів та обладнання для цих систем, виконано кошторисні розрахунки.

Технологічні рішення диктуються такими умовами: набором вітчизняного та імпортного технологічного обладнання, вимогами нормативно-технологічної документації з пожежної безпеки, охорони праці.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сакевич Володимир Федорович. Основи розробки питань цивільної оборони в дипломних проектах : навчальний посібник / В. Ф. Сакевич, М. А. Томчук. – Друге видання. – Вінниця : ВНТУ, 2008. – 142 с.
2. ДБН В.2.5-67:2013: Тепло холодопостачання, вентиляція та кондиціонування повітря. Київ. : К. Мінрегіонбуд, 2013. - 141 с.
3. Правила визначення вартості будівництва : ДБН Д.1.1-1-2000 / Мінбуд України. – Зі змінами та доповненнями. – К. : Мінбуд України, 2000. – (Державні будівельні норми).
4. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель : ДБН В.2.6-31:2006 / Мінбуд України. – Видання офіційне. – К. : Мінбуд України, 2006. – 70 с. – (Державні будівельні норми України).
5. Методичні вказівки для виконання курсового проекту з дисципліни "Тепло холодопостачання" для студентів напряму підготовки 0921 – "Будівництво" / уклад. А.Ф. Пономарчук, І.А. Пономарчук, О. Б. Волошин. – Вінниця : ВНТУ, 2005. – 56 с.
6. Жуковський Степан Семенович. Технологія заготівельних та спеціальних монтажних робіт : навчальний посібник для студентів вищих закладів освіти спеціальності 7.092.108 "Будівництво та цивільна інженерія" / С. С. Жуковський, Р. І. Кінаш. – Львів : Видавництво науково-технічної літератури, 1999. – 448 с. – ISBN 966-7148-63-7.
7. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 16. Трубопроводи внутрішні : ДБН Д.2.2-16-99 / Держбуд України. – Видання офіційне. – Дніпропетровськ : ЦМДБ НВО "Созидатель", 2000. – 38 с. – (Державні будівельні норми України).
8. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 17. Водопровід і каналізація – внутрішнє обладнання : ДБН Д.2.2-17-99 / Держбуд України. – Видання офіційне. – Дніпропетровськ : ЦМДБ НВО "Созидатель", 2000. – 10 с. – (Державні будівельні норми України).

9. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 18. Тепло холодопостачання – внутрішнє обладнання : ДБН Д.2.2-18-99 / Держбуд України. – Видання офіційне. – Дніпропетровськ : ЦМДБ НВО “Созидатель”, 2000. – 28 с. – (Державні будівельні норми України).

10. Каталог обладнання [Електронний ресурс] : обладнання для систем тепло холодопостачання, холодо- та водопостачання. – 80 Min / 700 MB. – Herz, 2009. –1 електрон. опт. диск (CD-ROM).

11. Автоматические и ручные балансировочные клапаны : техническое описание. – Данфосс ТОВ. – 08/2008. – VD.57.Q5.50. – 90 с.

12. Тихомиров Анатолий Кузьмич. Горячее водоснабжение жилого микрорайона : учеб. пособие / А. К. Тихомиров. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2007. – 140 с. – ISBN 978-5-7389-0542-1.

13. Ратушняк Георгій Сергійович. Експлуатація систем теплопостачання та вентиляції : навчальний посібник / Г. С. Ратушняк, Г. С. Попова. – Вінниця : ВДТУ, 2000. – 122 с.

14. ДБН В.2.58-28-2006 “Природне і штучне освітлення”.

15. Пономарчук І.А.. Вентиляція та кондиціонування повітря: навч. посібник для студ. вищ. навч. закл./І.А.Пономарчук, О.Б.Волошин; Він. нац. ун-т.-Вінниця:ВНТУ,2012 .-92с.

16. Про охорону праці [Текст]: Закон України від 22.11.2002р. №235-IV// Офіційний вісник України. – 2002 –1, 6, 7 с.

17. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми мікроклімату [Текст] / ДСН 3.3.6.037-99 // Держбуд України 2000 -6с.

18. ДСТУ НБВ.2.5-43.2010. "Настанова з улаштування систем сонячного теплопостачання"// Міненергобуд України 2010 -32 с.

19. Правила устройств электроустановок(ПУЭ) [Текст] / Правила устройства электроустановок ПУЭ // Энергоатомиздат 1987 -532с.

20. ДБН В.2.2.5-97 “Захистні споруди цивільної оборони”.

21. ДСНіП»Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ МОЗ №248 від 08.04.2014.

22. ДСТУ-Н Б А 3.2-1:2007 Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використання в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва.

23. ДБН А.3.2-2-2009. ССБП. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення.

24. ДСТУ Б В.2.5-82:2006. Електробезпека в будівлях та спорудах. Вимоги до захистних заходів від ураження електричним струмом.

25. ДБН В.2.5-28:2018 Природне та штучне освітлення.

26. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Постанова МОЗ №37 від 01.12.1999.

27. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої та загальної вібрації. Постанова МОЗ №39 від 01.12.1999.

Додаток А

Міністерство освіти і науки, України
Вінницький національний технічний університет
Кафедра ІСБ

Затверджено:
Завідувач кафедри ІСБ
к.т.н., проф. Ратушняк Г.С.
“ _____ ” _____ 2022 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на виконання магістерської кваліфікаційної роботи

**КОМБІНОВАНІ ТЕПЛОНАСОСНІ СИСТЕМИ ТЕПЛО
ХОЛОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЇ ГРОМАДСЬКОЇ
БУДІВЛІ**

Керівник

доц. Панкевич О.Д. _____

Розробив

Пономарчук Р.О. _____

Технічне завдання

1. Призначення розробки та місце застосування. Для проектування систем тепло холодопостачання громадської будівлі

2. Основа для виконання робіт.

Завдання на магістерську кваліфікаційну роботу.

3. Мета та призначення розробки.

Метою дипломної роботи є розробка проектних рішень систем тепло холодопостачання громадської будівлі.

Призначення розробки: заміна застарілих котлів на більш сучасніші і економічніші.

4. Джерела розробки.

Джерелами розробки є робочі креслення, нормативна література.

5. Технічні вимоги.

Технічні вимоги до котелень та газопостачання викладені в наступній нормативній літературі:

В.2.5-67:2013: Тепло холодопостачання, вентиляція та кондиціонування повітря.

6. Вимоги по стандартизації та уніфікації.

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

7. Вимоги з надійності.

Вимоги по надійності викладені В.2.5-67:2013: Тепло холодопостачання, вентиляція та кондиціонування повітря. Обов'язковими є показники:

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

7.3 Теплові навантаження для розрахунку і вибору обладнання систем визначають для трьох режимів роботи:

–при середній температурі зовнішнього повітря за найбільш холодну п'ятиденку; найбільш холодного місяця

– при середній температурі зовнішнього повітря за найбільш холодний місяць;

-літнього при розрахунковій температурі зовнішнього повітря теплого періоду (розрахункові параметри А).

Зазначені середні і розрахункові температури зовнішнього повітря приймають відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.1-27

7.2. На виробі повинні подати всі необхідні сертифікати.

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 в експлуатацію:

Кожний котел підлягає технічному опосвідченню до пуску в роботу, періодично в процесі експлуатації і, в необхідних випадках – позачерговому. Технічні опосвідчення проводяться експертами ЕТЦ. Періодичне технічне опосвідчення допускається проводити фахівцями організацій, підприємств, установ, які мають дозвіл Держнаглядохоронпраці України, отриманий в установленому порядку.

10.2 Ремонтна документація розробляється за окремим завданням замовника.

10.3 Порядок приймання розробки здійснюється у відповідності із вимогами Держстандарту.

10.4 Місце і строки випробувань визначають заздалегідь і попередньо узгоджують.

10.5 Підрядник представляє приймальної комісії в одному екземплярі наступну документацію:

- перелік організацій, що беруть участь у виробництві будівельно-монтажних робіт, з зазначенням видів виконаних ними робіт і прізвищ фахівців, які безпосередньо відповідають за їх виконання:

- комплект робочих креслень на будівництво пред'являється об'єкта, розроблених проектними організаціями. На кресленнях повинні бути написи про відповідність виконаних у натурі робіт цим кресленням або внесених до них змін. Написи виконують особи, відповідальні за виробництво будівельно-монтажних робіт. Зазначений комплект робочих креслень є виконавчою документацією;

- сертифікати, технічні паспорти або інші документи, засвідчують якість матеріалів, обладнання і деталей, що застосовуються при виробництві будівельно-монтажних робіт;

- будівельний паспорт;

- висновок про якість зварних;

- журнал виробництва робіт (для підземних газопроводів та резервуарних установок зріджених вуглеводневих газів);

- акти про виконання ущільнення (герметизації) вводів і випусків інженерних комунікацій в місцях проходів їх через підземну частину зовнішніх стін будівель, згідно з робочим проектом.

Додаток Б Розрахунок тепловтрат приміщення

№	Назва	Познач.	Орієнтація	Розміри, м	Площа, м ²	К, Вт/м ²	Δ t	n	Додаткові тепловтрати					Вит. на вент	Тепло втрати конції	Тепло втр. прим.
									Орієнтація	Вітер	Зовн. стіни	На вис.пр-им	Загальні			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
101	Сходинкова клітка, t=16°C	Зс		2,9x17,12	49,7	0,35	38	1	-	5	-	15	1,20	4374	792	6569
		Підл		7x2,9	20,3	0,32	38	0,6	-	-	-	-	-		115	
		Ст		7x2,9	20,3	0,2	38	1	-	-	-	-	-		154	
		ВТ		5x1,7x1,5	12,8	2,22	38	1	-	5	-	-	1,05		1134	
102	Сходинкова клітка, t=16°C	Зс		2,9x17,12	49,7	0,35	38	1	-	5	-	15	1,20	4374	792	6569
		Підл		7x2,9	20,3	0,32	38	0,6	-	-	-	-	-		115	
		Ст		7x2,9	20,3	0,2	38	1	-	-	-	-	-		154	
		ВТ		5x1,7x1,5	12,8	2,22	38	1	-	5	-	-	1,05		1134	
108	Виставкове приміщення, t=20°C	Зс	Пн	10,5x3,6	37,8	0,35	42	1	10	5			1,20	6191	667	8880
		Зс	Сх	14x3,6	50,4	0,35	42	1	10	5	5	-	1,20		890	
		ВТ	Пн	1,7x1,5	2,6	2,22	42	1	10	5	5	-	1,15		280	
		ВТ	Пн	1,7x1,5	2,6	2,22	42	1	10	5	-	-	1,15		280	
		ДД	Пн	1,5x2,1	3,2	3,7	42	1	10	5	-	-	1,15		572	
109	Службове приміщення, t=18°C	Зс	Пд	3,0x3,6	10,8	0,35	40	1	-	5	5	-	1,1	364	166	964
		Зс	Сх	3,3x3,6	11,9	0,35	40	1	10	5	5	-	1,20		192	
		ВТ	Пд	1,7x1,5	2,6	2,22	40	1	-	5	-	-	1,05		242	
110	Службове приміщення, t=18°C	Зс	Пд	2,5x3,6	9	0,35	40	1	-	5	-	-	1,05	243	132	617
		ВТ	Пд	1,7x1,5	2,6	2,22	40	1	-	5	-	-	1,05		242	
111	Санвузол, t=16°C	Зс	Пд	3,5x3,6	12,6	0,35	38	1	-	5	-	-	1,05	461	176	867
		ВТ	Пд	1,7x1,5	2,6	2,22	38	1	-	5	-	-	1,05		230	
112	Кімната прийому їжі, t=18°C	Зс	Пд	6,5x3,6	23,4	0,35	40	1	-	5	-	-	1,05	2208	344	3036
		ВТ	Пд	1,7x1,5	2,6	2,22	40	1	-	5	-	-	1,05		242	
			Пд	1,7x1,5	2,6	2,22	40	1	-	-	-	-	1,05		242	

