

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: Інженерних систем та екології

Випускова кафедра: Теплотехніки

Освітній ступінь: «бакалавр»

Спеціальність: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітня програма: «Теплогазопостачання і вентиляція»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Декан факультету Приймак О.В.

„\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2024 року

**З А В Д А Н Н Я  
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА  
ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

Матвієнко Данііл Володимирович

(прізвище, ім'я та по батькові здобувача)

1. Тема роботи: Опалення, гаряче водопостачання багатоповерхового житлового будинку з розробкою індивідуального теплового пункту. затверджена наказом ректора КНУБА № 850/2 від «29» травня 2024 року.
2. Керівник роботи: к.т.н., доц. Чепурна Наталія Володимирівна.  
(прізвище, ім'я та по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
3. Строк подання здобувачем роботи до захисту: 20.06.24
4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Вступ

1. Вихідні дані для проектування
2. Опалення
3. Гаряче водопостачання
4. Індивідуальний тепловий пункт
5. Технології монтажу системи опалення
6. Охорона праці

Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Вступ	4.03.24-7.03.24
Розділ 1. Вихідні дані для проектування	7.03.24-12.03.24
Розділ 2. Опалення	14.03.24-20.03.24
Розділ 3. Гаряче водопостачання	21.03.24-30.03.24
Розділ 4. Індивідуальний тепловий пункт	1.04.24-7.04.24
Розділ 5. Технології та організація монтажу інженерних систем і мереж	10.04.24-20.04.24
Розділ 6. Охорона праці	21.04.24-29.04.24
Остаточне оформлення роботи	31.04.24-5.05.24
Направлення роботи для перевірки на плагіат	6.06.24-9.06.24
Попередній захист роботи на випусковій кафедрі	10.06.24-21.06.24
Направлення роботи на рецензування	16.06.24-28.06.24

Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірив	
		дата	підпис
Розділ 5.	Сенчук. М.П.	24.06.24	
Розділ 6.	Клімова І.В.	24.06.24	

Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

Зав. кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище, ініціали)

Керівник \_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище, ініціали)

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище, ініціали)

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Інженерних систем та екології

(факультет)

Теплотехніки

(назва випускової кафедри)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВР**

на тему:

«Опалення, гаряче водопостачання багатоповерхового житлового  
будинку з розробкою індивідуального теплового пункту»

Матвієнко Даніїл Володимирович

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

Київ - 2024 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Інженерних систем та екології

(факультет)

Теплотехніки

(назва випускової кафедри)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

Декан факультету Приймак О.В.

„\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2024 року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВР**

«Опалення, гаряче водопостачання багатоповерхового житлового  
будинку з розробкою індивідуального теплового пункту»

(назва)

Виконав: Матвієнко Даніїл Володимирович

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

192 Будівництво та цивільна інженерія

(спеціальність)

Теплогазопостачання і вентиляція

(освітня програма)

Група: ТВ-20

Керівник: к.т.н., доц. Чепурна Н. В.

(прізвище та ініціали)

*Ідентичність підтверджую*

Київ - 2024 р.

## ЗМІСТ

Вступ .....	8
1 Вихідні дані для проектування .....	11
1.1 Будівельна характеристика об'єкта проектування.....	12
1.1.1 Архітектурно-планувальне рішення.....	13
1.1.2 Об'ємно-планувальне рішення.....	14
1.1.3 Архітектурно-конструктивне рішення.....	16
1.1.4 Інженерне забезпечення будинку.....	17
1.1.5 Протипожежні заходи.....	20
1.1.6 Охорона навколишнього природного середовища.....	20
1.2 Метеорологічні дані.....	21
2 Опалення.....	24
2.1 Розрахункові параметри зовнішнього повітря.....	25
2.2 Розрахункові параметри внутрішнього повітря.....	25
2.3 Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій.....	25
2.3.1 Умови експлуатації огорожувальних конструкцій.....	25
2.3.2 Мінімально допустимі значення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій.....	26
2.3.3 Теплотехнічні властивості матеріалів огорожень.....	27
2.3.4 Розрахунковий опір теплопередачі огород. конструкцій.....	29
2.4 Розрахунок тепловтрат приміщень.....	31
2.5 Проектування системи опалення.....	35
2.6 Гідравлічний розрахунок трубопроводів системи опалення.....	41
2.7 Теплова потужність системи опалення.....	44
2.8 Річне теплоспоживання системи опалення.....	44
3 Гаряче водопостачання.....	45
3.1 Обґрунтування та вибір системи гарячого водопостачання.....	46
3.2 Визначення розрахункових витрат води.....	48
3.3 Гідравлічний розрахунок трубопроводів СГВП.....	49
4 Індивідуальний тепловий пункт.....	53

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		5

4.1 Вибір схеми приєднання, розрахунок та підбір теплообмінників.....	54
4.2 Підбір обладнання індивідуального теплового пункту.....	59
4.3 Розрахунок об'єму бака акумулятора.....	61
4.4 Підбір лічильника.....	64
4.5 Підбір балансувального клапана.....	65
5 Технології та організація монтажу інженерних систем і мереж.....	66
5.1 Підготовчі роботи до монтажу системи опалення.....	67
5.2 Особливості та вимоги до монтажу трубопроводів горизонтальної двотрубною системи опалення.....	67
5.3 Монтажене креслення системи опалення.....	68
5.4 Організація монтажу систем опалення.....	70
5.4.1 Календарне планування будівельно-монтажних робіт.....	70
5.4.2 Побудова послідовного та потокового графіку будівельно-монтажних робіт.....	71
6 Охорона праці.....	74
6.1 Аналіз проекту по небезпечним та шкідливим факторам.....	75
6.2 Заходи профілактики виявлених факторів.....	76
6.2.1 Падіння людей з висоти.....	76
6.2.2 Падіння предметів з висоти.....	77
6.2.3 Електричний струм.....	77
6.2.4 Вібрація.....	78
6.2.5 Виробничий шум.....	78
6.2.6 Шкідливі речовини.....	79
6.2.7 Освітлення робочих місць.....	79
6.2.8 Метеорологічні умови.....	79
6.2.9 Термічний фактор.....	80
6.2.10 Пожежна безпека.....	80
Література.....	82
Додатки.....	84

## ПЕРЕЛІК ГРАФІЧНОГО МАТЕРІАЛУ

Аркуш 1 План техпідпілля для (секції А, Б) Опалення.

Аркуш 2 План 1-го поверху (секції А, Б) Опалення, ГВП.

Аркуш 3 Схеми стояків магістральних трубопроводів (по техпідпіллю) системи опалення.

Аркуш 4 План неопалюваного горища, аксонометрична схема стояків СГВП.

Аркуш 5 Індивідуальний тепловий пункт.

Аркуш 6 Технологія та організація будівельно-монтажних робіт.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл. д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		7

# Вступ

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		8

Технічні рішення, які були застосовані у кваліфікаційній роботі, відповідають таким вимогам: екологічним, санітарним, енергетичним та інших норм, які діють на території України і гарантують безпеку для життя користувачів під час експлуатацію об'єкта при дотриманні заходів безпеки, що прийняті на вказаному об'єкті.

Проект реалізовувався з застосуванням і відповідно до вимог нижче вказаних нормативних документів, які діють на території України:

- ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування;
- ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія;
- ДСТУ-Н Б В.2.5-73:2013 Настанова з монтажу внутрішніх санітарно-технічних систем;
- ДБН В.2.2-15:2019 Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення;
- ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель;
- ДБН В.1.2-10:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Захист від шуму та вібрації;
- ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги;
- ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення.

Креслення та описи до пояснювальної записки проекту були розроблені відповідно до основних державних стандартів:

- ДСТУ Б А.2.4-1:2009. СПДБ. Умовні зображення і позначки трубопроводів та їх елементів;
- ДСТУ Б А.2.4-4:2009. СПДБ. Основні вимоги до проектної та робочої документації;

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		9

- ДСТУ Б А.2.4-8:2009. СПДБ. Умовні графічні зображення і позначки елементів санітарно-технічних систем;
- ДСТУ Б А.2.4-10:2009. СПДБ. Правила виконання специфікації обладнання, виробів і матеріалів;
- ДСТУ Б А.2.4-41:2009. СПДБ. Опалення, вентиляція і кондиціонування повітря. Робочі креслення;

а також інших чинних в Україні стандартів, що визначають склад і правила оформлення проектної документації систем опалення і вентиляції будівель та споруд різного призначення.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
							10
Зм.	Кіл. д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

# Розділ 1

## *ВИХІДНІ ДАННІ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ*

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл. д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		11

## 1.1 Будівельна характеристика об'єкта проектування

Конструкція будинку являє собою монолітний каркас. У таких будівлях навантаження переноситься на монолітний залізобетонний каркас і при цьому немає необхідності встановлювати товсту внутрішню несучу перегородку яка б несла на собі частину навантаження, а зовнішні стіни служать тільки у якості захисних і теплоізоляційних конструкцій. Як правило, зовнішня стінка має панельну конструкцію, виконана з цегли, навісна і т.д. (У цьому проекті вона зроблена з керамзит бетону)

Важливою та сильною стороною монолітно-каркасного будинку можна вважати те, що вони можуть бути побудовані в умовах дуже обмеженого простору (серед промислових об'єктів, по серед міського центру і т.д.) – саме це розширює можливість будівництва. Серед характеристик будівельних конструкцій особливо важлива їх міцність та жорсткість. Монолітні будови в цьому відношенні унікальні та не мають собі рівних і є більш перспективними ніж панельні будинки. В особливості на монолітні споруди значно менше впливають процеси просідання ґрунту через відсутність стиків між плитами, що традиційно вважається най слабшим місцем панельної будівлі. В свою чергу монолітна конструкція забезпечує плавне та рівномірне осідання будівлі, так як вона перерозподіляє навантаження рівномірно і тим самим запобігає появі тріщин у фундаменті та стінах.

Використання монолітної технології збільшила свою актуальність у останні роки в зв'язку зі зростаючими потребами до теплоізоляційних властивостей огорожуючих конструкцій будівель [2]. Економічно не раціонально збільшувати властивості стійкості зовнішніх стінок до теплопередачі за рахунок підвищення опору теплопередачі, який відбувається за рахунок збільшення товщини стіни, через це придумали більш ефективну систему утеплення зовнішніх стін та фасадів за допомогою утеплювача, най частіше використовують такі матеріали як пінополістирол і мінеральна вата, яка в свою чергу оптимально вписується у схему монолітної конструкції.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		12

12-поверховий будинок побудований з використанням та застосування збірної панельної опалубки з багатошарової якісної деревини, що створює гладку поверхню і фактично готова до оздоблювальних робіт. Завдяки цьому методу дозволяється відмовитися від «мокрого» процесу – тоді стінки та стеля будинку фактично підготовані для подальшої обробки[2].

За рахунок мобільної опалубки зі збірних панелей можливо побудувати будівлю каркасного типу не прибігаючи до використання сталевих балок. Це задає широкий спектр варіантів побудувати будівлю з будь-яким фасадом та різноманітним внутрішнім плануванням кімнат (звичайно це виконується за бажанням замовників). За рахунок цього можна реалізувати незвичайні ідеї архітектора, що дуже здешевлює ціну на не типові рішення у будівельних роботах. Впершу чергу формуються внутрішні стіни і стеля поверхів будинку, при чому планування може бути будь-якої конфігурації та розмірів. Потім лишається тільки звести зовнішні стіни. На цьому етапі можна вважати що будинок фактично готовий.

### 1.1.1 Архітектурно-планувальне рішення

Об'єкт що проектується відноситься до багатоквартирного багатоповерхового житлового будинку що складається з декількох секцій, та має такі характеристики:

- Категорія будинку – II (соціальне житло) [2];
- Клас будівлі за ступенем довговічності – I;
- Клас будівлі за ступенем вогнестійкості – II;
- У кожній секція будівлі передбачено встановлення 2-х пасажирських ліфтів, що мають вантажопідйомність 400 та 630 кг;
- Сміттєпровід – з азбестоцементу, що має діаметр 400 мм;
- фундамент – пальовий, монолітний на збірних залізобетонних блоках;
- стіни – з керамзитобетону на керамзитовому піску;
- перекриття та покриття – монолітний залізобетонні.

Орієнтація фасаду житлової будівлі – погорнута на північ.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		13

Будівництво проектного будинку заплановано у районі м. Рівне.

Планове рішення будинку передбачає розміщення в ній:

- у підвальному поверсі (техпідпіллі) – загально господарських приміщень;
- від 1 до 12 поверха – розміщенні квартири одно- та двокімнатні;
- на горищі – технічні приміщення ліфтових шахт.

Проект будівлі виконано згідно з вимогами ДБН В.2.2-15:2019 «Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення» [2].

### 1.1.2 Об'ємно-планувальне рішення

Кожна квартира у запроектованій будівлі буде складатися з таких кімнат:

- житлові кімнати;
- кухня;
- коридор;
- ванна кімната;
- сан-вузол;
- лоджія.

У технічному підвалі (секція А) розташований електророзподільний щит та вузол обліку тепла і води.

Всі житлові приміщення квартир мають природне освітлення відповідно до норм що вказані у ДБН В.2.2-15:2019. Житлові приміщення передбачають окремі входи та висоту приміщень – 2,8 м.

Приміщення кухні обладнане природною витяжною вентиляцією через закладений на моменті забудови канал для витяжки, а також миючою раковиною і електричною плитою. Стінки поруч з цим обладнанням вимощенні глазурованою плиткою, а решта – шпалерами, з можливістю миття поверхні.

Підлога у квартирі виконана з ПВХ-лінолеуму на цементно-піщаній стяжці.

Ванна кімната та туалет обшиті вологостійким (зеленим) гіпсокартоном.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		14

Так як будівля має розташування у першій кліматичній зоні [1], то будівля має лише один вхід, з утепленими вхідними дверима, а система опалення встановлена як у вестибюлі так і на сходових клітинах.

Сходові клітини, що призначені для щоденного використання є незадимлюваними та побудовані з монолітного залізобетону та з бетонованими сходами. Ці сходи є двомаршевыми з бічними перилами на площадці з металу, що облицьовуються накладками з пластику. Сходи мають кут нахилу – 1:2. З сходової клітини на горище веде металева драбина, а дверцята до горища є вогнестійкими та передбачають встановлення замку. Сходові клітки мають як штучне, так і природне освітлення, що виконано через вікна. Усі двері на сходовій клітці та в тамбурі відкриваються в бік виходу з будівлі.

Для ліфтів вантажопідйомність 400 та 630 кг передбачаються збірні залізобетонні шахти. Машинне приміщення підйомника розташоване на технічному горищі, що дозволяє майже у 3 рази зменшити довжину канатів ліфтових приводів, спростити схему руху підйомника та зменшити навантаження на несучі конструкції будівлі та виключити необхідність у спец приміщенні для ліфтового агрегату. Від цього, відповідно значно знизиться вартість та витрати на обслуговування ліфту під час експлуатації. Одночасно таке розташування ліфтового обладнання є мало вигідним за акустико-шумовими характеристиками.

Житлова будівля складається з двох частин, кожна з яких має окремий вхід. Кількість запланованих квартир дорівнює 216. План будівлі розроблено з урахуванням постійного рівня комфорту. Кожна квартира має вихід на лоджію. У технічному підвалі розташовані приміщення для господарських потреб. Опис кожної квартири можна знайти у таблиці 1.1.

**Таблиця 1.1. Експлікація квартир будинку**

№ з/п	Назва приміщень	Кількість	Загальна площа, м <sup>2</sup>	Житлова площа, м <sup>2</sup>
1	1-кімнатна квартира	96	38,03	14,38
2	1-кімнатна квартира	24	39,80	15,82
3	2-кімнатна квартира	96	58,66	32,09
	<b>ЗАГАЛОМ</b>	216	10 237,44	4 840,80

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		15

### 1.1.3 Архітектурно-конструктивне рішення

Для житлової будівлі обрано пальові фундаменти. Пальові фундаменти мають монолітні арматурні сітки. Фундамент виконано на збірних залізобетонних блоках по монолітним сіткам.

Огороджувальні конструкції виконані з керамзитобетону на керамзитовому піску, у якості утеплювача використана – гофрована мінераловатна плита. Зовнішні стінки облицьовані туфовими плитами, а внутрішні покриті вапняно-піщаним розчином.

Стелі та підлога виконані з монолітного залізобетону, це дозволяє вільно і відносно легко адаптувати фасад та внутрішнє планування. Покрівля виконана з трьох шарів водонепроникного килиму з руберойду, який захищено 4-х сантиметровим шаром цементно-піщаної стяжки.

Перегородки між квартирами виконані з керамзитобетону на керамзитовому піску та оштукатурені за допомогою вапняно-піщаної суміші. Стінки неопалювальних загальних коридорів утеплені ззовні гофрованими структурними мінераловатними плитами. Перегородки у квартирах виконані з керамзитобетону.

Вікна підібрані відповідно до площі освітлюваного приміщення. Верхні частини вікна розміщені якомога ближче до стелі, щоб яскравіше освітлювати задню частину приміщення. Основа вікна - коробка, виготовлено з сучасного метало-пластикового профілю. На відміну від дерев'яних вікон, вони менше страждають від перепадів вологості і не гниють, завдяки чому їх не потрібно регулярно фарбувати. Лоджії заklenі за технологією безрамного скління по направляючим.

Двері будинку укріплені як зсередини, так і ззовні. Є одно та двопільні двері висотою 2,2 м, шириною 1,3 м, 0,8 м та 0,7 м. Всі двері відчиняються в бік вулиці, щоб забезпечити швидку евакуацію в разі пожежі. Дверні коробки закріплені у отворі, а в стіні вмуровані дерев'яні дюбелі з захисною обробкою під час монтажу. Для зовнішніх дверей сходів і під'їздів на рамках встановлюється поріг, тоді як внутрішні двері не мають порога. Двері полотна

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		16

підвішуються на петлях і можуть бути зняті з них, коли дверне полотно потребує ремонту або заміни. Щоб двері не залишалися відкритими чи не спричиняли звуки ляскоту, встановлюються спеціальні пружинні блоки доводчиків, що будуть утримувати двері у повністю закритому положенні та дозволятимуть їм плавно, без удару, повертатися на місце. Двері оснащені ручками, засувками, та різними замками.

Підлога у приміщеннях квартир виконана з тканинного ПВХ-лінолеуму. Стяжка являє собою цементно-піщаний розчин, наповнений шлаком і подрібненою пемзою, який виконує функцію звукоізоляційного шару, а ось підлога першого поверху додатково утеплена мінераловатними плитами гофрованої структури.

Цокольний поверх будівлі був оброблений косметичною жовтою штукатуркою зі складом 10-ти відсотків вапна; 20-ти портландцементу, 10-ти відсотків мармурового пилу, 4,5 відсотків охри, 0,5 відсотків муміє, 15 відсотків гірського піску та 40 відсотків мармурового піску крупністю 0,5-2 мм.

Зовнішні стіни покриті декоративною плиткою жовтого кольору з туфу. Внутрішні стінки квартири оштукатурені керамзитобетонною штукатуркою, а потім вже обклеєні шпалерами, що миються, а ділянка стіни над раковиною та поряд з плитою вкриті глазурованою плиткою. Підлога в санвузлах викладена керамічною плиткою. У загальних коридорах стіни пофарбовані в білий колір шпаклівкою та покриті олійною або емалевою фарбою.

#### 1.1.4 Інженерне забезпечення будинку

Теплоносій для опалювальної системи та гаряча вода для потреб мешканців постачаються від міської тепломережі, яка прокладена під землею. Нагрівальними приладами опалювальної системи виступають конвектори. Відповідний індивідуальний тепловий пункт розташовано в технічному підвалі, де можна відрегулювати подачу теплоносія та зняти показники лічильників по витраті. Магістральні та підйомні трубопроводи у підвалі будівлі при цьому повинні бути ізольовані[7].

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		17

Джерелом водопостачання є існуюча мережа водопроводів діаметром 300 мм [3]. Розрахункова витрата води системи холодного водопостачання (включаючи гарячу воду) при нормативному водоспоживанні становить 40,75 м<sup>3</sup>/добу, 6,27 м<sup>3</sup>/год – годинні, 2,55 л/с - секундні. Тиск на вході, необхідний для господарсько-питного водопостачання, становить 30 м водного стовпа та забезпечується існуючим напором у міській системі водопроводів. Зовнішнє пожежогасіння також забезпечується гідрантами діаметром 125 мм, встановленими в районній водопровідній мережі.

Система водопостачання виконана з чавунних труб діаметром 80 мм за ДСТУ-Н Б В.2.5-64:2012[3]. У точці урізання виходу водопроводу на вуличну мережу передбачений колодязь з запірною арматурою. Колодязі виконані зі збірного залізобетону діаметром 1500 мм відповідно до ДСТУ-Н Б В.2.5-64:2012[3].

Водопровід діаметром 80 мм забезпечує господарсько-питне водопостачання житлового будинку та полив прилеглих зелених прибудинкових зон. Полив цих зон, під'їзних шляхів, пішохідних доріжок та спортивних майданчиків здійснюється за допомогою поливальних кранів, підключених до внутрішньої водопостачальної системи будівлі.

Для обчислення споживання води у технічному підвалі влаштовано водовимірний вузол з лічильниками води. Внутрішні трубопроводи холодного та гарячого водопостачання з пластикових труб виробництва фірми «Еко-пластик» (Чехія).

Загальний обсяг витрати води будівлі становить 40,75 м<sup>3</sup>/добу, 6,27 м<sup>3</sup>/год, 4,15 л/с. Господарсько-побутові каналізаційні мережі вздовж будинку прокладено на відстані 3-7 м від огорожувальних конструкцій, ця мережа є самопливною. Відведення забруднених вод здійснюється через фекальну мережу діаметром 200 мм. Вихід каналізаційних труб з будівлі виконаний з керамічних труб діаметром 150 мм по ДСТУ 8936:2019 [7]. Каналізаційні колодязі виконані зі збірних елементів залізобетону згідно з ДСТУ 8936:2019 [7].

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		18

Забруднюючі повітря води та стічні води видаляються через дощовий колектор діаметром 300 мм. Дворові мережі зроблені з керамічних труб діаметром 200 мм за ДСТУ 8936:2019 [7]. Колодязь – виготовлений зі збірного залізобетону.

Енергопостачання будинку характеризують такі технічні дані:

- Напруга мережі живлення – 380 В;
- Категорія електропостачання – III [2];
- Розрахункове навантаження на вводі – 51,8 кВт;
- Втрати напруги в мережі найбільш віддалених споживачів – 3,9 %;
- Місце підключення – трансформаторна підстанція.

У розподільчому щиті будівлі прокладено кабель 0,4 кВ ААБ2ЛУ-4х120 мм<sup>2</sup>. У приміщенні електрощитової з електрообладнанням встановлюється ввідно-розподільний пристрій типу ВРУ 1-24-53УХЛ4. Щитова розташована у технічному підвалі будівлі (секція А).

Обчислення електроспоживання здійснюється за допомогою лічильника, який встановлюється:

- для квартир – у розподільчому щитку на кожному поверсі;
- для домоуправління – в окремих щитках для силових та освітлювальних навантажень.

Внутрішня мережа електропостачання запроектована відповідно до вимог ДБН В.2.2-15:2019, ДБН В.2.5-23:2010 та згідно з будівельних креслень архітектурної, санітарної і технологічної частини проекту будинку.

Зовнішнє освітлення забезпечується світильниками РТУ-125 з лампами ДРЛ-80, що встановлюються на металевих опорах висотою 8 м. У мережі використовується кабель ААБ2ЛУ-4х35 мм<sup>2</sup> напругою 1 кВ.

Усі житлові приміщення в будинку можуть бути підключені до ТВ мереж та до мережі Інтернет за побажанням абонента.

Канал для скиду сміття закінчується накопичувальною камерою контейнера в нижній точці сміттезбірника. Сміття, що зібране в контейнер вивантажується у

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		19

сміттєвий візок, завантажується на сміттєзбиральну техніку та вивозиться на звалище твердих побутових відходів, чи на завод переробки та фільтрації.

Стінки баків покриті глазурованою плиткою, а підлога виконана з металу. До сміттєвого баку подається гаряча та холодна вода за допомогою змішувача для очищення сміттєпроводу, обладнання та сміттєвого баку.

Сміттєва камера обладнана сходами з дренажем до побутової фекальної каналізації. Біля внутрішніх стінок камери встановлено нагрівальний елемент у вигляді реєстра, що складений з трьох прямих, гладких труб. У верхній частині жолоба передбачений вихід на дах для природньої вентиляції приміщення, та видалення застійного повітря зі сходової клітки через клапан введення відходів і димовидалення в разі пожежі. Передбачено окремий вхід до сміттєпроводу ззовні.

### 1.1.5 Протипожежні заходи

Категорія вогнестійкості будівлі – II [2].

Будівля запроектована відповідно до ДБН В.1.1-7:2016 «Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва».

Евакуація відбувається з будівлі через незадимлювані сходи шириною 1,2 м. У підвальному приміщенні є окремий вихід. За для підвищення пожежної безпеки передбачено другий вихід з житлового будинку, а також проїзд шириною 3,5 м, що розташовано на відстані 4-10 м від будівлі, що забезпечує доступ з усіх боків будівлі.

Розрахункова витрата води, що необхідна для гасіння пожежі в будівлі, буде забезпечена з районної водної мережі. Витрата води, що буде необхідна для гасіння пожежі, сягатиме 15 л/с.

### 1.1.6 Охорона навколишнього природного середовища

Потреба у питній воді з джерела постачання води складає 90 м<sup>3</sup>/год та подається з міської системи водопостачання. Стічні води з будівлі скидаються до існуючої міської каналізаційної системи. Концентрація забруднюючих та

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		20

небезпечних канцерогенних речовин на виході з будівлі відповідає нормам та правилам приймання стічних вод до міської каналізаційної системи.

Планом будівництва 12-ти поверхового житлового будинку на 216 квартир передбачено:

- Благоустрій та озеленення прилеглої території площею 0,222 га;
- Відведення стічних вод від проектного об'єкта в існуючу каналізаційну мережу;
- Трасування трубопроводів цих мереж з врахуванням потреби збереження існуючих зелених зон;
- Мінімальні викиди шкідливих речовин в атмосферу;
- Встановлення санітарно-захисних зон відповідно до існуючих будівельних норм і правил та вимог санітарно-епідеміологічної служби.

## 1.2 Метеорологічні дані

Район розташування території проектного об'єкта характеризується такими наступними оціночними метеорологічними параметрами:

- Географічна широта – 52 град. північної широти;
- Середній характерний атмосферний тиск в районі – 970 кПа;
- Середньодобова різниця температури в теплий період – 10,7 °С;
- кількість днів періоду опалення – 3622 днів.

У таблиці 1.2 наведено параметри «А» і «Б», що характеризують погодні умови зовнішнього середовища у теплий та холодний періоди.

**Таблиця 1.2. Розрахункові параметри зовнішнього повітря [21].**

Період	Температура повітря, °С	Питома ентальпія, кДж/ кг с.п.	Швидкість повітря, м/с
<b>Параметри «А»</b>			
ТП	22,6	51,5	1
ХП	-9	-5,4	6,8
<b>Параметри «Б»</b>			
ТП	25,1	55,3	1
ХП	-21	-19,7	5,1

Кліматичні умови на місцевості розташування будівлі характеризуються наступними параметрами:

- Опалювальний період та його тривалість ( середньодобова температура не більше 8 °С) – складає 191 добу;
- Середня температура зовнішнього повітря в опалювальний період складає – (-0,5) °С;
- Період коли середньодобова температура зовнішнього повітря не перевищує 0 °С дорівнює – 112 діб.