Продовження Додатку Б - Розрахунок тепловтрат приміщення

113	Службове приміщення, t=18°C	Зс ВТ	Пд Пд	3,0x3,6 1,7x1,5	10,8 2,6	0,35 2,22	40 40	1 1	- -	5 5	- -	- -	1,05 1,05	415	159 242	816
114	Санвузол, t=16°C	Зс ВТ	Пд Пд	3,5x3,6 1,7x1,5	12,6 2,6	0,35 2,22	38 38	1 1	- -	5 5	- -	- -	1,05 1,05	461	176 230	867
115	Службове приміщення, t=18°C	Зс ВТ	Пд Пд	2,5x3,6 1,7x1,5	9 2,6	0,35 2,22	40 40	1 1	- -	5 5	- -	- -	1,05 1,05	243	132 242	617
116	Службове приміщення, t=18°C	Зс Зс ВТ	Пд Зх Пд	3,0x3,6 3,3x3,6 1,7x1,5	10,8 11,9 2,6	0,35 0,35 2,22	40 40 40	1 1 1	- 5 -	5 5 5	5 5 -	- - -	1,1 1,15 1,05	364	166 184 242	956
117	Виставкове приміщення, t=20°C	Зс Зс ВТ ВТ ДД	Пн Зх Пн Пн Пн	12,0x3,6 14x3,6 1,7x1,5 1,7x1,5 1,5x2,1	43,2 50,4 2,6 2,6 3,2	0,35 0,35 2,22 2,22 3,7	42 42 42 42 42	1 1 1 1 1	10 5 10 10 10	5 5 5 5 5	5 5 - - -	- - - - -	1,2 1,15 1,15 1,15 1,15	6064	775 852 280 280 572	9053
118	Виставкове приміщення, t=20°C	Зс ВТ ВТ ВТ ВТ ДД	Пн Пн Пн Пн Пн Пн	14,2x3,6 1,7x1,5 1,7x1,5 1,7x1,5 1,7x1,5 1,5x2,1	51,1 2,6 2,6 2,6 2,6 3,2	0,35 2,22 2,22 2,22 2,22 3,7	42 42 42 42 42 42	1 1 1 1 1 1	10 10 10 10 10 10	5 5 5 5 5 5	5 5 - - - -	- - - - - -	1,2 1,15 1,15 1,15 1,15 1,15	4637	901 280 280 280 280 572	7230
204	Санвузол, t=16°C	Зс	Пд	3,0x3,3	9,9	0,35	38	1	-	5	-	-	1,05	317	151	468

Продовження Додатку Б Розрахунок тепловтрат приміщення

№	Назва	Познач.	Орієнтація	Розміри, м	Площа, м ²	K, Вт/м ²	Δ t	n	Додаткові тепловтрати					Вит. на вент	Тепло втрати конції	Тепло втр. прим.
									Орієнтація	Вітер	Зовн. стіни	На вис. прим	Загальні			
206	Офісне приміщення, t=20°C	Зс	Пд	6,5x3,3	21,5	0,35	42	1	-	5	-	-	1,05	2125	318	2953
		ВТ	Пд	1,7x1,5	2,6	2,22	42	1	-	5	-	-	1,05			
		ВТ	Пд	1,7x1,5	2,6	2,22	42	1	-	5	-	-	1,05			
207	Офісне приміщення, t=20°C	Зс	Пн	9,0x3,3	29,7	0,35	42	1	10	5	5	-	1,20	6726	748	10629
		Зс	Зх	17,5x3,3	57,8	0,35	42	1	5	5	5	-	1,15			
		Зс	Пд	9,1x3,3	30,0	0,35	42	1	-	5	5	-	1,10			
		ВТ	Пн	1,7x1,5	2,6	2,22	42	1	10	5	-	-	1,15			
		ВТ	Пн	1,7x1,5	2,6	2,22	42	1	10	5	-	-	1,15			
		ВТ	Пн	1,7x1,5	2,6	2,22	42	1	10	5	-	-	1,15			
		ВТ	Пд	1,7x1,5	2,6	2,22	42	1	-	5	-	-	1,05			
		ВТ	Пд	1,7x1,5	2,6	2,22	42	1	-	5	-	-	1,05			
208	Офісне приміщення, t=20°C	Зс	Пн	6,5x3,3	21,5	0,35	42	1	10	5	5	-	1,20	4484	379	7392
		Зс	Сх	17,5x3,3	57,8	0,35	42	1	10	5	5	-	1,20			
		Зс	Пд	6,5x3,3	21,5	0,35	42	1	-	5	5	-	1,10			
		ВТ	Пн	1,7x1,5	2,6	2,22	42	1	10	5	-	-	1,15			
		ВТ	Пн	1,7x1,5	2,6	2,22	42	1	10	5	-	-	1,15			
		ВТ	Пд	1,7x1,5	2,6	2,22	42	1	-	5	-	-	1,05			
209	Офісне приміщення, t=20°C	ВТ	Пд	1,7x1,5	2,6	2,22	42	1	-	5	-	-	1,05	3433	698	5543
		ВТ	Пн	1,7x1,5	2,6	2,22	42	1	10	5	-	-	1,15			
		ВТ	Пн	1,7x1,5	2,6	2,22	42	1	10	5	-	-	1,15			
		ВТ	Пн	1,7x1,5	2,6	2,22	42	1	10	5	-	-	1,15			
		ДД	Пн	1,5x2,1	3,2	3,7	42	1	10	5	-	-	1,15			
210	Офісне приміщення, t=20°C	Зс	Пн	13,0x3,3	42,9	0,35	42	1	10	5	-	-	1,15	3924	725	6061
		ВТ	Пн	1,7x1,5	2,6	2,22	42	1	10	5	-	-	1,15			
		ВТ	Пн	1,7x1,5	2,6	2,22	42	1	10	5	-	-	1,15			
		ВТ	Пн	1,7x1,5	2,6	2,22	42	1	10	5	-	-	1,15			
		ДД	Пн	2,1x2,1	3,2	3,7	42	1	10	5	-	-	1,15			
211	Офісне приміщення, t=20°C	Зс	Пд	3,5x3,3	11,6	0,35	42	1	-	5	-	-	1,05	1144	179	1578
		ВТ	Пд	1,7x1,5	2,6	2,22	42	1	-	5	-	-	1,05			

Додаток В - Аеродинамічний розрахунок повітропроводів											
№ ділянки	Кількість повітря L, м ³ /год	Довжина ділянки, м	Швидкість повітря, V, м/с	Розмір повітропроводу, мм	Еквівалентний діаметр, мм	Втрати тиску на тертя, R, Па	Втрати тиску на дільцянци, Rl, Па	Динам. тиск $D_d = \frac{v^2 \cdot \gamma}{2g}$, Па	Сумма коеф. місц. опорів, $\sum \xi$	Втрати тиску на місц. опори Z, Па	Загальні втрати тиску на діль. ,Rl+ Z Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Розрахунок повітропроводів П1											
1-2	218	1,6	0,61	500x200	286	0,02	0,03	0,22	10	2,2	2,23
2-3	1092	6	3,04	500x200	286	0,39	2,35	5,63	10	56,17	58,53
3-4	36	10,5	0,62	150x100	123	0,07	0,72	0,24	12,5	3	3,72
3-5	1347	4,4	3,64	500x200	286	0,55	2,41	8,1	20	162	164,4
3-6	1347	1	4,67	Ø315	315	0,83	0,83	13,33	2,5	33,3	34,15
											\sum 263,0
Розрахунок повітропроводів В1											
1-2	218	1,2	0,76	400x200	167	0,04	0,04	0,35	10	3,5	3,54
2-3	36	0,7	0,62	150x100	123	0,07	0,07	0,24	10	2,38	2,45
2-4	946	5,6	3,28	400x200	167	0,5	2,81	6,59	7,5	49,4	52,21
4-5	437	2,5	1,52	400x200	167	0,12	0,31	1,41	12,5	17,57	17,88
4-6	1347	7	3,74	500x200	286	0,58	4,04	8,55	5	42,74	46,77
6-7	673	0,5	3,74	250x200	222	0,81	0,41	8,53	5	42,65	43,06
6-8	673	0,5	3,74	250x200	222	0,81	0,41	8,53	5	42,65	43,06
											\sum 208,8
Розрахунок повітропроводів П2											
1-2	218	2	0,481	500x250	333	0,01	0,02	0,14	10	1,43	1,46
2-3	1311	20	2,91	500x250	333	0,31	6,11	5,18	32,5	168,4	174,51
3-4	1311	1	4,67	Ø315	315	0,83	0,83	13,33	2,5	33,3	34,15
											\sum 210,12
Розрахунок повітропроводів В2											
1-2	875	6,5	3,0	400x200	267	0,44	2,83	5,64	15,5	87,42	90,25
2-3	436	4,5	1,51	400x200	267	0,12	0,56	1,4	10	14	14,56
2-4	656	0,5	3,64	250x200	222	0,78	0,39	8,11	5	40,55	40,94
2-5	656	0,5	3,64	250x200	222	0,78	0,39	8,11	5	40,55	40,94
											\sum 188,65

Продовження додатку В

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Розрахунок повітропроводів П3											
1-2	268	1,6	0,6	500x250	333	0,02	0,03	0,22	10	2,17	2,19
2-3	1343	6	2,98	500x250	333	0,32	2,24	5,54	12,5	67,97	70,21
3-4	57	10,5	0,62	150x100	123	0,07	0,72	0,24	12,5	3	3,72
3-5	1667	4,4	3,7	500x250	333	0,47	2,09	8,38	20	167,56	169,64
3-6	1667	0,5	5,94	Ø315	315	1,29	0,69	21,55	2,5	53,89	54,53
											∑ 300,3
Розрахунок повітропроводів В3											
1-2	268	1,2	0,74	500x200	286	0,034	0,04	0,34	10	3,38	3,42
2-3	57	0,7	0,62	150x100	123	0,07	0,07	0,24	10	2,38	2,45
2-4	1131	5,6	3,14	500x200	286	0,42	2,34	6,03	7,5	45,19	47,54
4-5	537	2,5	1,49	500x200	286	0,11	0,27	1,36	12,5	16,98	17,25
4-6	1667	7	3,7	500x250	333	0,47	3,32	8,38	5	41,89	45,21
6-7	833,5	0,5	4,63	250x200	222	1,21	0,6	13,09	5	65,45	66,06
6-8	833,5	0,5	4,63	250x200	222	1,21	0,6	13,09	5	65,45	66,06
											∑ 247,7
Розрахунок повітропроводів П4											
1-2	268	2	0,6	500x250	333	0,02	0,03	0,22	10	2,17	2,19
2-3	1610	20	3,58	500x250	333	0,44	8,9	7,31	32,5	238	246,1
3-4	1610	1	4,67	Ø315	315	0,83	0,83	21,11	2,5	50,26	50,87
											∑ 299,2
Розрахунок повітропроводів В4											
1-2	1074	6,5	2,98	500x200	286	0,38	2,47	5,43	15,5	84,22	86,69
2-3	538	4,5	1,49	500x200	286	0,11	0,49	1,36	10	13,69	14,12
2-4	805	0,5	4,47	250x200	222	1,13	0,57	12,21	5	61,05	61,62
2-5	805	0,5	4,47	250x200	222	1,13	0,57	12,21	5	61,05	61,62
											∑ 224,0
Розрахунок повітропроводів П5											
1-2	302	6,0	2,62	200x150	222	0,56	3,38	4,20	30	125,87	129,25
Розрахунок повітропроводів В5											
1-2	201	6	1,82	200x150	222	0,29	1,75	2,03	15	30,43	32,18
2-3	201	14	2,28	150x150	160	0,5	7	3,17	25	79,25	86,25
											∑ 118,5

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Назва роботи: КОМБІНОВАНІ ТЕПЛОАСОСНІ СИСТЕМИ ТЕПЛО
ХОЛОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЇ ГРОМАДСЬКОЇ БУДІВЛІ.

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота

Підрозділ каф. ІСБ, ФБТЕГП

(кафедра, факультет (інститут), навчальна група)

Науковий керівник к.т.н., доц. Панкевич О.Д.

(прізвище, ініціали, посада)

Показники звіту подібності

Plagiat.pl (StrikePlagiarism)		Unichc k	
КП1		Оригінальність	93,8%
КП2			
Тривога/Білі знаки	/	Схожість	6,2%

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне)

- Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
- Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її автора. Роботу направити на доопрацювання.
- Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Заявляю, що ознайомлений (-на) з повним звітом подібності, який був згенерований Системою щодо роботи (додається)

Автор _____

(підпис)

Пономарчук Р.О.

(прізвище, ініціали)

Опис прийнятого рішення

Допустити до захисту

Особа, відповідальна за перевірку _____

(підпис)

Слободян Н.М.