Температури зовнішнього повітря, °С, має наступні значення:

- Середньорічна температура повітря – 6,9 °С;
- Абсолютна мінімальна температура – (-36) °С;
- Абсолютна максимальна – 38 °С;
- Середня максимальна найбільш жаркого місяця – 24,2 °С;
- Середня найбільш холодного періоду – (-9) °С;
- Найбільш холодної доби забезпеченістю 0,98 – (-27) °С, забезпеченістю 0,92 – (-25) °С;
- Для п'яти найхолодніших днів 0,98 – (-22) °С, забезпеченістю 0,92 – (21) °С.

Середньомісячна температура та пружність водяної пари зовнішнього повітря наведені в табл. 1.3.

**Таблиця 1.3. Середні по місяцях температура та пружність водяної пари зовнішнього повітря [21].**

Параметри	Місяці											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Середня температура, °С	-5,4	-4,4	0	6,9	13,5	16,9	18,5	17,5	13	7,4	1,8	-2,6
Пружність водяної пари, гПа	4	4,2	5,1	8,1	11	13,7	15,2	15	11,6	8,4	6,7	5

Середня по місяцю відносна вологість повітря о 13-ій годині, у %:

- Найбільш холодного місяця – 84;
- Найбільш спекотного місяця – 56.

Річна кількість опадів складає 683 мм.

У таблиці 1.4 представлені дані про напрямок і швидкість вітру для території проектування.

**Таблиця 1.4. Напрями та швидкості вітру [21]**

<b>Січень</b>										
<b>Параметри</b>	<b>Напрями</b>									<b>Макс. із сер. швидкостей по румбах</b>
	<b>Пн</b>	<b>Пн Сх</b>	<b>Сх</b>	<b>Пд Сх</b>	<b>Пд</b>	<b>ПдЗ х</b>	<b>Зх</b>	<b>Пн Зх</b>	<b>штиль</b>	
Повторюваність напрямів, %	7	5	8	13	14	14	27	12	7	–
Середня швидкість вітру, м/с	4,9	3,9	4,5	5,4	5,1	6,1	7,5	6,5	–	7,5
<b>Липень</b>										
<b>Параметри</b>	<b>Напрями</b>									<b>Мін. із сер. швидкостей по румбах</b>
	<b>Пн</b>	<b>Пн Сх</b>	<b>Сх</b>	<b>Пд Сх</b>	<b>Пд</b>	<b>ПдЗ х</b>	<b>Зх</b>	<b>Пн Зх</b>	<b>штиль</b>	
Повторюваність напрямів, %	10	7	5	8	7	11	29	23	16	–
Середня швидкість вітру, м/с	4	3,3	2,8	3,2	3,4	3,7	4,6	4,9	–	0

# Розділ 2

## ОПАЛЕННЯ

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		24

## 2.1 Розрахункові параметри зовнішнього повітря

Згідно з вимогами до розрахункових параметрів зовнішнього повітря [9] для проектування системи опалення 12-ти поверхового будинку приймаємо за параметром «Б».

## 2.2 Розрахункові параметри внутрішнього повітря

У таблиці 2.1 наведені температури холодного повітря в приміщенні, розрахункові для проектування системи опалення 12-поверхового будинку.

Таблиця 2.1. Розрахункові параметри внутрішнього повітря

№ з/п	Назва приміщення	Температура повітря, °С	Відносна вологість, %	Режим вологості приміщення
1	Житлові кімнати	20	55	нормальний
2	Кухня	18	55	нормальний
3	Ванна	не нормується	55	нормальний
4	Вбиральня	20	55	нормальний
5	Передпокій квартири	16	55	нормальний
6	Вестибюль, загальний коридор	16	55	нормальний
7	Незадимлювана сходова клітка	16	55	нормальний
8	Машинне приміщення ліфтів, сміттєзбірна кімната, щитова	5	55	сухий

Температура повітря у санвузлах та неопалювальних приміщеннях, що не примикають до зовнішніх огорожувальних конструкцій, оскільки вони підключені до циркуляційного трубопроводу системи гарячого водопостачання і передбачають встановлення рушникосушарки з термостатичним клапан для регулювання теплової потужності.

Теплотехнічні розрахунки огорожувальних конструкцій будинку передбачають відносну вологість 55%. Вологісний режим на ділянці визначено згідно з і представлено в табл. 2.1.

## 2.3 Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій

### 2.3.1 Умови експлуатації огорожувальних конструкцій.

Умови експлуатації використовуваного матеріалу зовнішніх огорожувальних конструкцій обираються для нормального режиму вологості

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		25

кімнат у житловому будинку і відповідають категорії «Б». В свою чергу, матеріали внутрішньої конструкції будинку підбираємо для будівлі з нормальним вологістним режимом експлуатації та проводимо розрахунок для умов експлуатації «А».

### 2.3.2 Мінімально допустимі значення опору теплопередачі огорожувальних конструкцій

Для I-го температурного діапазону (зони) експлуатації будинку для кожного типу зовнішнього огороження відповідно приймаються мінімально допустимі значення опору теплопередачі, так як показано в табл. 2.2.

Мінімально допустимий опір теплопередачі внутрішньої міжквартирної конструкції, яка розділяє приміщення, де різниця температур внутрішнього повітря перевищує 3°C, і приміщення з нормованим споживанням тепла на квартиру визначається за формулою [5]:

$$R_{Q\ MIN} = \frac{t_{B1} - t_{B2}}{\Delta t_{CG} \cdot \alpha_B} = \frac{20 - 16}{4 \cdot 8,7} = 0,172, \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт} \quad (3.1)$$

де  $t_{B1}$  та  $t_{B2}$  – це допустима температура в приміщеннях, °C (в житлових приміщеннях це 20°C, а в необслуговуваних приміщеннях це 16°C);  $\Delta t_{CG}$  – допустима різниця температур для збереження санітарно-гігієнічних умов внутрішнього повітря та приведеної температури внутрішнього шару огорожувальної конструкції, для стін 4°C;  $\alpha_B$  – значення коефіцієнта тепловіддачі для внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, 8,7 Вт/(м<sup>2</sup>·К).

**Таблиця 2.2. Теплотехнічні показники огорожувальних конструкцій [5]**

№ з/п	Назва огороження	Опір теплопередачі, м <sup>2</sup> ·К/Вт		Коефіцієнт теплопередачі К, Вт/(м <sup>2</sup> ·К)
		мінімально допустимий R <sub>Q MIN</sub>	фактичний R <sub>Ф</sub>	
1	Зовнішні стіни.	2,8	2,830	0,353
2	Покриття та перекриття горища, яке не опалюється.	3,3	3,307	0,302
3	Стеля над неопалюваним підвалом, що розташований вище рівня ґрунту.	2,8	2,890	0,346
4	Вікна та балконні двері.	0,5	0,5	2

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		26

5	Вхідні двері в багатоквартирний житловий будинок.	0,44	0,444	2,25
6	Вхідні двері в квартиру, що розташована на 1-ому поверсі багатоповерхового житлового будинку	0,6	0,606	1,65
7	Вхідні двері в квартиру, що розташована вище 1-ого поверху багатоповерхового житлового будинку	0,25	0,25	4
8	Внутрішня міжквартирна конструкція (перегородка)	0,172	1,005	0,995

### 2.3.3 Теплотехнічні властивості матеріалів огорожень

Теплотехнічні параметри прийнятих в проект огорожувальних матеріалів з нормованим опором теплопередачі для відповідних умов експлуатації (зовнішня стіна – для умови «Б», а інші огорожі – для умови «А») визначені і наведені у таблиці 2.3.

Товщина і склад основних шарів матеріалів конструкції зовнішньої та внутрішньої огорожі і перекриття що прийнята згідно з вихідними даними до дипломного проекту, а товщина ізолюючого шару огорожувальної конструкції визначається теплотехнічними розрахунками виходячи з умови, що буде відбуватися забезпечення нормативного опору теплопередачі.

Необхідна товщина ізолюючого шару визначається за формулою (3.2)

$$\delta_{UT} = \lambda_{UT} \cdot \left[ R_{Q\ MIN} - \left( \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^{n-1} \frac{\delta_i}{\lambda_{Pi}} + \frac{1}{\alpha_3} \right) \right], \text{ м} \quad (3.2)$$

де  $\lambda_{UT}$  – коефіцієнт теплопровідності ізоляційного матеріалу, Вт/(м·К);  $R_{Q\ MIN}$  – мінімально допустиме значення опору теплопередачі огороження, м<sup>2</sup>·К/Вт;  $\alpha_3$  – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огороження, Вт/(м<sup>2</sup>·К), що визначається за;  $\delta_i$  – товщина і-го шару огорожі, м;  $\lambda_{Pi}$  – коефіцієнт теплопровідності матеріалу і-го шару огорожі, Вт/(м·К);  $\alpha_B$  – коефіцієнт теплосприйняття внутрішньої поверхні огорожі, Вт/(м<sup>2</sup>·К).

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		27

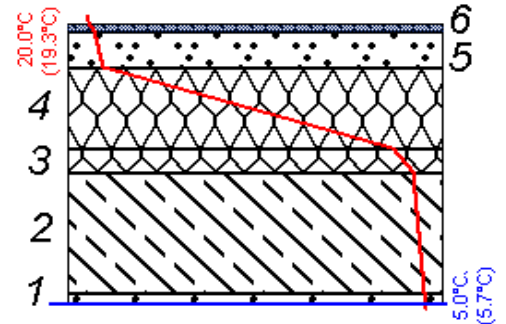
Таблиця 2.3. Теплотехнічні показники огорожувальних конструкцій [13]

№ з/п	Назва матеріалу	Густина $\rho_0$ , кг/м <sup>3</sup>	Товщин а шару $\delta$ , мм	Коефіцієнт теплопровід ності $\lambda_R$ , Вт/(м·К)	Схема огороження
1	2	3	4	5	6
<b>Стіна зовнішня</b>					
1	Плита з натурального каменю – туфу	2000	25	1,05	
2	Плити з мінеральної вати з гофрованою структурою	70	70	0,055	
3	Керамзитний бетон на керамзитовому піску	500	300	0,23	
4	Вапняно-піщаний розчин	1800	55	0,93	
	РАЗОМ		450		
<b>Стіна неопалюваного загального коридору</b>					
1	Вапняно-піщаний розчин	1800	15	0,76	
2	Керамзитний бетон на керамзитовому піску	500	120	0,17	
3	Вапняно-піщаний розчин	1800	15	0,76	
	РАЗОМ		150		
<b>Горищне перекриття</b>					
1	Вапняно-піщаний розчин	1600	45	0,70	
2	Плити з мінеральної вати з гофрованою структурою	70	140	0,05	
3	Щебінь шлакопемзовий	400	30	0,21	
4	Залізобетон	2500	150	1,92	
5	Розчин складний (пісок, вапно, цемент)	1700	15	0,70	
	РАЗОМ		380		

Зм.	Кіл. д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата
-----	---------	------	--------	--------	------

### Підвальне перекриття

1	Розчин складний (пісок, вапно, цемент)	1700	15	0,70
2	Залізобетон	2500	150	1,92
3	Щебінь шлакопемзовий	400	30	0,21
4	Плити з мінеральної вати з гофрованою структурою	70	110	0,05
5	Вапняно-піщаний розчин	1600	45	0,70
6	Лінолеум з полівінілхлориду на тканинній основі	1400	10	0,23
	<b>РАЗОМ</b>		<b>360</b>	



Стандартна товщина застосовуваної ізоляції кратна 0,01м (10мм), тому товщина ізоляції, розрахована за рівнянням (3.2), округляється до 2 знаків після коми.

#### 2.3.4 Розрахунковий опір теплопередачі огорожувальних конструкцій

Фактичний опір теплопередачі огорожувальної конструкції та їх коефіцієнт теплопередачі розраховується такою формулою :

$$R_{\Phi} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_3}, \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт} \quad (3.3)$$

$$K = \frac{1}{R_{\Phi}}, \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{К}) \quad (3.4)$$

У дипломному проекті було використано комп'ютерну програму KAN OZC для розрахунку опору теплопередачі конструкції та її коефіцієнта теплопередачі. Результати теплотехнічних розрахунків для огорожувальних конструкцій наведені в таблиці 2.2.

При виконанні теплотехнічних розрахунків огорожувальної конструкції зовнішньої стіни будинку був обраний мокрий режим експлуатації (в європейському стандарті PN-EN ISO6946, що відповідає умовам експлуатації

Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

огорожі «Б» українського стандарту ДБН В.2.6-31:2021 [5]), а решти огорожі – це звичайний режим (в даному випадку відповідний умовам експлуатації «А»)

Конструкція міжповерхового перекриття приймається таким же чином, як і конструкція перекриття до підвалу (див. табл. 2.3), але без шару утеплювача з мінераловатних плит, проте з шаром для звукоізоляції, що складається здебільшого з шлакопемзового щебню. Оскільки планується прокласти трубопровід системи опалення через товщину підлоги, тому передбачаємо, що то висота цементно-піщана стяжка підлоги повинна становити рівною 45 мм. Тоді загальна висота перекриття між поверхами становитиме 240 мм.

Конструкція горищного покриття буде аналогічною конструкції стелі до горища (див. таблицю 2.3), але, крім того, загальна висота 3-шарового водонепроникного килима з руберойду і захисного шару цементно-піщаної стяжки товщиною 40 мм. Тоді загальна висота горищного покриття становитиме 425 мм.

Зовнішні входні двері в будинок виконані зі стандартного дерева, утеплені з коефіцієнтом теплопередачі  $K = 2,25 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$  та мають розміри 1,31 x 2,2 м. Внутрішні двері вестибюля і сходової клітини виконані також зі стандартного дерева та утеплені з коефіцієнтом теплопередачі  $K = 2,5 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$  і мають розміри 1,31 x 2,2 м.