(прізвище, ініціали)

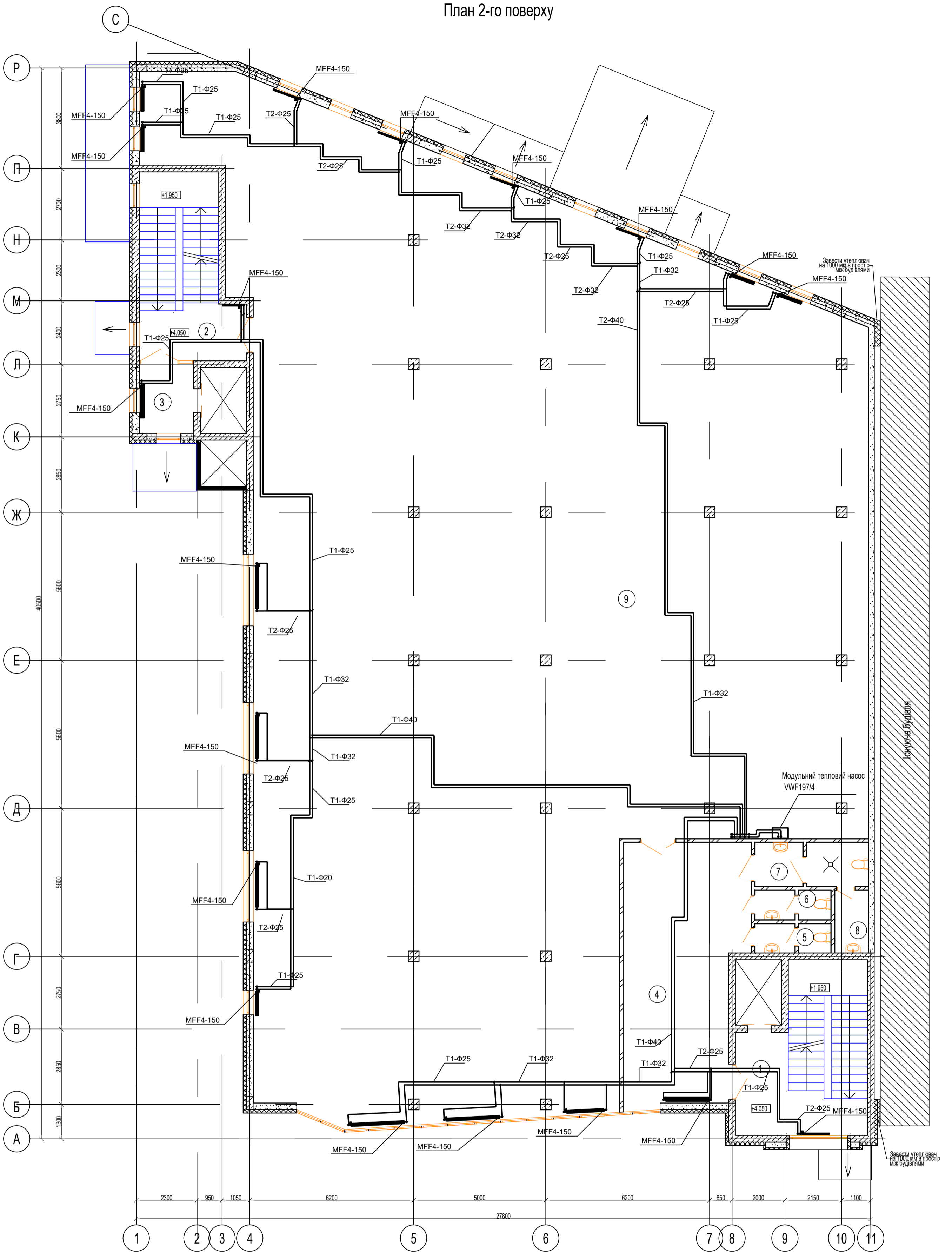
Експерт _____

(за потреби)

(підпис)

(прізвище, ініціали, посада)

План 2-го поверху



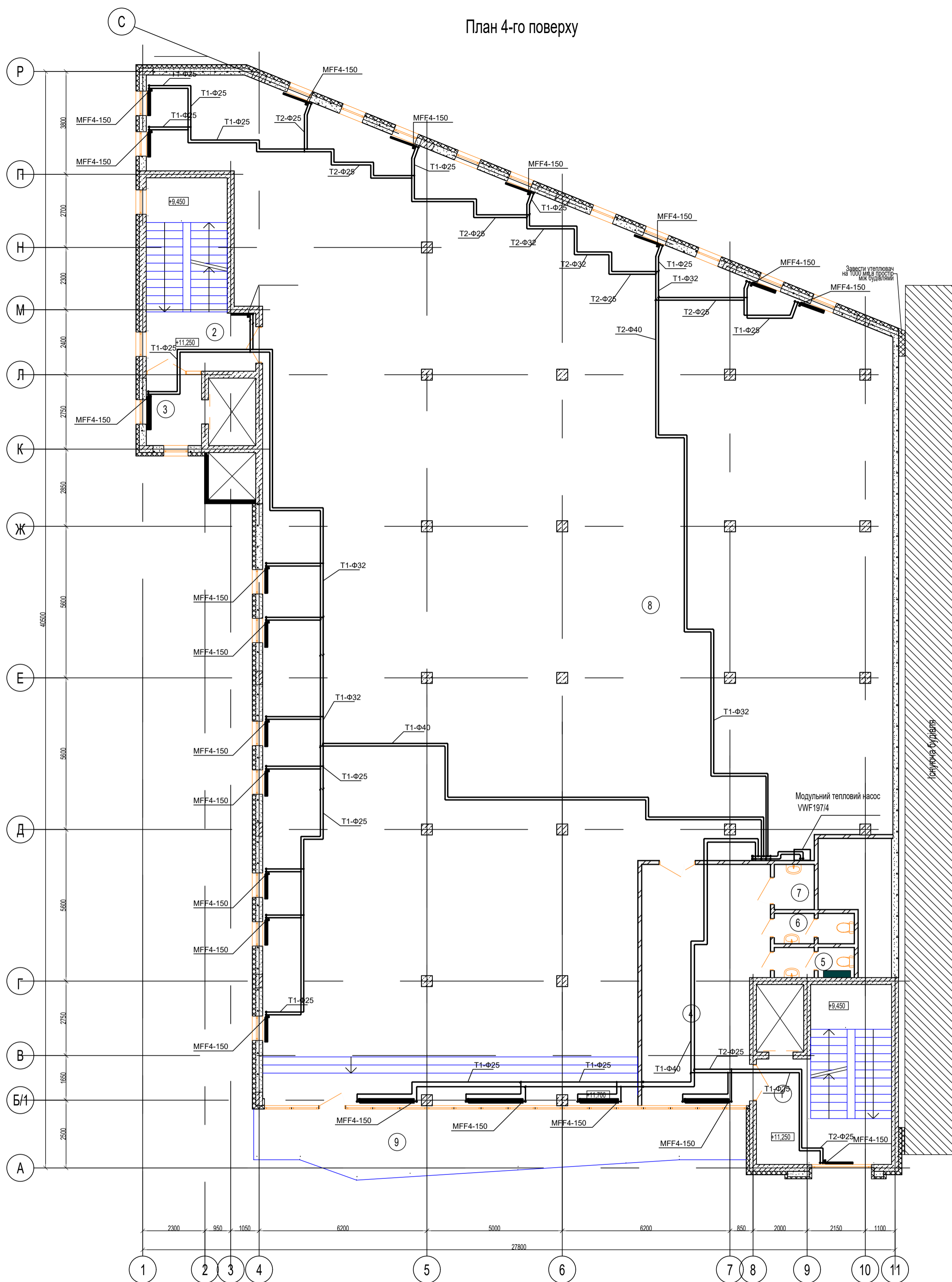
Експлікація приміщень 2-го поверху

Номер по плану	Найменування	Площа кв.м.	Кат. приміщ.
1	Сходова клітка	27,63	
2	Сходова клітка	23,60	
3	Ліфтовий хол	5,06	
4	Хол	43,06	
5	Вбиральня	2,99	
6	Вбиральня	2,99	
7	Вбиральня для МГН	6,81	
8	Приміщення прибирального інвентарю	3,00	В
9	Виставкова зала	723,01	

08-13.МКР.005.01.000 ОВ					
Комбіновані теплоносна системи опалення та вентиляції громадської будівлі.					
Змін	К-ть.	Арк	№ док	Підпис	Дата
Виконав					
Перевірив					
Н. контр.					
Рецензент					
Затвердив.					
Громадська будівля				Стадія	Аркуш
Тепло холодостачання. План 2, 3-го поверху				МКР	2
				Аркушів	
				ТГ-21м	

Зам. № 537-20

План 4-го поверху



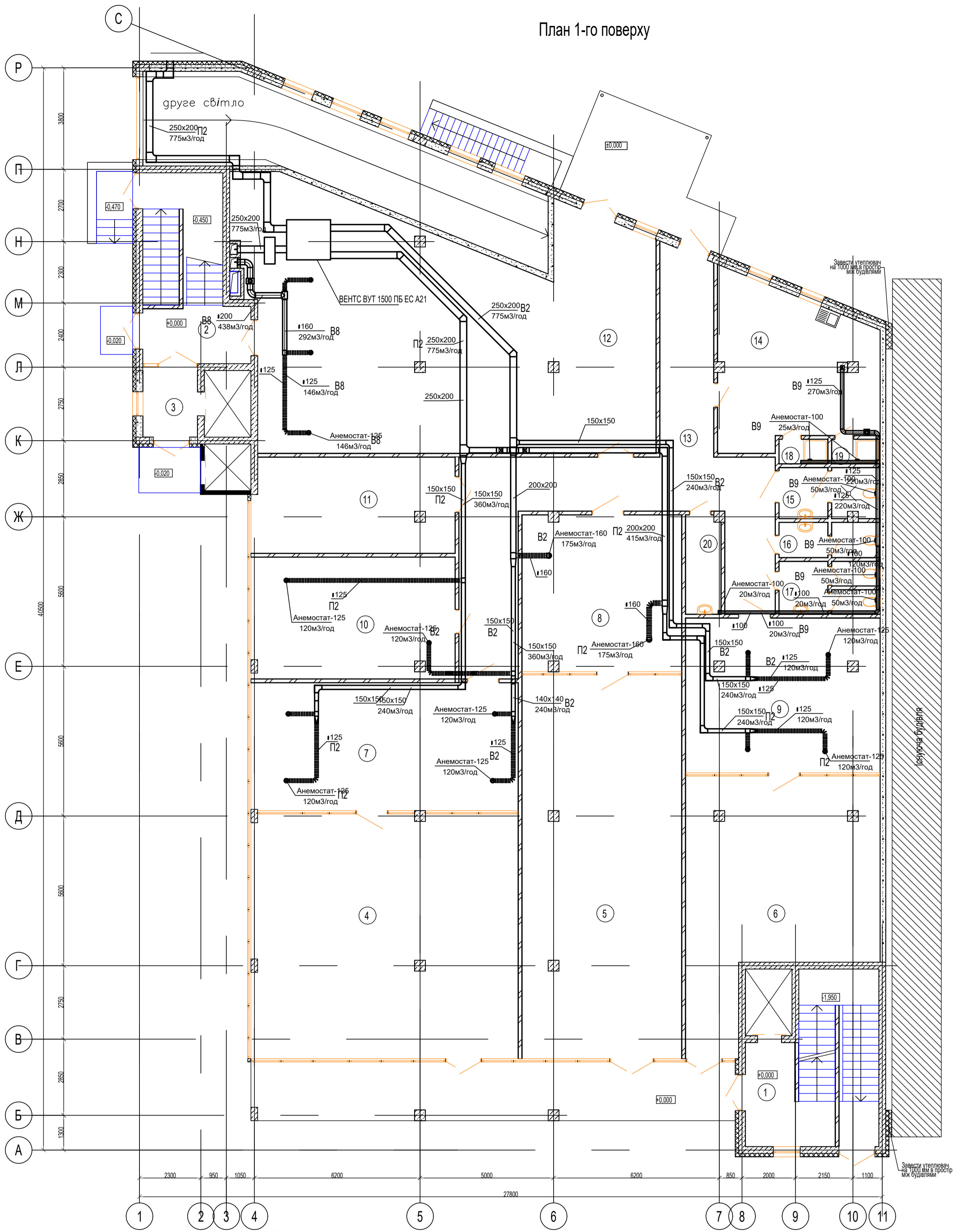
Експлікація приміщень 4-го поверху

Номер по плану	Найменування	Площа кв.м.	Кат. приміщ.
1	Сходова клітка	27,63	
2	Сходова клітка	23,60	
3	Ліфтовий хол	5,06	
4	Хол	38,57	
5	Вбиральня	3,06	
6	Вбиральня	3,06	
7	Приміщення прибирального інвентарю	2,41	В
8	Виставкова зала	698,94	
9	Балкон	37,05	

08-13.МКР.005.01.000 ОВ					
Комбіновані теплонасосні системи опалення та вентиляції громадської будівлі.					
Змін	К-ть.	Арк	№ док	Підпис	Дата
Виконав	Пономарчук				
Перевірив	Панкевич				
Н. контр.	Панкевич				
Рецензент	Ковальський				
Затвердив.	Ратушняк				
Громадська будівля				Стадія	Аркуш
Тепло холодопостачання. План 4-го поверху				МКР	3
				ТГ-21м	

Зам. № 537-20
Підпис, дата
№ в ориг.