Внутрішні входні двері квартир 1-го поверху також прийняті зі стандартного дерева і утеплені, мають розміри 0,8 x 2,2 м, та коефіцієнт теплопередачі  $K = 1,65 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ , а для решти поверхів – неутеплені з коефіцієнтом теплопередачі  $K = 4 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ .

Міжкімнатні двері в квартирах – це стандартні дерев'яні з розміром 0,7 x 2,2 м і з коефіцієнтом теплопередачі  $K = 5,1 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ .

Балконні двері в такому випадку стандартні (з пластику) з потрійним склінням та розмірами 0,75 x 2,5 м і з коефіцієнтом теплопередачі  $K = 2,0 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ . Обране вікно складається з парного плетіння з потрійним склінням і коефіцієнтом теплопередачі  $K = 2,0 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$  і відповідними розмірами: 0,75 x 1,7 м; 1,51 x 1,7 м; 1,81 x 1,7 м.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		30

## 2.4 Розрахунок тепловтрат приміщень

Розраховані тепловтрати приміщення являють собою суму тепловтрат через огорожувальну конструкцію  $Q_{\text{ОГОР}}$  і витрат тепла на нагрів зовнішнього повітря в обсязі нормативного повітрообміну  $Q_{\text{ВЕНТ}}$  згідно формули:

$$Q_1 = Q_{\text{ОГОР}} + Q_{\text{ВЕНТ}}, \text{ Вт} \quad (3.5)$$

Основні і додаткові тепловтрати (тепловий потік) розміри окремих огорожувальних конструкцій визначаються до відповідно до формули:

$$Q_{\text{ОГОР}} = A(t_B - t_3) \left(1 + \sum \beta\right) \frac{n}{R}, \text{ Вт} \quad (3.6)$$

де  $A$  – розрахункова площа огорожувальної конструкції,  $\text{м}^2$ ;  $R$  – опір теплопередачі огорожувальної конструкції,  $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ ;  $t_B$  – розрахункова температура повітря у приміщенні,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $t_3$  – розрахункова температура зовнішнього повітря для холодного періоду (для розрахунку тепловтрат крізь огороження) або температура більш холодного повітря сусіднього приміщенні (для розрахунку тепловтрат крізь внутрішні огороження у випадку, якщо температура в сусідньому зуміщеному приміщенні має різницю від температури в заданому приміщенні  $t_B$  більше ніж на  $3^{\circ}\text{C}$ ),  $^{\circ}\text{C}$ ;  $n$  – це коефіцієнт, який приймається залежно від положень зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції по відношенню до зовнішнього повітря згідно ДБН В.2.6-31:2021 [6];  $\beta$  – додаткові витрати теплоти в частках від загальних, що визначаються за [12, таблицею 3] (для 12-ти поверхової будівлі для зовнішніх вертикальних огорожень 1-го та 2-го поверхів  $\beta = 0,10$ , а для 3-го поверху  $\beta = 0,05$ ; а для зовнішніх огорожень західної орієнтації, якщо в січні дме вітер з значенням повторюваності не менше 15 % і якщо він дме зі швидкістю не менше 5 м/с, то додаткові витрати теплоти  $\beta = 0,10$ ).

Загальні тепловтрати приміщень через конструкцію огорожі рівні сумі тепловтрат через всі огорожі, розрахованої за рівнянням (3.6).

Необхідне кількість тепла для підігрівання зовнішнього повітря розраховується для кожного приміщення (опалюваного), за умови що воно має хоча б одне вікно, і виходячи з необхідності забезпечити підігрів зовнішнього

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		31

повітря в об'ємі однократного повітрообміну за годину опалювальними приладами (для будинку другої (II) категорії за формулою [4]:

$$Q_{\text{ВЕНТ}} = 0,337 F_{\text{П}} h (t_{\text{В}} - t_{\text{З}}), \text{ Вт} \quad (3.7)$$

де  $F_{\text{П}}$  – площа підлоги приміщення,  $\text{м}^2$ ;  $h$  – висота кімнати від підлоги до стелі, м, але не більше 3,0 м; 0,337 – коефіцієнт,  $\text{кВт}/(\text{К} \cdot \text{м}^3)$ .

Витрата тепла на нагрівання зовнішнього повітря, що надходить в хол ліфтової через входні двері, для кожної секції будуть дорівнювати [4]

$$\begin{aligned} Q_{\text{ВЕНТ}} &= 0,7V(H + 0,8P)(t_{\text{В}} - t_{\text{З}}) = \\ &= 0,7 \cdot 1 \cdot (36 + 0,8 \cdot 264) \cdot [16 - (-21)] = 6400, \text{ Вт} \end{aligned} \quad (3.8)$$

де  $H$  – висота будинку від нижньої частини входних дверей до верху перекриття сходової клітки, 36 м;  $P$  – передбачувана кількість мешканців в секції будинку, 264 людини;  $V$  – коефіцієнт, який враховує кількість входних тамбурів, для одного тамбуру (2 двері) дорівнює 1.

Тепловтрати, розраховані за рівнянням (3.8), які підсумовуються з тепловтратами загального коридору на перших 2 поверхах будівлі (3200 Вт на кожен поверх).

Тепловтрати на нагрів зовнішнього повітря, що надходить через двері опалювальних незадимлюваних сходових клітин з виходами на балкон-лоджію з кожного поверху, розраховуються за формулою (3.8), де  $P = 0$ , і передбачається, що значення  $H_i$  для кожного поверху дорівнює відстані в метрах від нижньої частини сходової клітини, тобто від дверей розрахункового поверху  $i$  до верхнього перекриття сходової клітини. Ці тепловтрати для кожної секції будівлі будуть дорівнювати:

$$\begin{aligned} Q_{\text{ВЕНТ}} &= 0,7 \sum_{i=1}^n H_i \cdot (t_{\text{В}} - t_{\text{З}}) = \\ &= 0,7 \cdot (36 + 33 + 30 + 27 + 24 + 21 + 18 + 15 + 12 + 9 + 6 + 3) \cdot [16 - (-21)] = \\ &= 930 + 850 + 780 + 670 + 620 + 540 + 470 + 390 + 310 + 230 + 160 + 80 = 6030, \text{ Вт} \end{aligned}$$

Теплові витрати сходової клітини через огорожу визначаються для приміщення без поділу на поверхи [4]. Однак для визначення розрахункової потужності нагрівального пристрою, що встановлений на поверхах

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		32

незадимлюваної сходової клітини, та виконаний розрахунок теплових витрат сходової клітини для кожного поверху, що наведені у табл. 2.4.

**Таблиця 2.4. Розрахункова теплова потужність опалювальних приладів на поверхах незадимлюваної сходової клітки [9]**

Нумерація поверхів	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Σ
Теплові втрати крізь огорожу, Вт	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	3458
Теплові втрати для нагріву зовнішнього повітря, Вт	930	850	780	670	620	540	470	390	310	230	160	80	6030
Разом теплові втрати:													
– у Вт	121	113	106	958	908	828	758	678	598	518	448	368	9488
– у %	8	8	8	10,1	9,6	8,7	8,0	7,1	6,3	5,5	4,7	3,9	100

**Таблиця 2.5. Тепловтрати приміщень житлового будинку [4]**

Приміщення		t, °C	Тепловтрати Q <sub>1</sub> , Вт					
номер (символ)	назва		Секція А			Секція Б		
			поверх					
			1	2-11	12	1	2-11	12
1	житлова кімната	20	685	564	627	685	564	627
2	кухня	18	529	447	481	529	447	481
3	кухня	18	529	447	481	529	447	481
4	житлова кімната	20	814	685	746	814	685	746
5	житлова кімната	20	1192	1010	1092	821	676	753
6	житлова кімната	20	1224	1039	1123	879	724	809
7	житлова кімната	20	853	719	784	853	719	784
8	кухня	18	571	485	523	571	485	523
9	кухня	18	571	485	523	571	485	523
10	житлова кімната	20	734	605	675	734	605	675
11	кухня	18	571	485	523	571	485	523
12	житлова кімната	20	835	692	768	835	692	768
13	житлова кімната	20	734	605	675	734	605	675
14	кухня	18	571	485	523	571	485	523
15	кухня	18	571	485	523	571	485	523
16	житлова кімната	20	853	719	784	853	719	784
17	житлова кімната	20	879	724	809	1224	1039	1123
18	житлова кімната	20	821	676	753	1192	1010	1092
19	житлова кімната	20	814	685	746	814	685	746
20	кухня	18	529	447	481	529	447	481
21	кухня	18	529	447	481	529	447	481
22	житлова кімната	20	755	627	690	755	627	690
23	коридор загал.	16	3978	3873 (2-й)	920	3978	3873 (2-й)	920

				673 (3-11-й)			673 (3-11-й)	
SM	сміттєкамера	5	949	–	–	949	–	–
A/B	сходові клітини	16	9488			9488		

Розрахунок теплових витрат у приміщеннях багатоквартирного житлового будинку проводився з використанням комп'ютерної програми Кап OZC відповідно до методичних рекомендацій [11]. Узагальнені дані про теплові втрати приміщень будинку наведено у таблиці. 2.5.

Перед розпочатком розрахунків усі опалювальні приміщення були пронумеровані на відповідних планах поверхів, розпочинаючи з ближчого до ліфтового холу приміщення за рухом годинникової стрілки. При розрахунку ми використовуємо 5-значну нумерація для кімнат та приміщень, де перші 2 цифри відображають відповідний поверх будинку (від 1-го до 12-го), а вже наступна цифра – вказує на секцію будинку (1- секція А і 2 - секція Б), а дві останні цифри – це нумерація приміщень відповідно до плану поверхів будівлі. На сходовій клітці є літери – це А та В, а на смітєвій камері є відповідні символи SMA і SMB, а на технічному поверсі – це символи PIW.

Розрахункова температура повітря в кімнаті отримана відповідно до табл. 2.1, передбачається, що розрахункова температура повітря на технічному поверсі і горищі така ж, як в розподільному щиті і машинному відділенні ліфта, одже вона становить 5 °С.

Розміри огорожі, необхідні для розрахунку їх площі та вимірюються на поверховому плані і вертикальному перерізі будинку з точністю до 0,1 м відповідно до наступних правил [11]:

- **Зовнішні стіни.** Довжина огорожі зовнішньої стіни визначається відповідно до плану. Для кутових приміщень – це робиться уздовж зовнішньої поверхні стінки від кута до осі чи центру внутрішньої стінки. Для звичайного приміщення – це робиться між осями внутрішніх стін. Висота огорожі визначається за розрізами. Цокольний поверх – від нижньої сторони підземного поверху (підземної стелі) і до рівня чистої підлоги 2-го поверху. Якщо це середній поверх – то від поверхні підлоги

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		34

цього поверху над підлогою. Останній поверх – від поверхні підлоги до верхньої частини конструкції мансардного поверху.

- **Підлоги та стелі.** Розміри для розрахунків площі виміряються між віссю внутрішньої стінки і внутрішньою поверхнею зовнішньої стіни.
- **Вікна і двері.** Було визначено найменший розмір будівельного отвору для цих конструкцій.
- **Сходові клітки.** Висота зовнішньої стіни розраховується від нижньої частини підвалу до верхньої частини мансардного поверху, а інші розміри розраховуються відповідно до попередніх правил. Сходова клітка спроектована як одна кімната без поділу на поверхи.

При розрахунку площі вертикально закритих конструкцій враховується наявність (або відсутність) в них вікон та дверей і виходів на балкон.

Розрахункові тепловтрати всієї будівлі рівні:

$$Q_1 = 358880 + 6400 \cdot 2 + 6030 \cdot 2 = 383740, \text{ Вт}$$

Де 358880 – це сумарні розрахункові теплові витрати всіх кімнат (на нагрів вентиляваного повітря через огорожу), Вт, розраховані з використанням програми Кап OZC; а 6400 – це втрата тепла на підігрів зовнішнього повітря, що приходить через вхідні двері у хол секції будинку, Вт; 6030 – це втрата тепла на підігрів зовнішнього повітря, що надходить через двері опалювальних та незадимлюваних сходових клітин з виходом на балкон-лоджію на кожному поверсі, обчислені для секції будинку, Вт.

## 2.5 Проектування системи опалення

Джерелом тепла для багатоквартирних житлових будинків є місцева зовнішня тепла мережа з розрахованою температурою теплоносія у зовнішньому контурі 150-70°C. Система опалення будинку підключена до місцевих зовнішніх мереж через індивідуальний тепловий пункт (ІТП) за незалежною схемою, який спроектовано в технічній частині будинку.

Введення тепломережі в будівлю виконується з електрозварних і попередньо за ізолюваних труб зі сталі з діаметром 89x3,5 мм обгорнений

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		35

оболонкою «Spiro-flex». Безпосередній монтаж вже за ізольованих труб проводять при температурі зовнішнього повітря не менше 10 °С. Вже змонтована опалювальна мережа підлягає випробуванням при тиску 1,25 P<sub>роб</sub>, але не менш ніж 0,65 МПа.

Теплоносієм для систем опалення цього будинку вибираємо воду з параметрами T<sub>1</sub> = 90°C, та T<sub>2</sub> = 70°C, циркуляція теплоносія – за допомогою насоса.

При проектуванні централізованої системи гарячого водопостачання для побутових потреб відповідно з вимогами пріоритет належить забезпеченню насосної двотрубною системою з місцевим та центральним регулювання теплової потужності. Така система складається з радіаторного термостатичного клапана (РТК) на лінії подачі до опалювального приладу і центральної системи автоматичного управління тепловою потужністю, встановленої в окремих точках обігріву будівлі. 2-трубна система опалення коштує звичайно дорожче, ніж однострубна, але 2-трубна система в свою чергу дозволяє економити до 10% теплової енергії на рік при ефективному автоматичному місцевому регулюванні за допомогою РТК.