План 1-го поверху



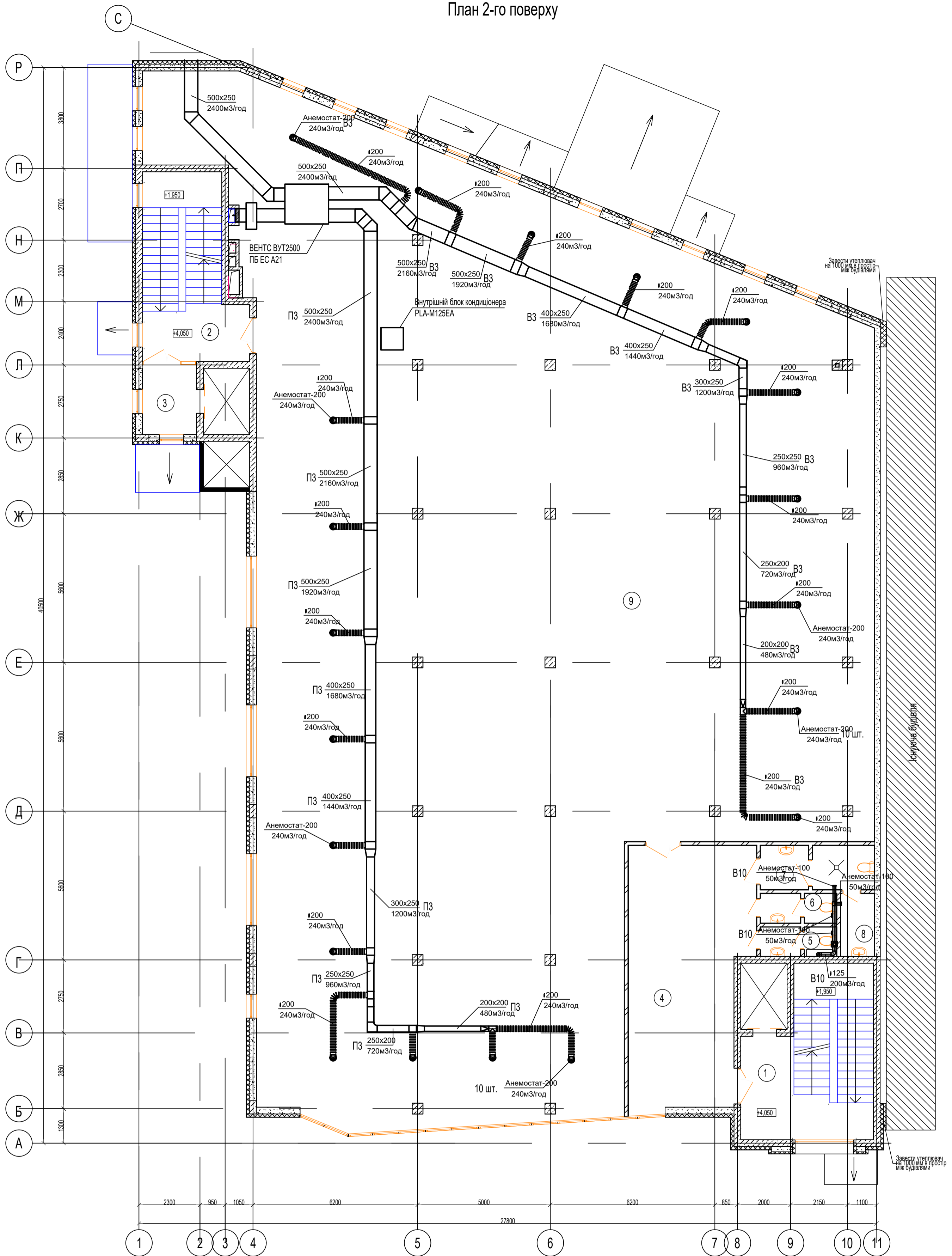
Таблиця повітрообміну приміщень

Номер по плану	Найменування	Площа кв.м.	Об'єм куб.м.	Витрата повітря м3/год		Кратність 1/год	
				Приплив.	Витяжка.	Приплив.	Витяжка.
7	Торгова зала	47,74	158	240	240	1,5	1,5
8	Торгова зала	34,65	116	175	175	1,5	1,5
9	Торгова зала	41,68	139	210	210	1,5	1,5
10	Канторське приміщення	34,32	113	120	120	1,1	1,1
11	Зберігання пакувальних матеріалів, білизняна	26,75	89		89		1
15	Вбиральня для МГН	6,70	50		50		1
16	Вбиральня	4,69	50		50		1
17	Вбиральня	6,78	50		50		1
18	Душова	1,62	25		25		1
19	Душова	1,62	25		25		1
20	Приміщення прибирального інвентарю	4,80	20		20		1
12	Приміщення зберігання товарів	133,39	438		438		1

08-13.МКР.005.01.000 ОВ					
Комбіновані теплонасосні системи опалення та вентиляції громадської будівлі.					
Змін	К-ть.	Арк	№ док	Підпис	Дата
Виконав	Пономарчук				
Перевірив	Панкевич				
Н. контр.	Панкевич				
Рецензент	Ковальський				
Затвердив.	Ратушняк				
Громадська будівля				Стадія	Аркуш
Вентиляція та кондиціонування. План 1-го поверху				МКР	4
				Аркушів	4
				ТГ-21м	

Зам. № 537-20
Підпис, дата
Ім'я, № орг.

План 2-го поверху

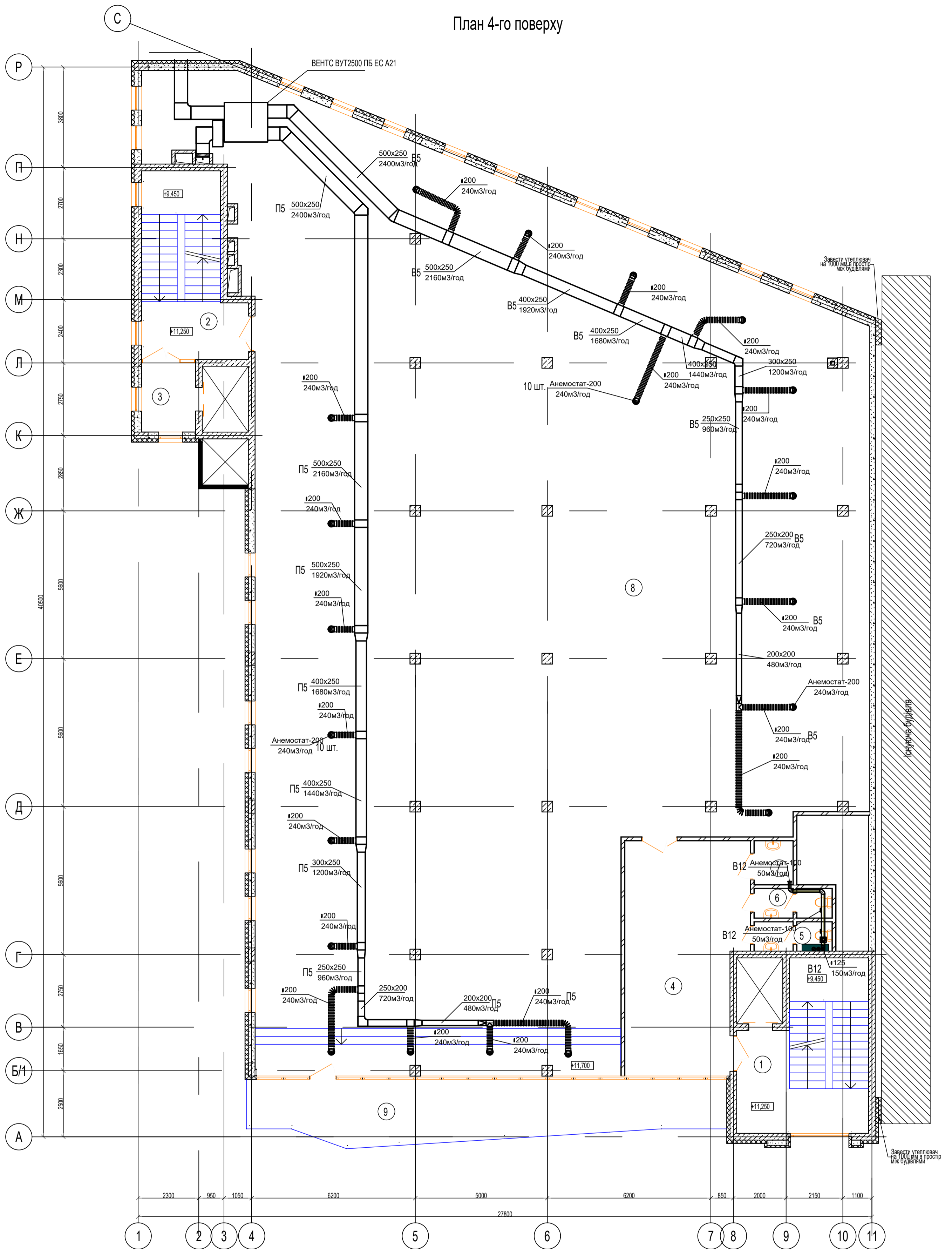


Зам. №	№
Підпис, дата	
Інв. № ориг.	537-20

Номер по плану	Найменування	Площа кв.м.	Об'єм куб.м.	Витрата повітря м³/год		Кратність 1/год	
				Приплив.	Витяжка.	Приплив.	Витяжка.
5	Вбиральня	2,99	10	50	50	5	5
6	Вбиральня	2,99	10	50	50	5	5
7	Вбиральня для МГН	6,81	22	50	50	2,3	2,3
8	Приміщення прибирального інвентарю	3,00	10	20	20	2	2
9	Виставкова зала	723,01	2386	2400	2400	1	1

						08-13.МКР.005.01.000 ОВ		
						Комбіновані теплонасосні системи опалення та вентиляції громадської будівлі.		
Змін	К-ть.	Арк	№ док	Підпис	Дата	Громадська будівля		
Виконав	Перевірів	Панкевич	Панкевич					
Н. контр.	Рецензент	Затвердив.	Панкевич	Ковальський	Ратушняк	МКР	5	
Вентиляція та кондиціонування. План 2, 3-го поверху						ТГ-21м		

План 4-го поверху



Зам. №	№
Підпис, дата	
Інв. № ориг.	537-20

Номер по плану	Найменування	Площа кв.м.	Об'єм куб.м.	Витрата повітря м³/год		Кратність 1/год	
				Приплив.	Витяжка.	Приплив.	Витяжка.
5	Вбиральня	3,06	10		50		5
6	Вбиральня	3,06	10		50		5
7	Приміщення прибирального інвентарю	2,41	8		20		2,5
8	Виставкова зала	698,94	2386	2310	2310	1	1

08-13.МКР.005.01.000 ОВ					
Комбіновані теплонасосні системи опалення та вентиляції громадської будівлі.					
Змін	К-ть.	Арк	№ док	Підпис	Дата
Виконав	Пономарчук				
Перевірив	Панкевич				
Н. контр.	Панкевич				
Рецензент	Ковальський				
Затвердив.	Ратушняк				
Громадська будівля				Стадія	Аркуш
Вентиляція та кондиціонування. План 4-го поверху				МКР	6
				ТГ-21м	