Для проектного багатоквартирного житлового будинку прийнято вертикальну 2-трубну систему опалення з водою в якості теплоносія, та з нижнім розведенням по магістралях T<sub>11</sub> і T<sub>21</sub> і прокладена на технічному поверсі будинку.

У тому місці, де вертикальний стояк з'єднується з магістральним трубопроводом, передбачена запірна арматура – яка виглядає як кульовий кран з отворами для зливу води. Точка з'єднання між стояком і розвідним мостом розташована на відстані не менш 1 м від стояка, щоб ослабити силу (температурне видовження) що виникає при використанні трубопроводу.

В верхній частині стояку в системі опалення з нижньою розводкою передбачена установка автоматичних вентиляційних отворів.

Система опалення для кожної квартири спроектована в житловому будинку із горизонтальними 2-трубними гілками трубопроводу, прокладеними по

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		36

конструкціям підлоги поверху у вигляді гофрованої труби, та оснащена пристроєм для вимірювання витрати тепла для квартири за допомогою системи опалення. У атріумі ліфтового холу і на сходових клітинах використовується вертикальна двотрубна система опалення.

Поруч з кожним опалювальним приладом у квартирі встановлений клапан радіаторного термостату, а окрім того в основі стояка встановлено регулятор перепаду тиску, що сприяє більш ефективній роботі РТК. Справа у тому, що якщо РТК встановлений біля кожного опалювального приладу, то деякі клапани закриті, а це дозволяє знизити витрату води в мережі. В цьому випадку перепад тиску на тих РТК, який залишаються відкритими, може збільшитися, що призводить до появи шуму. Для запобігання цієї проблеми є рішення (постійна різниця тисків між подаючим і зворотним трубопроводами та підтримання їх) у вигляді використання регулятора тиску, що буде встановлюватися в стояку.

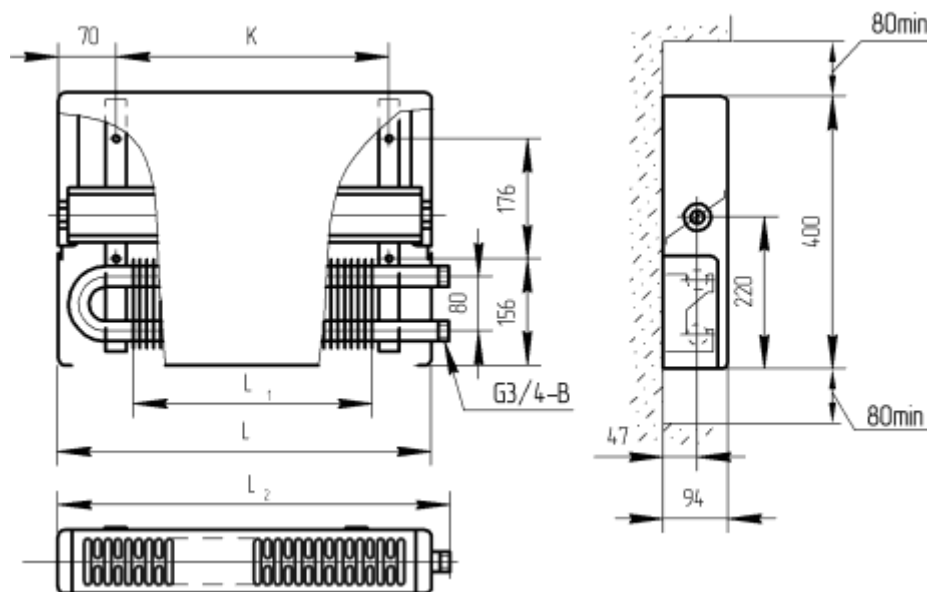
На зворотному стояку по проекту підтримує постійний перепад тиску в діапазоні  $dP=20...40\text{кПа}$  регуляторів перепаду тиску від компанії Danfoss з внутрішньою різьбою ASV-PV. Запірно вимірювальний клапан типу ASV виробництва Danfoss, обмежує максимальну витрату теплоносія через стояк має вимірювальний патрубок і отвір для підключення імпульсних трубок від регулятора перепаду тиску ASV-PV-PLUS.

РТК – це інструмент для забезпечення комфорту та економії теплоносія. Комфорт в загальних коридорах, сходах і ліфтових холах надмірний, і за відсутності власників домогтися економії в цих приміщеннях практично неможливо. Тому РТК не встановлюється в допоміжних приміщеннях будинку-ліфтових холах, на сходах, поруч з сміттекамерою, де люди не перебувають постійно.

РТК вибирається відповідно до гідравлічних характеристик, що відповідають зоні пропорційності 2К. Це значить, що достатньо, щоб температура головки клапана термостата була на  $2^{\circ}\text{C}$  вище кімнатної температури в порівнянні з тією, на яку він встановлений, він буде повністю закритий. Якщо ми вибираємо тип РТК, тоді перевага буде віддаватися тим

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		37

модифікаціям, в яких будуть попередні налаштування та регуляція об'єднуються в одну пристрої. При використанні РТК на зворотній стороні нагрівального пристрою не встановлюються спеціальні клапани з попереднім ручним налаштуванням.



**Рис. 2.1. Сталевий конвектор «Універсал ТБ» малої глибини (94 см) кінцевий**

В якості опалювального приладу був використаний універсальний опалювальний конвектор KSK20 типу ТБ висотою 428 мм, малої та середньої глибини виробництва «Сантехпром» (рис.2.1). Установка конвекторів середньої глибини передбачена на 1 та 2 поверсі ліфтових холів, де спостерігається значна витрата тепла на нагрів зовнішнього повітря, яке приходить в будівлю через входні двері. Теплопередача опалювального приладу регулюється кутовим радіаторним термостатичним клапаном прямої дії типу RTD-N з попереднім налаштуванням, виготовленим компанією Danfoss. З задньої панелі конвектора встановлений кутовий запірний клапан типу RLV фірми Danfoss, і ви можете отримати дренажний кран, призначений для виключення приладу опалення для демонтажу або обслуговування в технічному плані і при цьому без зливу теплоносія.

Під'єднання опалювального приладу до розподільного трубопроводу що здійснюється з одного боку, трубопровід на подачу – зверху, а трубопровід зворотного руху теплоносія – знизу (стандартне підключення згідно EN 442).

Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

Таке під'єднання виключає верогідність неоднорідного проходження теплового потоку через нагрівальний пристрій, що запобігає утворенню зон зі зниженою тепловіддачею, тому при роботі і при нормальному навантаженні і споживанні рідини не відбувається зниження потужності пристрою.

Конвектор у приміщеннях встановлюють під віконними прорізами без ніш, з дотриманням мінімально стандартних та нормованих відстаней від обігрівачів до стін, віконних рам і підлог, а також пристрої спеціального захисного теплового екрану зовнішніх стін, завдяки цьому не відбуваються витрати теплової потужності пристрою. Конвектори у холах ліфтових і на сходових клітинах встановлюється відкрито поруч з внутрішніми стінами.

Повітря видаляється з опалювальної системи через вентиляційний отвір, що встановлений у термостаті конвекторів RTD-N і розподільному колекторі, а також в конструкції автоматичного відведення повітря, встановленої в верхній точці опалювальної системи.

Блок вимірювання споживання тепла в системі опалення по споживачам, (квартира) включає в себе лічильник теплоти або лічильник теплоносія (води), фільтр, запірний клапан типу ASV-I, 2-х квартирних розподільників (компактний міні-колектор) та лічильник води.

Обв'язка приладів опалення та схема вузла обліку споживання тепла у квартирі приведені у графічній частині атестаційної роботи на аркуші 1.

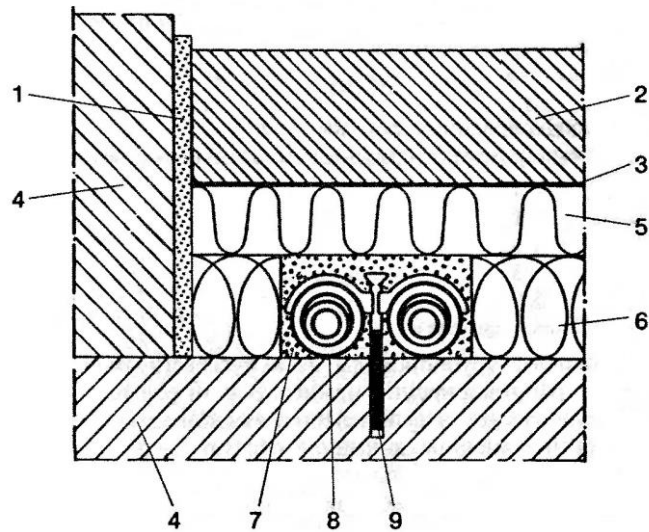
При поквартирному розведенні польська компанія KAN зі своїми виробами на зажимному з'єднанні демонструє схему для прокладання трубопроводів на конструкції підлоги що показана на малюнку 2.2 і виконана з поліетиленової труби PE-Xc з антидифузійним захистом відповідно до DIN 4726 та DIN 16892/93,  $T_{рек} = 95^{\circ}C$ ,  $T_{макс} = 110^{\circ}C$ ,  $P_{макс} = 0,6$  МПа.

Матеріал труб розподільного стояка, головних трубопроводів в технічній області і підключення до нагрівального пристрою сміттевої камери:

- Труби діаметром до 50 мм включно – вони виготовляються з безшовної оцинкованої сталі, оцинкованої по ДСТУ 8936:2019,  $T_{макс} = 150^{\circ}C$ ,  $P_{макс} = 1,0$  МПа;

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		39

- Труби діаметром більше 50 мм – це пряма зварна сталева труба по ДСТУ 8943:2019 зі сталі СЗсп2 згідно ДСТУ 8943:2019,  $T_{\max} = 300^{\circ}\text{C}$ ,  $P_{\max} = 2,5 \text{ МПа}$ .



**Рис. 2.2. Схема прокладання трубопроводів у конструкції підлоги**

1 – Ізоляційна стрічка по краю (картон гофрований); 2 – Підлога з цементу  $\delta = 45 \text{ мм}$ ;  
 3 – Плівка з поліетилену  $\delta = 0,2 \text{ мм}$ ; 4 – Бетон; 5, 6 – PUR-тверда піна поліуританова W040  $\delta = 60 \text{ мм}$ ; 7 – пінополістирол PS 20 SE; 8 – трубопровід з захисної гофрованої труби; 9 – скоба матірчата з нейлону для фіксації труби, яку забивають в бетон

Стояки, з'єднання з пристроєм і відкрито прокладені труби що фарбуються олійною фарбою в 2 шара. Труба під позначкою  $\pm 0,000$  вкрита одним шаром ґрунту ГФ-021 і 2-шарами фарби БТ-177.

Стояки розподілення і магістралі в технологічній області що ізольовані:

- діаметром до 50 мм включно – по ДСТУ Б В.2.7-316:2016 з тепло ізольованим шнуром з мінералізованої вати товщею 30 мм в сітчастій трубці зі скловолокна ;
- Діаметром більше 50 мм – утеплена мінераловатна плита на синтетичному з'єднувачі маркування М-125, товщиною 50 мм та виконаної по ДСТУ Б В.2.7-316:2016.

Шар покрівлі – рулонний матеріал зі скловолокна РСТ згідно ДСТУ Б В.2.7-316:2016.

Щоб забезпечити достатню (додатну) температуру повітря в технічній зоні, частки ділянок зворотного трубопроводу розвідної магістралі що не ізольована.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		40

У підземних водостоках передбачаються ізоляційні заслінки, які закриваються на зимовий період.

В точках перетину перекриття, внутрішніх стін і перегородок трубопроводів укладається на муфти, що виготовлені з негорючих матеріалів. Герметизація щілин та отворів в місця прокладки трубопроводу забезпечується негорючою звукоізоляцією.

Розвідний магістральний трубопровід обладнаний з урахуванням нахилом 0,003 у сторону запірного клапана (дренажний кульовий кран Oventrop Optibal) з фітингами з під'єднанням трубок для зливу води (з метою звільнення системи від теплоносія).

Передбачена компенсація лінійного подовження труби при робочій температурі опалювальної системи при вигині за рахунок геометричної форми будинку (компенсація). З'єднання сталевого трубопроводу виконано зварним способом.

## 2.6 Гідравлічний розрахунок трубопроводів системи опалення

Розрахунок гідравліки трубопроводу опалювальної системи 10-ти поверхового багатоквартирного житлової будівлі, що був проведений за допомогою комп'ютерного ПЗ Kan со-Graf, використовуючи результати розрахунку теплових витрат приміщень у програмі Kan OZC, згідно з методичними рекомендаціями, описаними в списку літератури.

У рамках гідравлічного розрахунку системи опалення в ПЗ Kan со-Graf:

- Вибираються діаметри ділянки трубопроводу;
- Гідравлічна опора циркуляційного кільця що визначається з урахуванням гравітаційного тиску, що виникає в результаті охолодження води в трубопроводі і нагрівальному пристрої ;
- Визначення перепаду тиску у трубопроводах;
- Надлишковий тиск в циркуляційному кільці компенсується шляхом попереднього налаштування РТК або вибору діаметра діафрагми дросельної заслінки;

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		41

- Підбір регуляторів перепаду тиску на стояки та гілки;
- Враховувати необхідні характеристики гідравліки (пріоритетні) РТК.

У рамках визначення тепловтрат трубопроводу опалювальної системи ПЗ виконує наступні функції:

- Визначення потоку тепла по трубопроводу опалювальної системи в інше приміщення через них;
- Розраховується зниження температури теплоносія в трубопроводі.

При розрахунку приладів опалення ПЗ виконує наступні функції:

- Витрата теплоносія через нагрівальний прилад визначається з врахуванням зниження температури в трубопроводі;
- Вибирається розмір опалювального приладу;
- Враховується величина гравітаційного тиску в циркуляційному кільці системи і вплив охолодження теплоносія в трубопроводі на теплову потужність нагрівального пристрою .