Схема системи тепло холодопостачання 1-го поверху

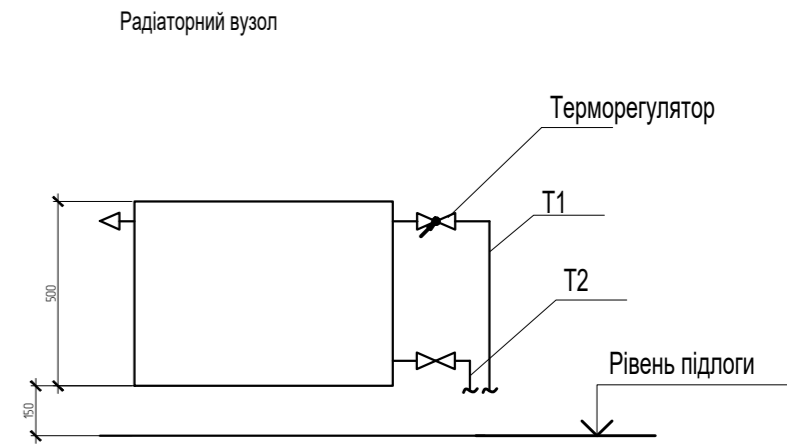
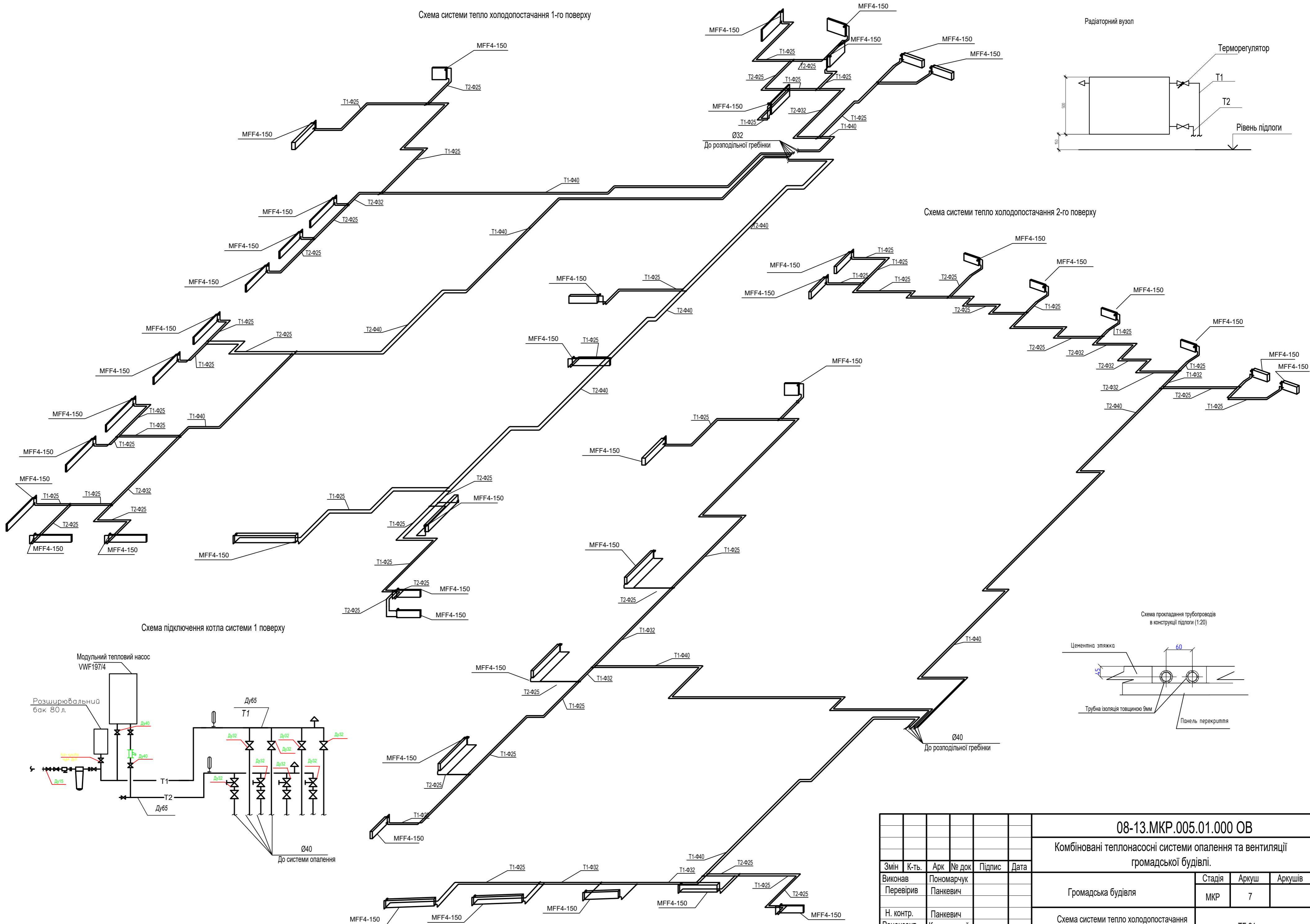


Схема системи тепло холодопостачання 2-го поверху

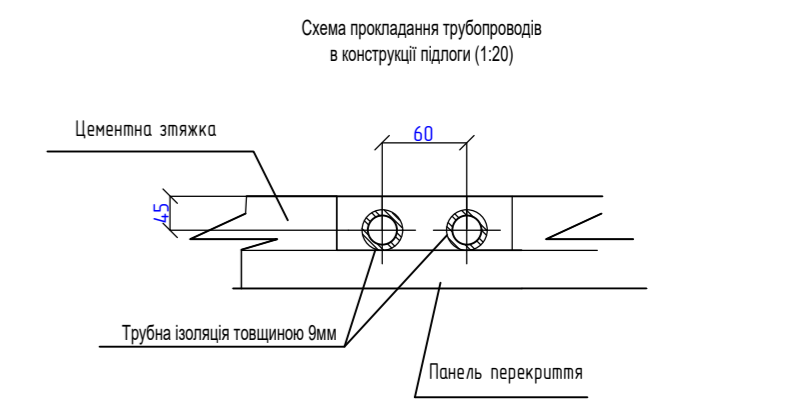
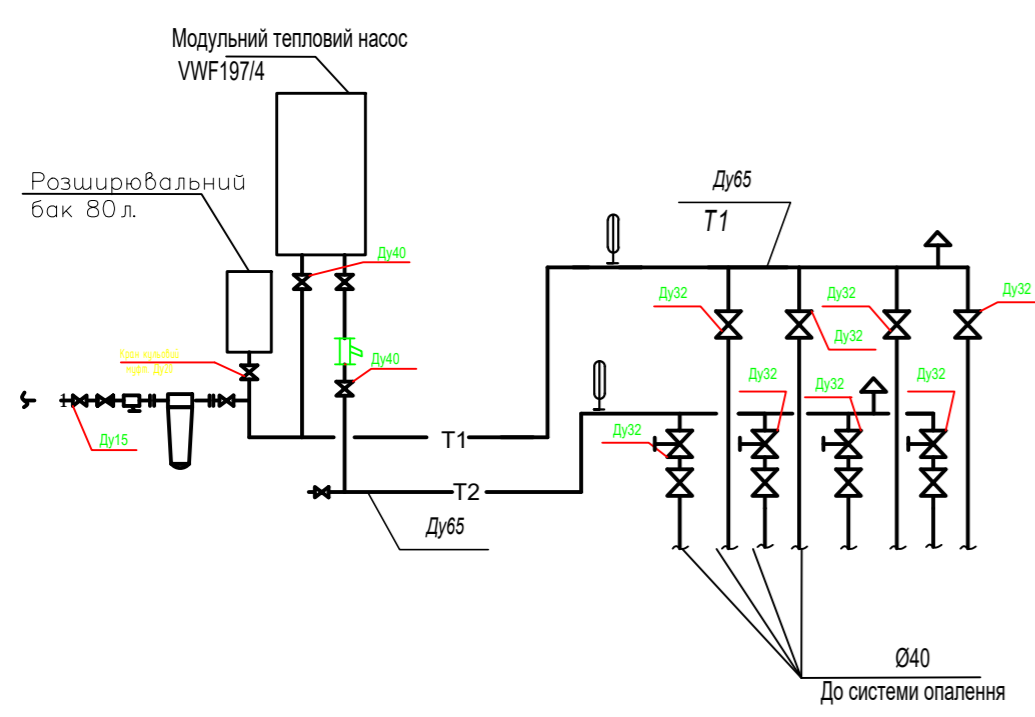


Схема підключення котла системи 1 поверху



						08-13.МКР.005.01.000 ОВ			
						Комбіновані теплоносна системи опалення та вентиляції громадської будівлі.			
Змін	К-ть.	Арк	№ док	Підпис	Дата	Громадська будівля	Стадія	Аркуш	Аркушів
Виконав	Перевірив	Панкевич	Панкевич			МКР		7	
Н. контр.	Рецензент	Затвердив.	Панкевич	Ковальський	Ратушняк	Схема системи тепло холодопостачання 1, 2-го поверху	ТГ-21м		

Зам. № 537-20
Підпис, дата
Інв. № ориг.

Схема системи тепло холодопостачання 3-го поверху

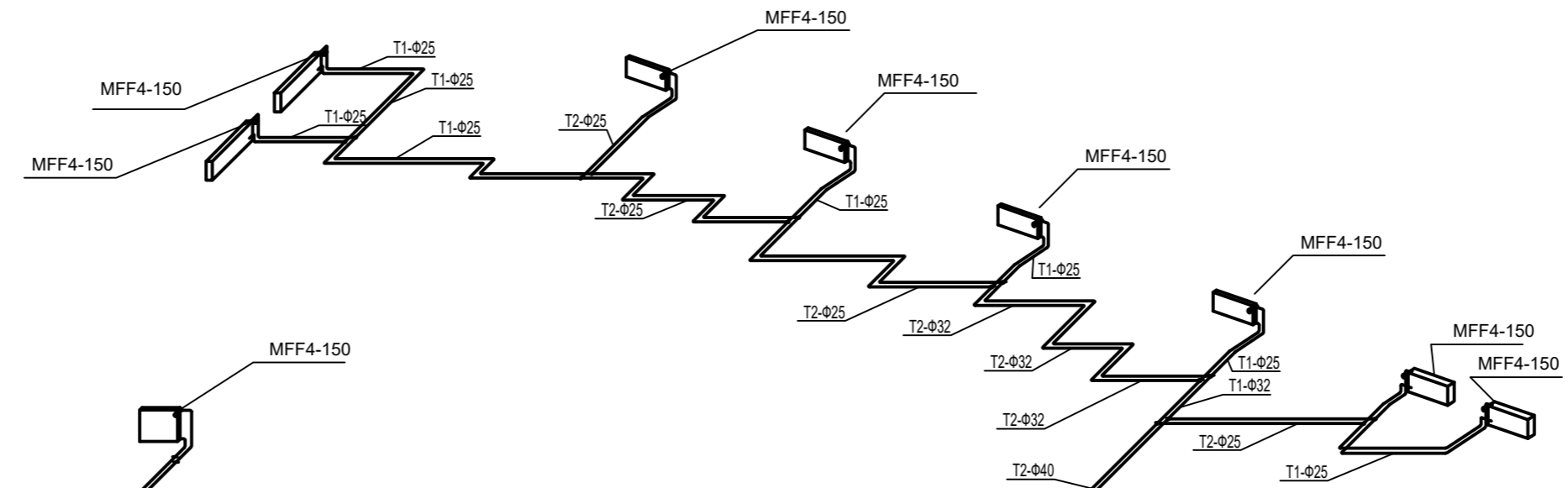


Схема системи тепло холодопостачання 4-го поверху

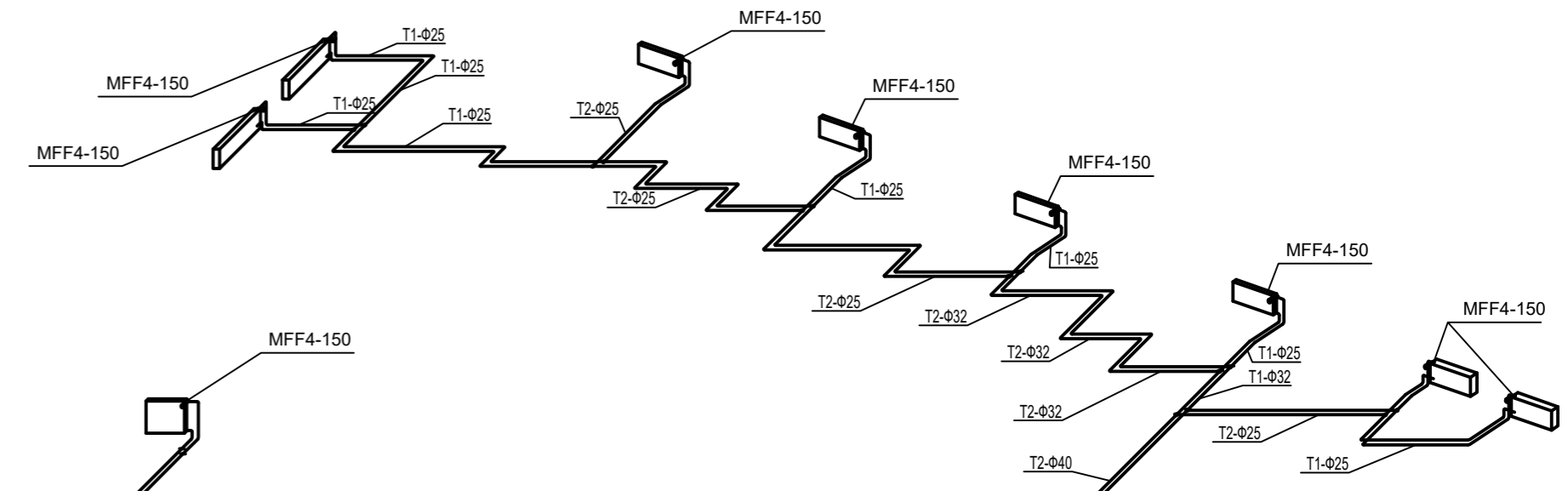
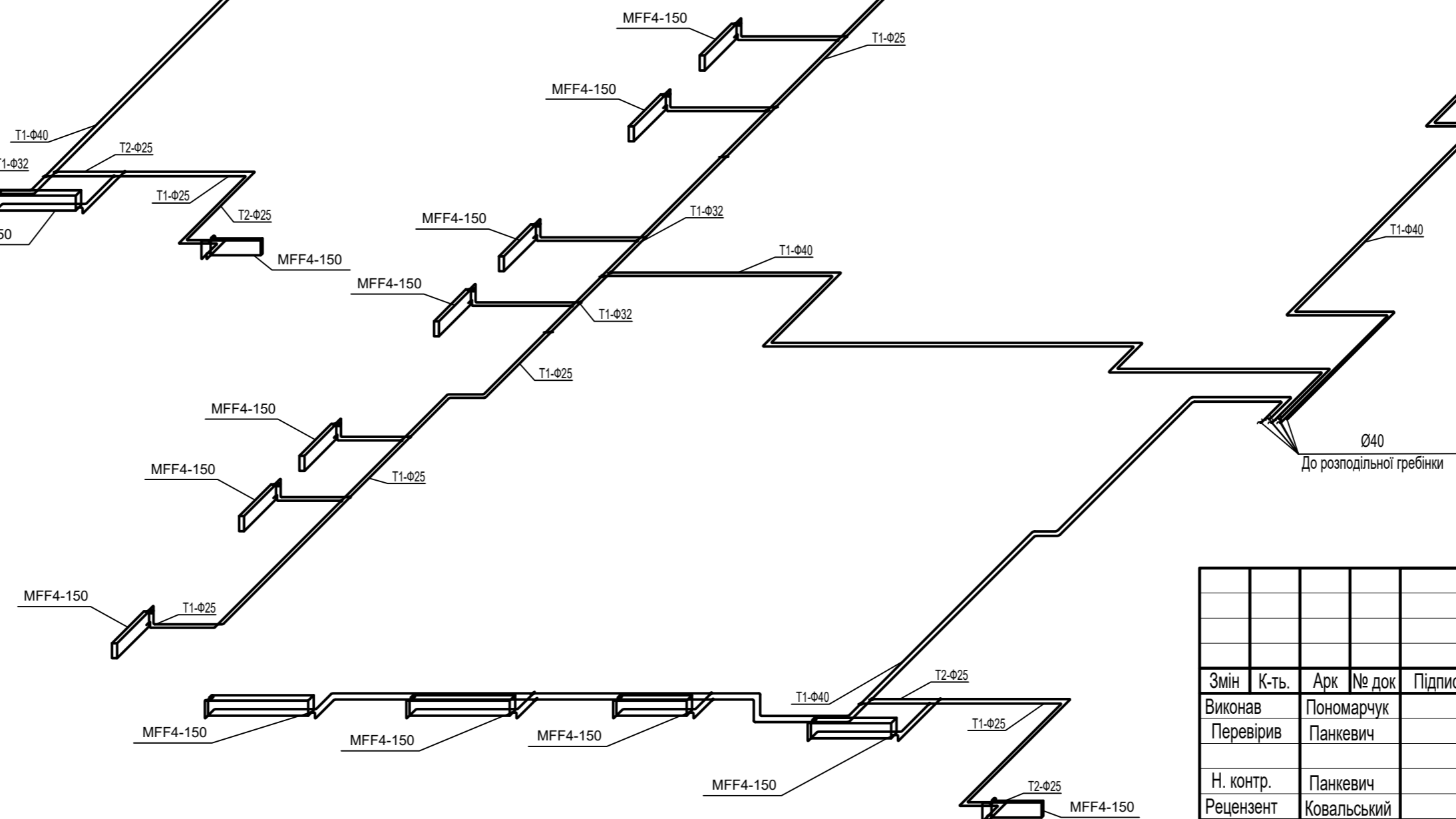
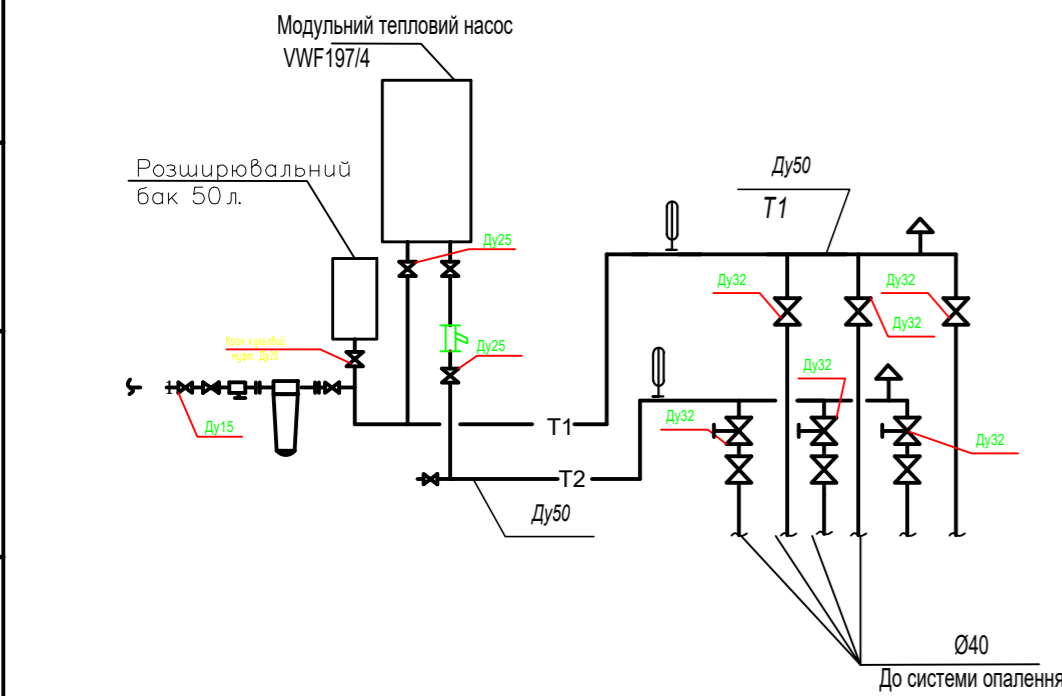


Схема підключення котла систем 2, 3, 4 поверхів



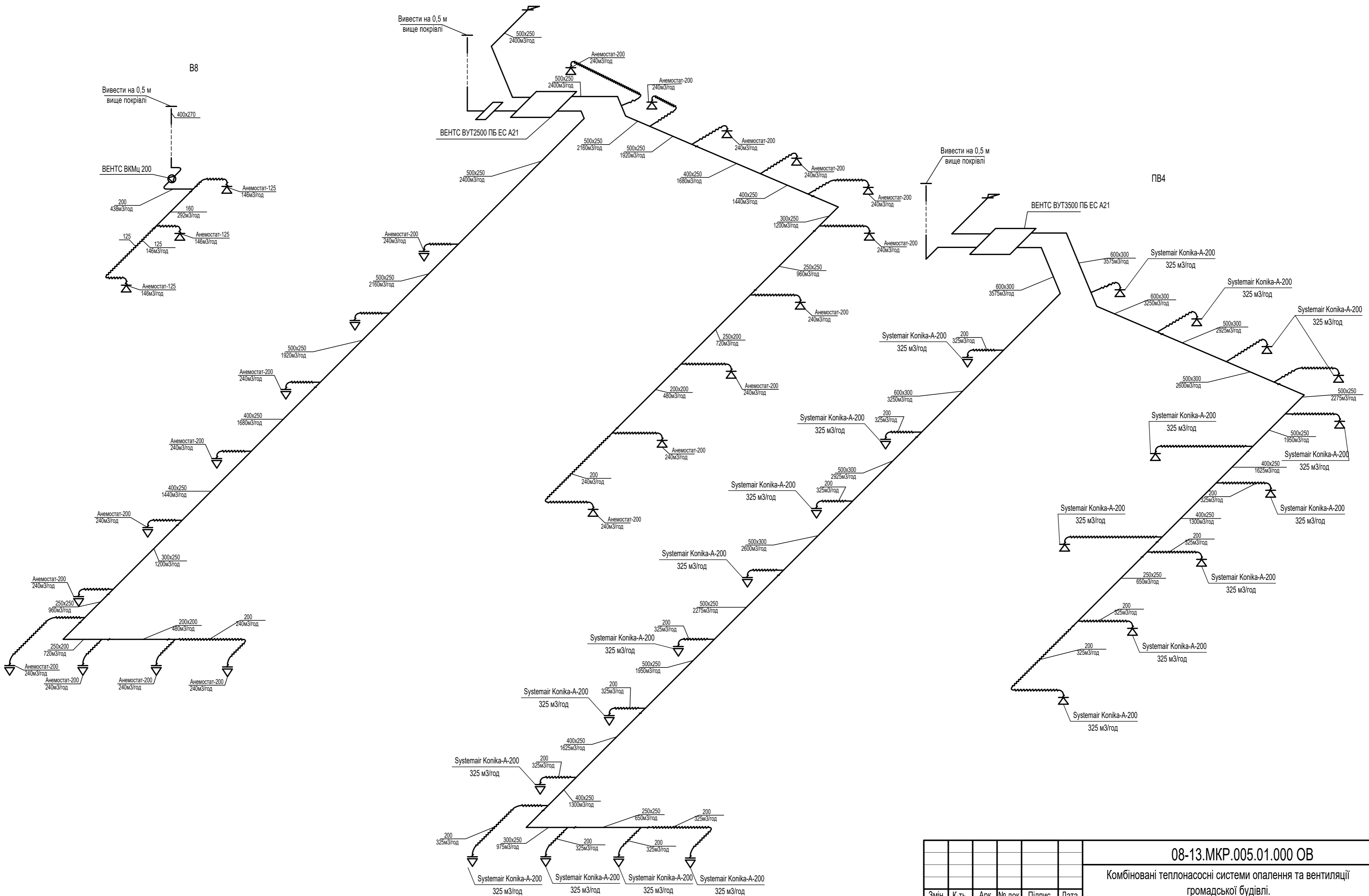
						08-13.МКР.005.01.000 ОВ			
						Комбіновані теплоносна системи опалення та вентиляції громадської будівлі.			
Змін	К-ть.	Арк	№ док	Підпис	Дата	Громадська будівля	Стадія	Аркуш	Аркушів
Виконав	Перевірив	Пономарчук	Панкевич				МКР	8	
Н. контр.	Рецензент	Затвердив.	Панкевич	Ковальський	Ратушняк	Схема системи тепло холодопостачання 3, 4-го поверху	ТГ-21м		

Зам. № 537-20
 Підпис, дата
 № в ориг.