Коли ви запускаєте обчислення, Ви отримуєте такі початкові дані:

- Орієнтовна температура зовнішнього повітря становить – мінус 21°C;
- Теплоносій – вода;
- Визначена шляхом розрахунку температура води на вході в систему опалення – становить 90°C;
- Розрахункове охолодження води в опалювальній системі – 20°C;
- Параметри розрахунку – для проекту нового обладнання;
- Типи труб, що застосовується у системі:
  - Безшовна сталева оцинкована труба для води і газу відповідно до типу ДСТУ 8936:2019;
  - Поліетиленова труба типу В-PEX-ZAC із захистом від дифузії відповідно до DIN 4726 і DIN 16892/93 (рекомендована температура води для цього типу труб становить 95°C);
  - тип С – електрозварна сталева труба з прямим швом відповідно до ДСТУ 8943:2019 виготовлена зі сталі СЗсп2 відповідно до ДСТУ 8943:2019;

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		42

- Максимальна питома лінійна втрата тиску в трубопроводі  $R_{max}$  – 150 Па/м;
- Відсоток гравітаційного тиску, що враховується при гідравлічних розрахунках, – становить 75 %;
- Частка використаного тепла по трубопроводу становить – 30 % (для систем опалення багатоквартирних будинків, в конструкції перекриття яких прокладені регульовані трубопроводи);
- Максимальна частка тепловтрат, що враховуються при тепловому балансі додатки при виборі системи опалення, – 30 %;
- Мінімальне і максимальне зниження температури теплоносія в приладах опалення – це 10 і 40 °С;
- Мінімальні втрата тиску в термостатичних вентилях – 20 000 Па (згідно до рекомендації Danfoss);
- Мінімальна втрата тиску для запірних і дозуючих клапанів – 3 000 Па;
- Мінімальна втрата тиску регулятором перепаду тиску складає – 10 000 Па.

Виконання розрахунку опалювальної системи в програмі Kan co-Graf складена з наступних кроків:

- Зберегти поточний файл даних на диск;
- Перевірка чи правильна системна схема;
- Контроль точності введених вхідних даних;
- Контроль процентної потужності нагрівального пристрою на окремих кімнатах;
- Вибір діаметра труби на ділянці;
- Визначення відведення тепла з трубопроводу та вибір приладів опалення в споживача тепла і витрати води;
- Вибір і налаштування клапана для налаштування режиму очікування;
- Управління результатами розрахунків;
- Аналіз водоспоживання запроєктованої системи;
- Збереження результату розрахунку.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		43

## 2.7 Теплова потужність системи опалення

Теплова продуктивність опалювальної системи визначається за формулою:

$$Q = (Q_1 \cdot b_1 \cdot b_2 - Q_3) + Q_2 =, \\ = (383,74 \cdot 1,04 \cdot 1,015 - 0,01 \cdot 8704) + 383,74 \cdot 0,04 = 333,4 \text{ кВт} \quad (3.9)$$

де  $Q_1$  – тепловтрати будівлі, які становлять, 383,74 кВт;  $b_1$  – коефіцієнт, що залежить від нагрівального приладу опалювальної системи, що для конвектора «Універсал ТД» КСК 20 У з номінальним тепловим потоком 0,4 кВт і типорозмірному кроці 0,1 кВт та складає 1,04;  $b_2$  – коефіцієнт, що враховує додаткові тепловтрати через тепловіддаючі частини зовнішньої стіни і дорівнює 1,015 для конвекторів, встановлених впритик до поверхні стіни;  $Q_2$  – тепловтрати (кВт) від трубопроводів, встановлених у неопалювальних приміщеннях, розраховуються як 4% від тепловтрат  $Q_1$ ;  $Q_3$  – тепловий потік, що генерується освітлювальними приладами, обладнанням та людьми, розраховуються як 0,01 кВт на 1 м<sup>2</sup> загальної площі для житлових приміщень;

## 2.8 Річне теплоспоживання системи опалення

Річне споживання тепла опалювальною системою для 12-ти поверхового будинку можна знайти за формулою:

$$Q_{РЧ} = \frac{0,086 Q S b}{t_B - t_3} = \frac{0,086 \cdot 333,4 \cdot 3555 \cdot 0,9}{18 - (-21)} = 2352,1, \text{ ГДж} \quad (3.10)$$

де  $Q$  – теплова потужність опалювальної системи що визначена за розрахунком, 333,4 кВт;  $S$  – кількість градусо-днів періоду опалення для розрахункової зони, 3555;  $b$  – коефіцієнт, що враховує оснащення системи опалення автоматичним термостатом, 0,9;  $t_B$  – температура внутрішнього повітря у приміщеннях по розрахункам, в середньому 18°C;  $t_3$  – температура зовнішнього повітря визначена за параметрами «Б», мінус 21°C.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		44

# Розділ 3

## *ГАРЯЧЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ*

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		45

### 3.1 Обґрунтування та вибір системи гарячого водопостачання.

Під час проектування системи гарячого водопостачання (ГВП) обирається найкоротший маршрут прокладання трубопроводів, щоб мінімізувати металоємність і знизити витрати.

Першим етапом розробки проекту є створення схеми мережі ГВП. На планах розміщують прив'язки змішувачів, приймаючи один із варіантів для ванної кімнати:

- загальний змішувач для ванни та умивальника;
- окремі змішувачі для ванни та умивальника.

Для різних типів секцій слід використовувати обидва варіанти. На кухні біля мийки встановлюється окремий змішувач.

Відповідно до вимог, необхідно дотримуватися висоти розташування водорозбірної арматури та душових сіток:

- Висота встановлення водорозбірної арматури (відстань від горизонтальної осі арматури до сантехнічних приладів):
  - водорозбірних кранів і змішувачів від бортів раковин — 250 мм;
  - водорозбірних кранів і змішувачів від бортів мийок — 200 мм;
  - туалетних кранів і змішувачів від бортів умивальників — 200 мм.
- Висота встановлення водорозбірної арматури від рівня чистої підлоги для водорозбірних кранів і змішувачів ванн — 800 мм.
- Душові сітки повинні бути на висоті 2100 - 2250 мм від низу сітки до рівня підлоги.

Стояки систем водопостачання, до яких приєднуються сантехнічні прилади, потрібно розміщувати поза межами квартир, у комунікаційних шахтах з дверима для доступу на кожному поверсі, які дозволяють проведення експлуатаційних робіт. При реконструкції допускається розміщення стояків систем холодного та гарячого водопостачання в санітарно-технічних кабінах у шахтах.

Вимоги до креслень:

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		46

- На плані горища наносяться тонкими лініями тільки несучі стіни, на плані підвалу відсутні перегородки.
- Необхідно розмістити і пронумерувати всі стояки (подавальні та циркуляційні). Нумерація починається з лівої крайньої секції.
- У крайніх секціях розміщуються циркуляційні стояки у сантехнічних кабінах, розташованих ближче до центру будинку.
- На плані типового поверху від подавальних стояків необхідно провести підведення до сантехнічних приладів у квартирах.
- На плані горища проставляються всі необхідні розміри (довжини частин кільцюючих перемичок). Кільцюючі перемички прокладаються з ухилом не менше 2% з урахуванням місця розташування повітрозбірника.
- На плані підвалу вибирається місце для індивідуального теплового пункту (ІТП). Висота підвалу повинна бути не меншою 2,2 м, розміри приміщення для ІТП — не менше 6х4 м. Приміщення під ІТП рекомендується розташовувати під нежитловими кімнатами. За потреби приміщення ІТП необхідно відділяти від інших приміщень перегородками або огорожами для запобігання доступу сторонніх осіб. В ІТП, вбудованих у житлові будинки, слід встановлювати насоси з низьким рівнем шуму.
- Після вибору місця розташування ІТП на плані підвалу прокладаються подавальна (Т3) і циркуляційна (Т4) магістралі вздовж центральної поздовжньої стіни. Точки приєднання подавального Т3 та циркуляційного Т4 трубопроводів ІТП до магістралей повинні розташовуватися між секціями, щоб не розділяти жоден вузол.

Вибираються місця підключення магістралей до ІТП. В результаті проектується закільцьована система гарячого водопостачання з нижньою розводкою та секційованими вузлами. Після розробки планів горища, типового поверху і підвалу необхідно виконати креслення аксонометричної схеми системи гарячого водопостачання. Аксонометрична схема виконується без масштабу, але з дотриманням пропорцій, щоб була можливість показати всю необхідну арматуру.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		47

АксонOMETричну схему починають з нанесення паралельно одна одній магістралей Т3 і Т4 (подаюча магістраль розташована зверху). Проставляють позначки для цих магістралей. Розташування магістралей здійснюється з урахуванням зручності монтажу та обслуговування арматури: орієнтовно магістраль Т3 прокладають на висоті 2 м від підлоги підвалу, а магістраль Т4 - на висоті 1,8 м. Горизонтальні магістралі прокладають з ухилом не менше 2% у бік ІТП. Зручно починати креслення аксонOMETричної схеми з крайньої лівої секції.

### 3.2 Визначення розрахункових витрат води.

У квартирі на таке сантехнічне обладнання встановлюється окремий кран, через який подається гаряча вода:

Ванна обладнана душем довжиною 1700 мм, мийкою та умивальником. У будинку що розташований у місті Рівному 1-кімнатних квартир – 120, 2-кімнатних квартир 96, а всього квартир 216.

В цілому в будинку, де подається гаряча вода, встановлюється сантехнічне обладнання:

$$N = 3 \cdot 216 = 648.$$

Кількість мешканців у будинку:

$$U = 2 \cdot 120 + 3 \cdot 96 = 240 + 288 = 528$$

Для міста Рівне, що розташоване в першій кліматичній зоні розрахункові (питомі середні за рік) та добові (сумарно холодної та гарячої води) визначені за додатком А1 [ДБН 2.5-64:2012] в залежності від комфорту будинку. Наприклад в будинку є центральна система гарячого водопостачання з ванною довжиною 1700 мм і складе 250 літрів на одного мешканця на добу. Згідно з додатком А8 [ДБН 2.5-64:2012] Максимальні витрати гарячої води для житлового будинку складають:

$$(528 \text{ споживачів}) q_h = 3,05 \text{ л/с.}$$

$$(528 \text{ споживачів}) q_{tot} = 4,36 \text{ л/с.}$$

$$(528 \text{ споживачів}) q_c = 2,9 \text{ л/с.}$$

$$(528 \text{ споживачів}) q_{hrTot} = 11,7 \text{ м}^2/\text{год.}$$

$$(528 \text{ споживачів}) q_{hrh} = 7,82 \text{ м}^2/\text{год.}$$

$$(528 \text{ споживачів}) q_{hrc} = 7,69 \text{ м}^2/\text{год.}$$

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		48

Для ділянки з трьома санітарно-технічними приладами ( $N = 3$ ), до яких підводиться гаряча вода (ділянка вводу до квартири), і трьома мешканцями в квартирі ( $U = 3$ ) цього будинку максимальні витрати гарячої води складають:

$$q_h = 0,263 \text{ л/с.}$$

$$q_{tot} = 0,363 \text{ л/с.}$$

$$q_c = 0,197 \text{ л/с.}$$

$$q_{hrTot} = 0,363 \text{ м}^2/\text{год.}$$

$$q_{hrh} = 0,237 \text{ м}^2/\text{год.}$$

$$q_{hrc} = 0,197 \text{ м}^2/\text{год.}$$

Для ділянки з трьома санітарно-технічними приладами ( $N = 3$ ), до яких підводиться гаряча вода (ділянка вводу до квартири), і трьома мешканцями в квартирі ( $U = 2$ ) цього будинку максимальні витрати гарячої води складають:

$$q_h = 0,257 \text{ л/с.}$$

$$q_{tot} = 0,357 \text{ л/с.}$$

$$q_c = 0,193 \text{ л/с.}$$

$$q_{hrTot} = 0,357 \text{ м}^2/\text{год.}$$

$$q_{hrh} = 0,233 \text{ м}^2/\text{год.}$$

$$q_{hrc} = 0,193 \text{ м}^2/\text{год.}$$

### 3.3 Гідравлічний розрахунок трубопроводів СГВП.

Для виконання гідравлічного розрахунку необхідно вибрати розрахункову магістраль (головний напрямок). Вона вибирається від ІТП у бік крайнього стояка, який знаходиться на найбільшій відстані від ІТП, і далі до крайнього, найбільш віддаленого змішувача на верхньому поверсі.

Потрібно розбити розрахункову магістраль на ділянки. Починати розбивку на ділянки краще від найвіддаленішого змішувача верхнього поверху, а потім вниз по стояку до ІТП за принципом «сталість діаметра та сталість витрати».

При розрахунку ділянок подавальних трубопроводів від водонагрівачів до останнього водорозбірного вузла головної розрахункової гілки системи визначення діаметрів трубопроводів у режимі максимального водорозбору проводиться при розрахунковій максимальній секундній витраті гарячої води.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		49

Діаметри водорозбірних стояків у водорозбірному вузлі потрібно вибрати за величиною розрахункової максимальної секундної витрати води в стояку з коефіцієнтом 0,7, за умови, що довжина кільцюючих перемичок від місця приєднання останньої точки відбору води одного водорозбірного стояка до аналогічної точки іншого водорозбірного стояка не перевищує довжини самого водорозбірного стояка.

Для даного житлового будинку вибираємо металеві труби, у яких максимальна швидкість руху гарячої води  $v_{\max} = 1,5$  м/с. Розрахункові максимальні витрати вибираються за кількістю споживачів на відповідній ділянці згідно з додатком А8 [ДБН 2.5-64:2012]. Діаметри труб, швидкість руху гарячої води та питомі втрати тиску на тертя при розрахунковій витраті води вибираємо за номографією.