ПВ3

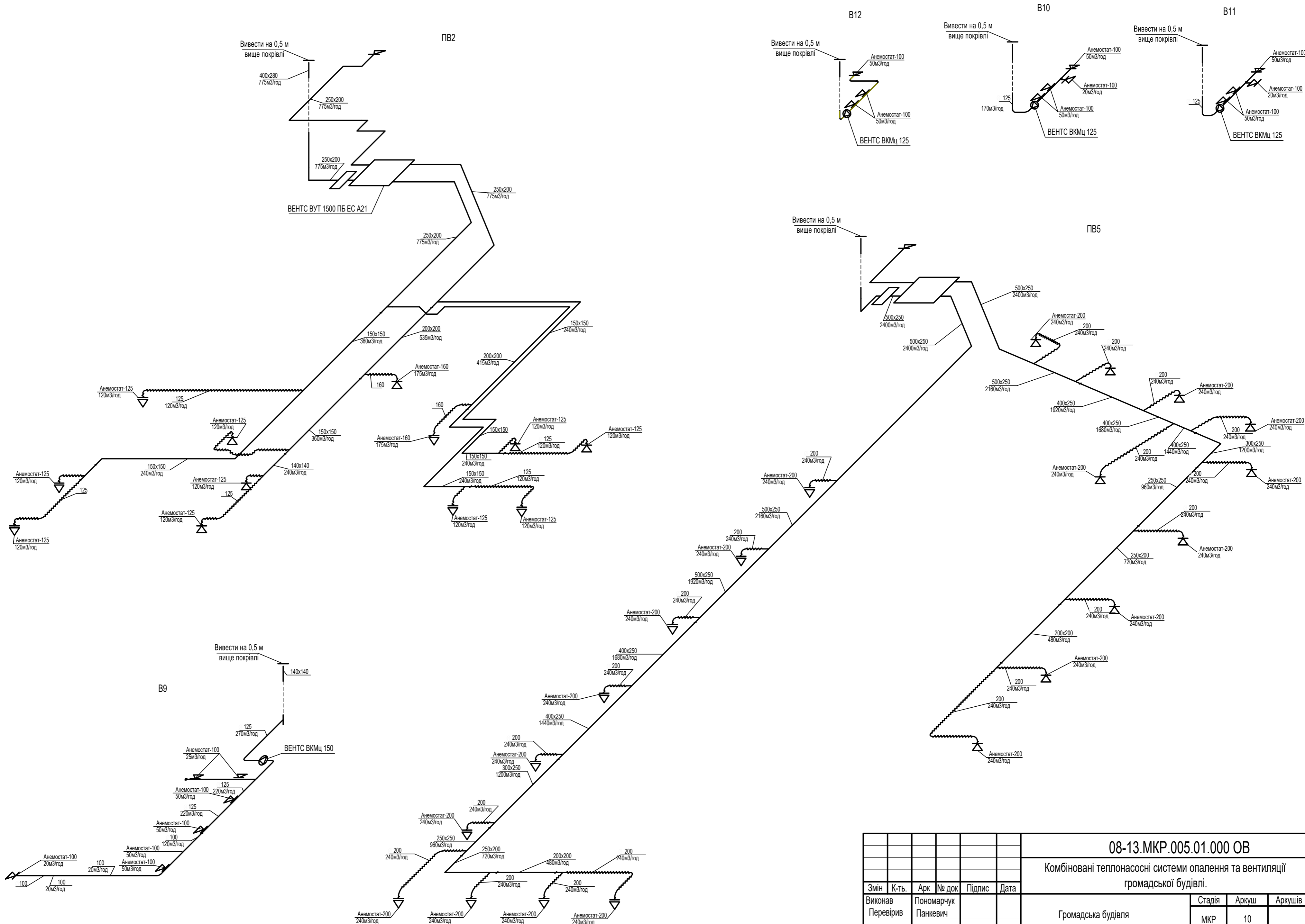
В8

ПВ4



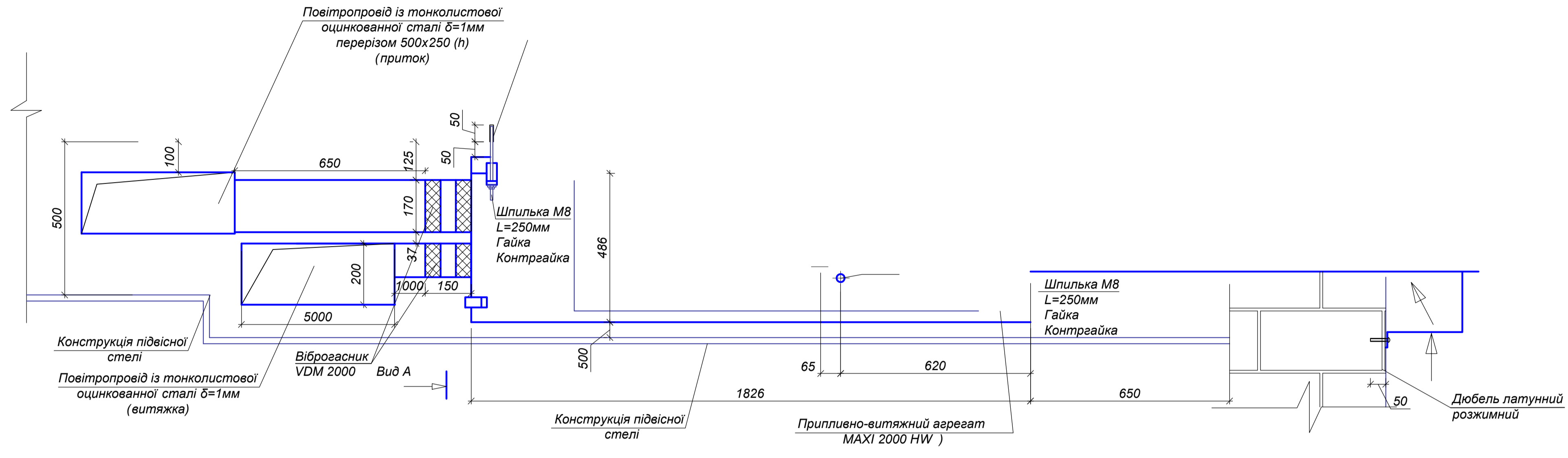
Зам. № 537-20
 Підпис, дата
 Інв. № ориг.

						08-13.МКР.005.01.000 ОВ			
						Комбіновані теплонасосні системи опалення та вентиляції громадської будівлі.			
Змін	К-ть.	Арк	№ док	Підпис	Дата	Громадська будівля	Стадія	Аркуш	Аркушів
Виконав	Перевірив	Панкевич	Панкевич				МКР	9	
Н. контр.	Рецензент	Затвердив.	Панкевич	Ковальський	Ратушняк	Схема ПВ3, ПВ4, В8	ТГ-21м		



Зам. № 537-20
 Підпис, дата
 Інв. № ориг.

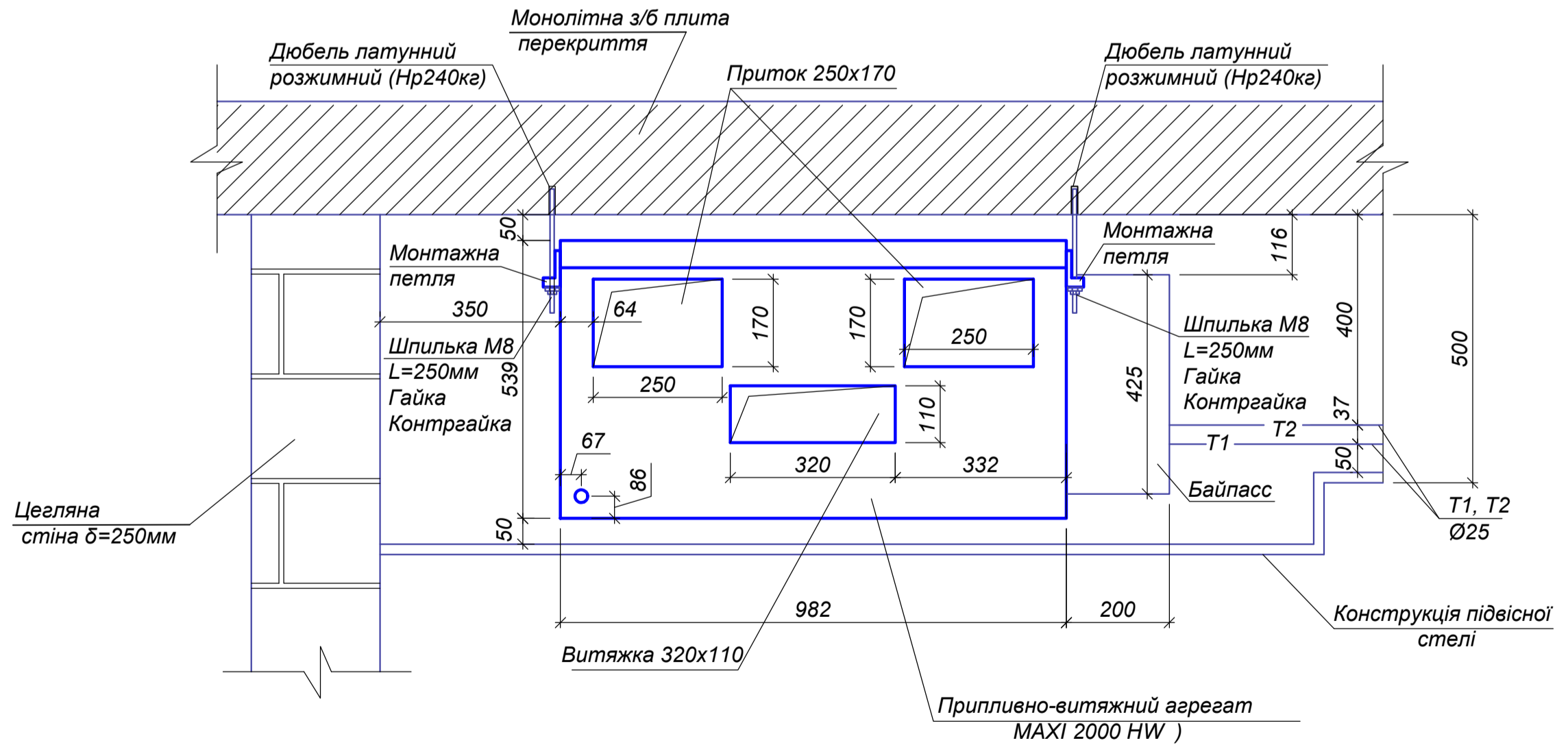
08-13.МКР.005.01.000 ОВ					
Комбіновані теплонасосні системи опалення та вентиляції громадської будівлі.					
Змін	К-ть.	Арк	№ док	Підпис	Дата
Виконав	Перевірів	Панкевич	Панкевич		
Н. контр.	Рецензент	Панкевич	Ковальський		
Затвердив.		Ратушняк			
Громадська будівля				Стадія	Аркуш
ПВ2, ПВ5, В9, В10, В11, В12				МКР	10
Аркушів				ТГ-21м	



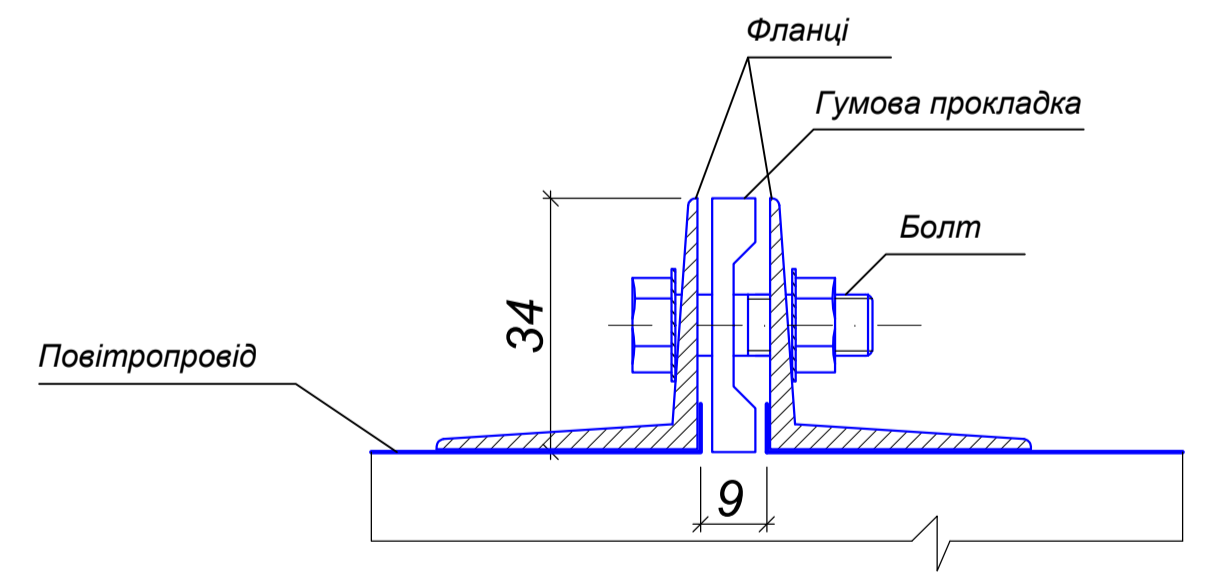
Специфікація

№ позиц.	Найменування	Одиниця виміру	Кількість
1	Цементно-піщаний розчин	м ³	0.0011
2	Шайба М16	шт	4
3	Гайка М16	шт	4
4	Теплоізоляція пінотекс, δ= 5 мм	м ² в перерізі	3,2
5	Шпилька М16, l = 0,59 м	шт	2
6	Монтажна рейка, l = 0,750 м	шт	1