Остаточний гідравлічний розрахунок проводиться для визначення втрат тиску при русі води в системі гарячого водопостачання. Втрати тиску на ділянках трубопроводів системи гарячого водопостачання визначаються:

Для систем, з урахуванням заростання труб (системи змонтовані зі сталевих труб), за формулою:

$$H_c = i_c \cdot L(1 + k_{lc}), \text{ мм вод. ст.},$$

де  $i_c$  – питомі втрати тиску на тертя при розрахунковій витраті води, які визначаються за номограмою;

$L$  – довжина розрахункової ділянки трубопроводу, м;

$k_{lc}$  – коефіцієнт, який враховує втрати тиску в місцевих опорах, значення якого потрібно приймати:

0,2 – для подавальних і циркуляційних розподільних трубопроводів;

0,1 – для трубопроводів подавальних (водорозбірних) стояків і циркуляційних стояків.

Гідравлічний розрахунок зводимо у таблицю 3.1.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		50

**Таблиця 3.1. Гідралічний розрахунок трубопроводів СГВП**

Номер ділянки	Кількість поживачів, U	Розрахункові максимальні секундні витрати, qh, л/с	Довжина ділянки, l, м	Діаметр, мм	Швидкість, W, м/с	Питома втрата тиску на тертя, іс, мм	Кіс-коefficient, який враховує втрати тиску в місцевих	Втрати тиску на ділянці, Нс, мм	Сумарні втрати тиску, Н, мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.-2.	2	0,197	3	20	0,69	87,3	0,2	314,28	14782
2.-3.	3	0,263	3	20	0,927	160	0,2	576	
3.-4.	6	0,29	2,8	20	1,02	191	0,2	641,76	
4.-5.	9	0,32	2,8	20	1,13	233	0,1	717,64	
5.-6.	12	0,35	2,8	20	1,24	281	0,1	865,48	
6.-7.	15	0,38	2,8	20	1,34	328	0,1	1010,24	
7.-8.	18	0,405	2,8	20	1,43	370	0,1	1139,6	
8.-9.	21	0,428	2,8	25	0,82	85,9	0,1	264,572	
9.-10.	24	0,45	2,8	25	0,913	109	0,1	335,72	
10.-11.	27	0,476	2,8	25	0,966	122	0,1	375,76	
11.-12.	30	0,503	2,8	25	1,02	136	0,1	418,88	
12.-13.	33	0,528	2,8	25	1,07	149	0,1	458,92	
13.-14.	36	0,55	2,8	25	1,12	160	0,1	492,8	
14.-15.	36	0,55	2,8	25	1,12	160	0,1	492,8	
15.-16.	72	0,79	1,5	32	0,919	73,9	0,2	133,02	
16.-17.	120	1,07	12,2	32	1,25	136	0,2	1991,04	
17.-18.	144	1,21	6,2	32	1,41	173	0,2	1287,12	
18.-19.	192	1,46	1,5	40	1,22	104	0,2	187,2	
19.-20.	264	1,83	20	50	0,935	43,2	0,2	1036,8	
20.-21.	336	2,18	1,5	50	1,11	61,9	0,2	111,42	
21.-22.	384	2,4	12,2	50	1,22	74,7	0,2	1093,608	
22.-23.	408	2,52	6,2	50	1,28	81,9	0,2	609,336	
23.-24.	456	2,73	1,5	50	1,39	96,8	0,2	174,24	
24.-25.	528	3,05	1,5	65	0,915	29,6	0,2	53,28	

<i>Зм.</i>	<i>Кіл.д.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>

Кваліфікаційна робота бакалавра

Арк.

51

**Таблиця 3.1. Гідралічний розрахунок трубопроводів СГВП**

Номер ділянки	Внутрішній діаметр, d, мм	Довжина ділянки, l, м	Питомі втрати труб Q, Вт/м	Втрати теплоти ділянки, Q <sub>шт</sub> , кВт	Сума втрат теплоти ділянки, Q <sub>шт</sub> , кВт	Циркуляційні витрати, q с <sub>г</sub> , л/с	Питомий та внутрішній діаметр труби, v <sub>i</sub> , л/м	Об'єм води ділянки, V <sub>рi</sub> , м <sup>3</sup>	Повний об'єм води, V <sub>р</sub> , м <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.-2.	20	3	7	0,021	0,021	0,0105	3,94	0,005	0,005
2.-3.	20	3	7	0,021	0,042	0,021	3,94	0,003	0,008
3.-4.	20	2,8	7	0,0196	0,0616	0,0308	3,94	0,004	0,012
4.-5.	20	2,8	7	0,0196	0,0812	0,0406	3,94	0,008	0,02
5.-6.	20	2,8	7	0,0196	0,1008	0,0504	3,94	0,012	0,032
6.-7.	20	2,8	7	0,0196	0,1204	0,0602	3,94	0,012	0,044
7.-8.	20	2,8	7	0,0196	0,14	0,07	3,94	0,012	0,056
8.-9.	25	2,8	7	0,0196	0,1596	0,0798	6,45	0,02	0,076
9.-10.	25	2,8	7	0,0196	0,1792	0,0896	6,45	0,02	0,096
10.-11.	25	2,8	7	0,0196	0,1988	0,0994	6,45	0,02	0,116
11.-12.	25	2,8	7	0,0196	0,2184	0,1092	6,45	0,02	0,136
12.-13.	25	2,8	7	0,0196	0,238	0,119	6,45	0,02	0,156
13.-14.	25	2,8	7	0,0196	0,2576	0,1288	6,45	0,023	0,179
14.-15.	25	2,8	11	0,0308	0,2884	0,1442	6,45	0,018	0,197
15.-16.	32	1,5	11	0,0165	0,3049	0,15245	11,16	0,023	0,22
16.-17.	32	12,2	11	0,1342	0,4391	0,21955	11,16	0,17	0,39
17.-18.	32	6,2	11	0,0682	0,5073	0,25365	11,16	0,086	0,476
18.-19.	40	1,5	11	0,0165	0,5238	0,2619	13,26	0,025	0,501
19.-20.	50	20	11	0,22	0,7438	0,3719	24,16	0,35	0,851
20.-21.	50	1,5	11	0,0165	0,7603	0,38015	24,16	0,025	0,876
21.-22.	50	12,2	11	0,1342	0,8945	0,44725	24,16	0,18	1,056
22.-23.	50	6,2	11	0,0682	0,9627	0,48135	24,16	0,086	1,142
23.-24.	50	1,5	11	0,0165	0,9792	0,4896	24,16	0,01	1,152
24.-25.	65	1,5	11	0,0165	0,9957	0,49785	24,16	0,056	1,208

# Розділ 4

## *ІНДИВІДУАЛЬНИЙ ТЕПЛОВИЙ ПУНКТ*

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		53

#### 4.1. Вибір схеми приєднання, розрахунок та підбір водопідігрівачів/теплообмінників.

Середньодобова теплова потужність системи ГВП

$$Q_{Гс} = V * c_{в} * \rho * dT = 132 * 1000 * 45 / 86400 = 287787 \text{ Вт}$$

Максимальна теплова потужність системи ГВП:

$$Q_{ГМ} = 287787 * 1,8 = 518018 \text{ Вт}$$

Теплова потужність системи опалення:

$$Q_{со} = 333400 \text{ Вт}$$

Температурний графік теп. мережі: 150-70°C

Температура злому: 70°C

Температура води на вході в перший ступінь:  $(t_2')_I = 5^\circ\text{C}$ ;  $(t_2'')_I = 36^\circ\text{C}$

Температура води на вході в другий ступінь:  $(t_2')_{II} = 36^\circ\text{C}$ ;  $(t_2'')_{II} = 55^\circ\text{C}$

Температура мережної води на виході з СО в точці злому:  $(t_1'') = 46^\circ\text{C}$

Приймаємо недогрів водопровідної води 1 ступеня  $46 - 36 = 10^\circ\text{C}$

Визначаємо масову витрату системи опалення:

$$G_{со} = Q_{со} / c_{в} (115 - 70) = 333400 / 4,18 * 10^3 * 45 = 3,58 \text{ кг/с}$$

Об'ємна витрата:

$$V_{со} = 3,6 * G_{со} = 3,6 * 3,58 = 12,88 \text{ м}^3/\text{год}$$

Визначаємо масову витрату холодного теплоносія:

$$G_2 = Q_{ГМ} / c_{в} (55 - 5) = 518018 / 4,18 * 10^3 * 50 = 2,48 \text{ кг/с}$$

$$V_2 = 3,6 * G_2 = 3,6 * 2,48 = 8,92 \text{ м}^3/\text{год}$$

#### Розрахунок теплообмінника першого ступеню підігріву.

$$(t_2')_I = 5^\circ\text{C}; (t_2'')_I = 36^\circ\text{C}$$

Потужність першого підігрівача:

$$Q_I = G_2 * c_{в} * (36 - 5) = 2,48 * 4,18 * 10^3 * 31 = 321356,4 \text{ Вт}$$

Потужність другого підігрівача:

$$Q_{II} = Q_{ГМ} - Q_I = 518018 - 321356,4 = 196661 \text{ Вт}$$

$$V_{I(II)} = 3,6 * Q_{II} / c_{в} (70 - 46) = 3,6 * 196661 / 4,18 * 10^3 (70 - 46) = 7,06 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$V_{I(I)} = V_{со} + V_{I(II)} = 12,88 + 7,06 = 19,94 \text{ м}^3/\text{год}$$

Температура води гріючого контуру на виході з теплообмінника:

$$(t_1'')_I = (t_1')_I - Q_I * 3,6 / c_{в} * V_{I(I)} = 46 - (321356,4 * 3,6 / 4180 * 19,94) = 32,15^\circ\text{C}$$

#### Температурний графік I ступеня

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		54

$$(t_1')_I \text{ ---- } (t_1'')_I$$

$$(t_2')_I \text{ ---- } (t_2'')_I$$

$$46^\circ\text{C} \text{ ---- } 32,15^\circ\text{C}$$

$$36^\circ\text{C} \text{ ---- } 5^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_6 = 27,15^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_M = 10^\circ\text{C}$$

Знаходимо середньологарифмічній температурний напір, враховуючи, що робочі середовища в теплообмінному апараті рухаються протитечією:

$$\Delta t_{\text{cp}}^{\text{лог}} = (27,15-10)/\ln(27,15/10)=17,17^\circ\text{C}$$

Визначаємо витрату гріючого контуру

$$G_{1(I)} = 321356,4 / (4180*(46-32,15)) = 5,55 \text{ кг/с}$$

$$V_{1(I)} = 3,6 * G_{1(I)} = 3,6 * 5,55 = 19,98 \text{ м}^3/\text{год}$$

Визначаємо витрату контур, який нагрівається:

$$G_{2(I)} = 321356,4 / (4180*(36-5)) = 2,48 \text{ кг/с}$$

$$V_{2(I)} = 3,6 * G_{2(I)} = 3,6 * 2,48 = 8,92 \text{ м}^3/\text{год}$$

Попередньо приймаємо тип РС 0,5\* з таблиці характеристик.

$$K_{\text{пр}} = 2000 \text{ Вт/м}^2\text{}^\circ\text{C}$$

Площа поверхні нагрітого теплообмінника:

$$F = 321356,4 / (2000*17,17) = 9,36 \text{ м}^2$$

Знаходимо кількість пластин в апараті, враховуючи 2 неробочі граничні пластини:

$$n = F/F_0 + 2 = 9,36/0,5 + 2 = 21 \text{ шт}$$

Число каналів, якими рухається теплоносій:

$$N = n-1 = 21-1 = 20 \text{ шт}$$

**Розрахунок по гріючому контуру:**

$$N_1 = 10$$

Число каналів:

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		55

$$m_{1(I)} \geq \sqrt[3]{\frac{\left(\frac{V_1}{V_{min}}\right)^2 * \Delta p_{min} * N_1}{\Delta p_{доп}}} \geq \sqrt[3]{\frac{\left(\frac{19,98}{1}\right)^2 * 606 * 10}{89598}} \geq 1,4 = 3$$

Кількість ходів:

$$x_{1(I)} \leq \frac{N_1}{m_1} \leq \frac{10}{0,8} \leq 6 = 13$$

$$\Delta P_{доп} = \left(\frac{19,98}{1}\right)^2 * 606 * \frac{10}{3^3} = 89598 \text{ Па}$$

Остаточню приймаємо:

$$N_1 = m_1 * x_1 = 3 * 13 = 39 \text{ шт}$$

**Розрахунок по контуру, який нагрівається:**

Попередню приймаємо:

$$N_2 = 10 \text{ шт}$$

$$m_{1(I)} \geq \sqrt[3]{\frac{\left(\frac{V_1}{V_{min}}\right)^2 * \Delta p_{min} * N_1}{\Delta p_{доп}}} \geq \sqrt[3]{\frac{\left(\frac{19,98}{1}\right)^2 * 606 * 39}{302394,3}} \geq 1,64 = 3,14$$

$$x_{1(I)} \leq \frac{N_1}{m_1} \leq \frac{39}{3,14} \leq 9,5 = 12,42$$

$$\Delta P_{доп} = \left(\frac{19,98}{1}\right)^2 * 606 * \frac{10}{2^3} = 302394,3 \text{ Па}$$

$$N_2 = m_2 * x_2 = 3,14 * 12,42 = 38 \text{ шт}$$

Переховуємо площу поверхні теплообмінника:

$$F = N * f_0 = (39 + 38) * 0,5 = 38,5 \text{ м}^2$$

$$n = F / F_0 + 2 = 38,5 / 0,5 + 2 = 79 \text{ шт}$$

$$K_T = \frac{Q I}{F * \Delta t_{cp}^{лог}} = \frac{549419,2}{38,5 * 17,17} = 831,14 \text{ Вт/м}^2\text{С}$$

Компоновка:

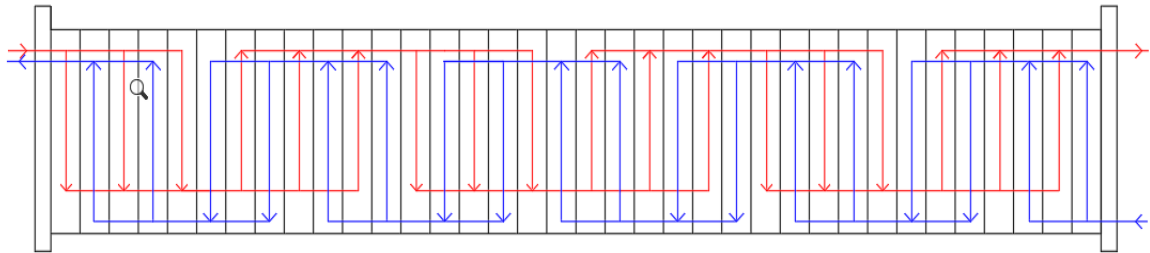
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота бакалавра

Арк.