Вид А



Фланцеве з'єднання повітропроводів



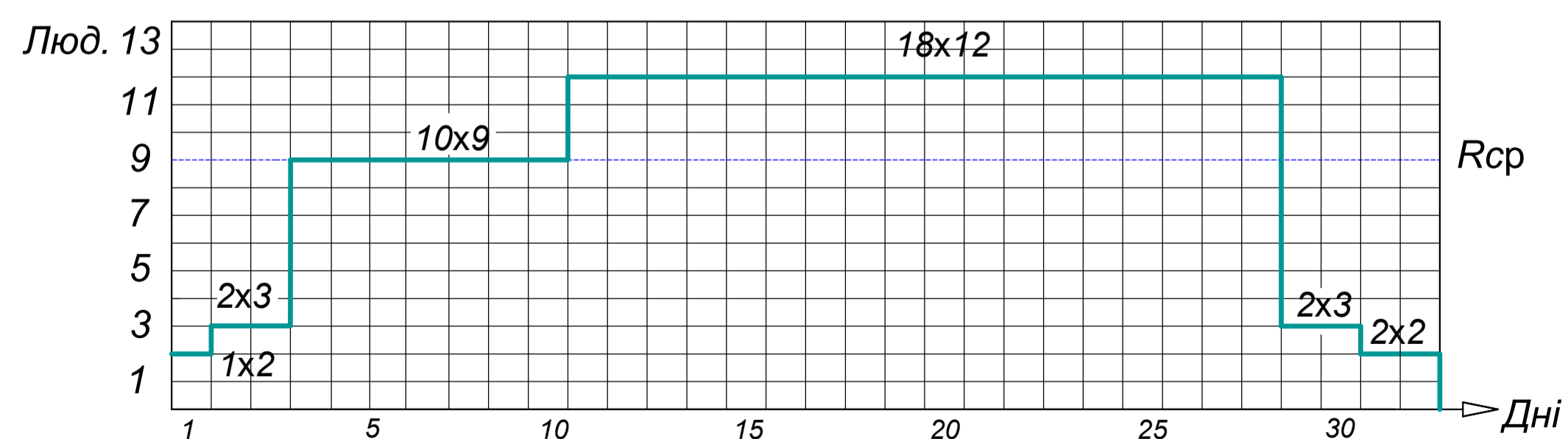
№, № ориг., Габарити, дата, Взам. № №

08-13.МКР.005.01.000.0В					
Комбіновані теплоснабні системи опалення та вентиляції громадської будівлі.					
Змін.	К-ть	Арх.	№ док.	Підпис.	Дата.
Виконав.	Перевірив.	Проєктував.	Печатив.		
Н. конпр.	Резервент.	Затвердив.	Кобольський	Ратушняк	
Громадська будівля				Сторінка	Аркцих
Монтажні деталі				МКР	11
				ТГ-214	

Календарний план виконання робіт

№ П/П	Найменування робіт	Один. вим.	Об'є-ми	Норма часу люд/год	Трудо-міст-кість	Виконавці	Трива-лість	Змін-ність	Березень, квітень 2023 року																																	
									кіль-кість	Професійний склад	1	2	3	4	5	9	10	11	12	15	16	17	18	19	22	23	24	25	26	29	30	31	1	2	5	6	7	8	9	12	13	14
											1	2	3	5	10	10	15	15	20	25	30	25	30																			
1	Транспортування і складування матеріалів та виробів	т	2,9	3,1	1,2	2	водій, монтажник 3 розряду	1	1	1(2)																																
2	Розмітка вісей, монтаж підвісок і кронштейнів	шт	40	2,1	10,5	3	монтажники 3,4 та 5 розряду	3	1	3(3)																																
3	Прокладка повітропроводів із оцинкованої сталі δ=0,5-0,7мм	100 м²	2,25	239,7	66,3	6	монтажники 3р.-3 монтажник 4р.-3	11	1						11(6)																											
4	Встановлення ґраток жалюзійних	шт	69	1,82	11,4	3	монтажник 4р.-1 монтажник 3р.-2	4	1																																	
5	Монтаж припливно-витяжних агрегатів з рекуперацією, шумоглушників, байпасів, клапанів	шт	4	8,19 1,31 1,75 2,41	11,3	3	монтажники 4р.-3	4	1						4(3)																											
6	Монтаж осьових вентиляторів, шумоглушників, теплової завіси	шт	2	10,2 1,85 8,2	3,98	3	монтажники 4р.-3	1,5	1						1,5(3)																											
7	Монтаж труб водогазопровідних Ø20-25	100м	1,50	55,27	10,3	3	монтажники 4р.-3	3,5	1																																	
8	Випробування і пусконаладка систем вентиляції	шт	6	5,6 2,8	2,8 1,4	3	інженер-2 технік-1	2	1																																	
9	Доставка і складування матеріалів та виробів для системи опалення	т	1,9	3,1	0,8	2	водій, монтажник 3 розряду	1	1																																	
10	Розмітка місць прокладання трубопроводів	100м	6,67	1,64	1,37	1	слюсар-сантехнікбр	1	1																																	
11	Монтаж Р/Е трубопроводів до Øу50	100м	5,89	172,2	123	9	слюсар-сантех. 4 р.-5 слюсар-сантех. 3 р.-4	14	1																																	
12	Монтаж вентелів, кранів, гідророзподільників	шт	90	0,2		8,4	3	слюсар-сантех. 4 р. слюсар-сантех. 3 р.-2	3	1																																
13	Монтаж фанкойлів	100кВт	0,6833	96,92																																						
14	Монтаж вузла теплового насоса	шт	4	160,0	20,0	3	слюсар-сантех. 5 р. слюсар-сантех. 4 р.-2	7	1																																	
15	Монтаж сталевих трубопроводів	100м	0,78	55,27	5,3	3	слюсар-сантех. 4 р. слюсар-сантех. 3 р.-2	2	1																																	
16	Перше робоче випробування трубопроводів системи опалення	100м	6,67	5,3	4,4	3	слюсар-сантех. 5 р. слюсар-сантех. 4 р. слюсар-сантех. 3 р.	1	1																																	
17	Робоча перевірка системи в цілому	100м	6,67	2,8	2,3	3	слюсар-сантех. 6 р. слюсар-сантех. 5 р. слюсар-сантех. 4 р.	1	1																																	
18	Кінцева перевірка системи перед здачею в експлуатацію	100м	6,67	2,3	1,9	2	слюсар-сантех. 6 р. слюсар-сантех. 5 р.	1	1																																	
19	Вивезення з об'єкту матеріалів та обладнання	т	0,40	3,1	0,2	2	водій, монтажник 3 розряду	1	1																																	

Графік руху робітників

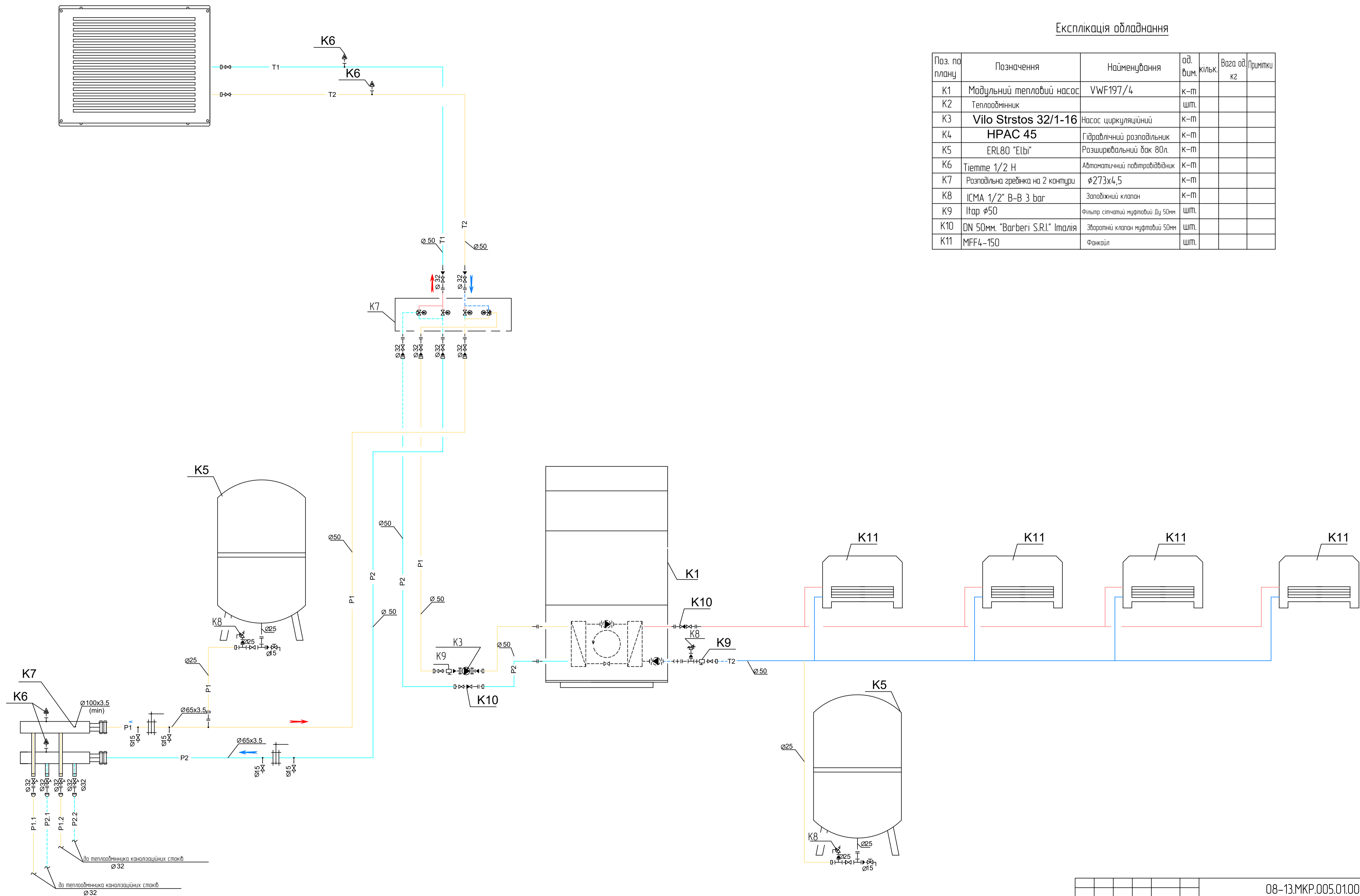


Автомобіль ГАЗ-3302	
Перфоратор DeWalt SDS Max	
Труборіз DeWalt RD25-40	

Техніко-економічні показники

Формула	Результат
$R_{сер} = Q_{заг} / T_{заг}$	9 люд.
$\alpha 1 = R_{сер} / R_{max} \rightarrow 1$	0,71
$\alpha 2 = Q_{надп} / Q_{заг} \rightarrow 0$	0,16
$\alpha 3 = T_{вст} / T_{заг} \rightarrow 1$	0,49

08-13.МКР.005.01.000.0В					
Комп'ютерні теплонасосні системи опалення та вентиляції громадської будівлі.					
Змін.	К-ть	Арх.	№ док.	Підпис	Дата
Виконав	Панчарчук				
Перевірив	Панчарчук				
Н. контр.	Панчарчук				
Рецензент	Кобальський				
Запітерив	Ротчицький				
Громадська будівля				Мікр.	12
Календарний план виконання монтажних робіт				ТТ-2/4	



Експлікація обладнання

Поз. по плану	Позначення	Найменування	од. вим.	кільк.	Вага од. к2	Примітки
K1	Модульний тепловий насос	VWF197/4	к-т			
K2	Теплообмінник		шт.			
K3	Vilo Strstos 32/1-16	Насос циркуляційний	к-т			
K4	HPAC 45	Гідравлічний розподільник	к-т			
K5	ERL80 "Ebi"	Розширювальний бак 80л.	к-т			
K6	Tiemme 1/2 H	Автоматичний повітровідвідник	к-т			
K7	Розподільна гребінка на 2 контури	Ø273x4,5	к-т			
K8	ICMA 1/2" B-B 3 bar	Запобіжний клапан	к-т			
K9	Ifar Ø50	Фільтр сітчастий муфтовий Ду 50мм	шт.			
K10	DN 50мм. "Barberi S.R.I." Італія	Зворотний клапан муфтовий 50мм	шт.			
K11	MFF4-150	Фанкойл	шт.			

						08-13.MKP.005.01.000 OB		
						Комбіновані теплоснабні системи опалення та вентиляції громадської будівлі.		
Змін.	Кільк.	Архив	№Зак.	Підпис	Дата	Громадська будівля		Сторінка
Виконав	Панамарчук					МКР	13	13
Перевірив	Панкевич					Загальні дані (початок)		ТГ-21м
Н. контр.	Панкевич							
Рецензент	Кобальський							
Затвердив.	Рацішник							