56

$$\frac{3 + 3 + 3 + 3 + 3 + 3}{2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2}$$



**Розрахунок теплообмінника другого ступеню підігріву.**

$$(t_2')_{II} = 36^{\circ}\text{C}; (t_2'')_{II} = 55^{\circ}\text{C}$$

$$(t_1')_{II} = 70^{\circ}\text{C}; (t_1'')_{II} = 46^{\circ}\text{C}$$

$$Q_{II} = Q_{ГМ} - Q_I = 518018 - 321356,4 = 196661,6 \text{ Вт}$$

$$V_{1(II)} = 3,6 * Q_{II} / c_v (70 - 46) = 3,6 * 196661,6 / 4,18 * 10^3 (70 - 46) = 7,06 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$V_{2(I)} = 3,6 * Q_{II} / c_v (55 - 36) = 3,6 * 196661,6 / 4,18 * 10^3 (55 - 36) = 4,98 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

**Температурний графік II ступеня**

Знаходимо середньологарифмічний температурний напір, враховуючи, що робочі середовища в теплообмінному апараті рухаються протитечією:

$$(t_1')_{II} \text{ ---- } (t_1'')_{II}$$

$$(t_2')_{II} \text{ ---- } (t_2'')_{II}$$

$$70^{\circ}\text{C} \text{ ---- } 46^{\circ}\text{C}$$

$$55^{\circ}\text{C} \text{ ---- } 36^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta t_{\text{ср лог}} = \frac{\Delta t_6 - \Delta t_M}{\ln \frac{\Delta t_6}{\Delta t_M}} = \frac{(70 - 55) - (46 - 36)}{\ln \frac{70 - 55}{46 - 36}} = 12,3$$

Попередньо приймаємо тип РС 0,5\* з таблиці характеристик.

$$K_{пр} = 2000 \text{ Вт/м}^2\text{}^{\circ}\text{C}$$

Площа поверхні нагрітого теплообмінника:

Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

$$F = \frac{Q I}{K_{пр} * \Delta t_{ср}^{лог}} = \frac{321356,4}{2000 * 12,3} = 13,06 \text{ м}^2$$

Знаходимо кількість пластин в апараті, враховуючи 2 неробочі граничні пластини:

$$n = F/F_0 + 2 = 13,06/0,5 + 2 = 28,12 = \mathbf{28 \text{ шт}}$$

Число каналів, якими рухається теплоносій:

$$N = n - 1 = 28 - 1 = \mathbf{27 \text{ шт}}$$

### Розрахунок по гріючому контуру

$$N_1 = 27$$

Число каналів:

$$m_{1(II)} \geq \sqrt[3]{\frac{\left(\frac{V_1}{V_{min}}\right)^2 * \Delta p_{min} * N_1}{\Delta p_{доп}}} \geq \sqrt[3]{\frac{\left(\frac{7,06}{1}\right)^2 * 606 * 27}{101942}} \geq 1,92 = 2$$

Кількість ходів:

$$x_{1(II)} \leq \frac{N_1}{m_1} \leq \frac{27}{2} \leq 7,5 = 13,5$$

$$\Delta P_{доп} = \left(\frac{7,06}{1}\right)^2 * 606 * \frac{27}{2^3} = 101942 \text{ Па}$$

Остаточно приймаємо:

$$N_1 = m_1 * x_1 = 2 * 13,5 = 27 \text{ шт}$$

### Розрахунок по контуру, який нагрівається:

Попередньо приймаємо:

$$N_2 = 27 \text{ шт}$$

Зм.	Кіл. д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

$$m_{1(I)} \geq \sqrt[3]{\frac{\left(\frac{V_1}{V_{min}}\right)^2 * \Delta p_{min} * N_1}{\Delta p_{доп}}} \geq \sqrt[3]{\frac{\left(\frac{10,35}{1}\right)^2 * 606 * 27}{219092}} \geq 1.48 = 2$$

$$x_{1(I)} \leq \frac{N_1}{m_1} \leq \frac{27}{2} \leq 7 = 13,5$$

$$\Delta P_{доп} = \left(\frac{10,35}{1}\right)^2 * 606 * \frac{27}{2^3} = 219092 \text{ Па}$$

$$N_2 = m_2 * x_2 = 2 * 13,5 = 27 \text{ шт}$$

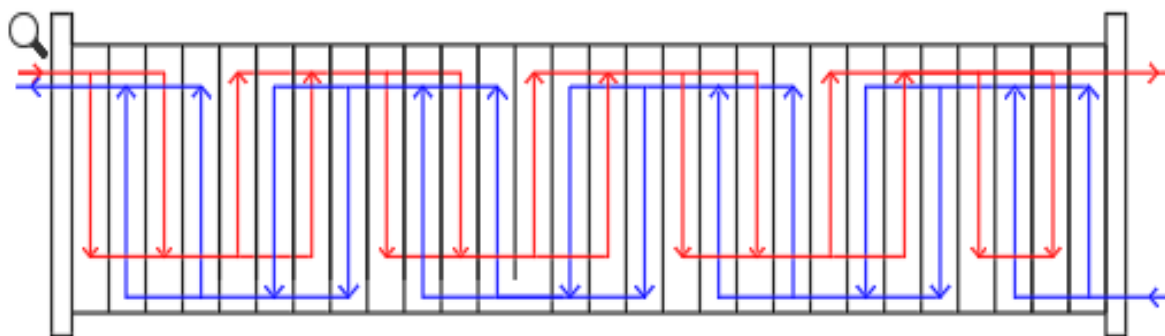
Переховуємо площу поверхні теплообмінника:

$$F = N * f_0 = (27 + 27) * 0,5 = 27 \text{ м}^2$$

$$K_T = \frac{Q \text{ I}}{F * \Delta t_{cp}^{лог}} = \frac{321356,4}{27 * 12,3} = 967,6 \text{ Вт/м}^2\text{С}$$

Компоновка:

$$\begin{array}{c} \leftarrow \\ 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 \\ \hline 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 \\ \rightarrow \end{array}$$



Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

## 4.2 Обладнання індивідуального теплового пункту

До складу індивідуального теплового пункту будівлі входять вузли комерційного обліку теплової енергії, вузли підготовки теплоносія для системи опалення та вузли підготовки гарячої води для системи ГВП.

Вузол підготовки теплоносія для двотрубних опалювальних систем за незалежною схемою підключення до мережі, вони складаються з пластинчастого теплообмінника, закритого розширювального біка і запобіжним клапаном і силовик блоком для незалежного циркуляційного контуру, а також циркуляційного насосу і регулятора. Також були встановлені резервний та робочий насоси, які були обладнані запірною арматурою і зворотними клапанами, а також байпасними лініями і манометрами.

Креслення та конструктивне рішення ІТП показано на аркуші 8 у графічній частині дипломного проекту.

Основне обладнання теплових пунктів наступне:

- Запірна арматура – кульові крани, муфтові та фланцеві вентиля;
- Шламоуловлювачі – місця, де під дією сили тяжіння осідають тверді частинки, які можуть бути присутніми в теплоносії, що надходить з районної теплової мережі;
- Сітчасті фільтри – потрібен для покращення очищення теплоносія після шламоуловлювача;
- Лічильники ГВП та холодної води;
- Теплообчислювач, що складається з теплообчислювача, вихрового акустичного перетворювача витрат та датчика температури (термометр опору); Теплообчислювач визначає споживчу тепловитрату на основі вимірної витрати (витратомір) та різниці температур між подавальним та зворотним трубопроводами, вимірної датчиком температури;
- Клапан регулювання теплового потоку, який змінює витрату теплоносія від режиму опалення до режиму підігріву для забезпечення необхідної температури на вводі у опалювальну систему;

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		60

- Електронний клапан регулювання потоку тепла, який контролює температуру води на вводі в опалювальній системі за даними датчиками температури. Цей контроль відбувається згідно до температурного режиму, визначеної шляхом порівняння температур зовнішнього повітря та температурою на датчику. Цей датчик є термометром зовнішнього повітря з термометром опору (змінення опору буде пропорційна зміні температур зовнішнього повітря) і розташований на північній стороні будівлі, не в зоні дії теплового потоку що надходять від віконних отворів, дверей і димоходів;
- Запобіжний клапан – захищає опалювальну систему від надлишкового тиску у випадку виходу з ладу автоматичного клапану;
- Зливний клапан – для зливу води з опалювальної системи;
- Пластинчастий теплообмінник «Alfa laval» для опалювальної системи та системи ГВП;
- Циркуляційні насоси;
- Розширювальні баки;
- Зворотні клапани.

#### 4.3 Розрахунок об'єму бака акумулятора.

Температура гарячої води  $t_h=55^\circ\text{C}$

Температура холодної води  $t_c=5^\circ\text{C}$

Знайдемо тепловий потік на потреби ГВ протягом середньої години

водоспоживання  $Q_{ht}^h$

$$Q_{ht}^h = 1.16 * q_h * (t_h - t_c) + Q_t^h,$$

де  $q_h$  - максимальні витрати гарячої води для даного житлового будинку складають

- $q_{hr}^h = 7,82 \text{ м}^3/\text{год}$

$Q_t^h$  - теплові втрати на розрахунковій ділянці, кВт

$$Q_t^h = q_{wk} I_{wk} + q_{ws} I_{ws},$$

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		61

де  $q_{wk}$  – питомі тепловтрати трубопроводів, що знаходяться в підвалах, техпідпіллях, на горищі, Вт/м

$$q_{wk} = 11 \text{ Вт/м [ДБН В.2.5-64:2012]}$$

$q_{ws}$  -питомі тепловтрати трубопроводів, що знаходяться в шахтах, каналах, штрабах, Вт/м

$$q_{ws} = 7 \text{ Вт/м [ДБН В.2.5-64:2012]}$$

$l_{wk}$  -довжина всіх трубопроводів ГВ у підвалах, техпідпіллях, на горищі, м

$$l_{wk} = 70,5 \text{ м}$$

$l_{ws}$  -довжина всіх трубопроводів ГВ в шахтах, каналах, штрабах, м

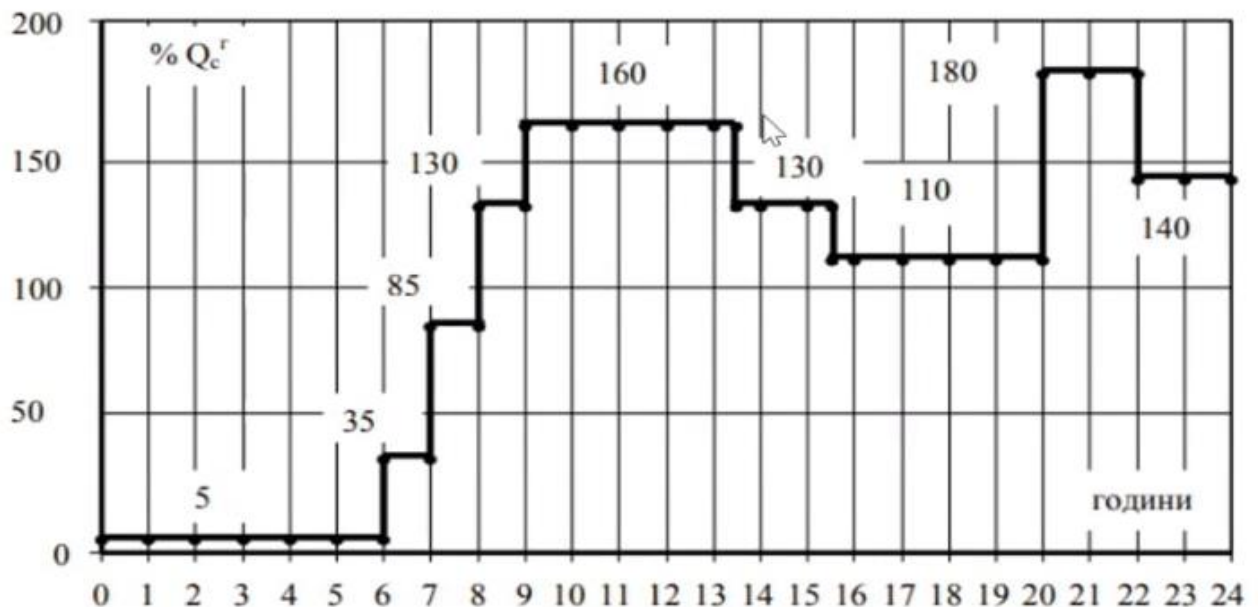
$$l_{ws} = 778 \text{ м}$$

$$Q_{ht} = 11 * 70,5 + 7 * 778 = 6221 \text{ Вт} = 6,22 \text{ кВт}$$

$$Q_{ht}^h = 1.16 * 7,82 * (55 - 5) + 6,22 = 459,78 \text{ кВт}$$

#### Додаток 7

Графік розподілу навантажень на систему ГВП житлового будинку



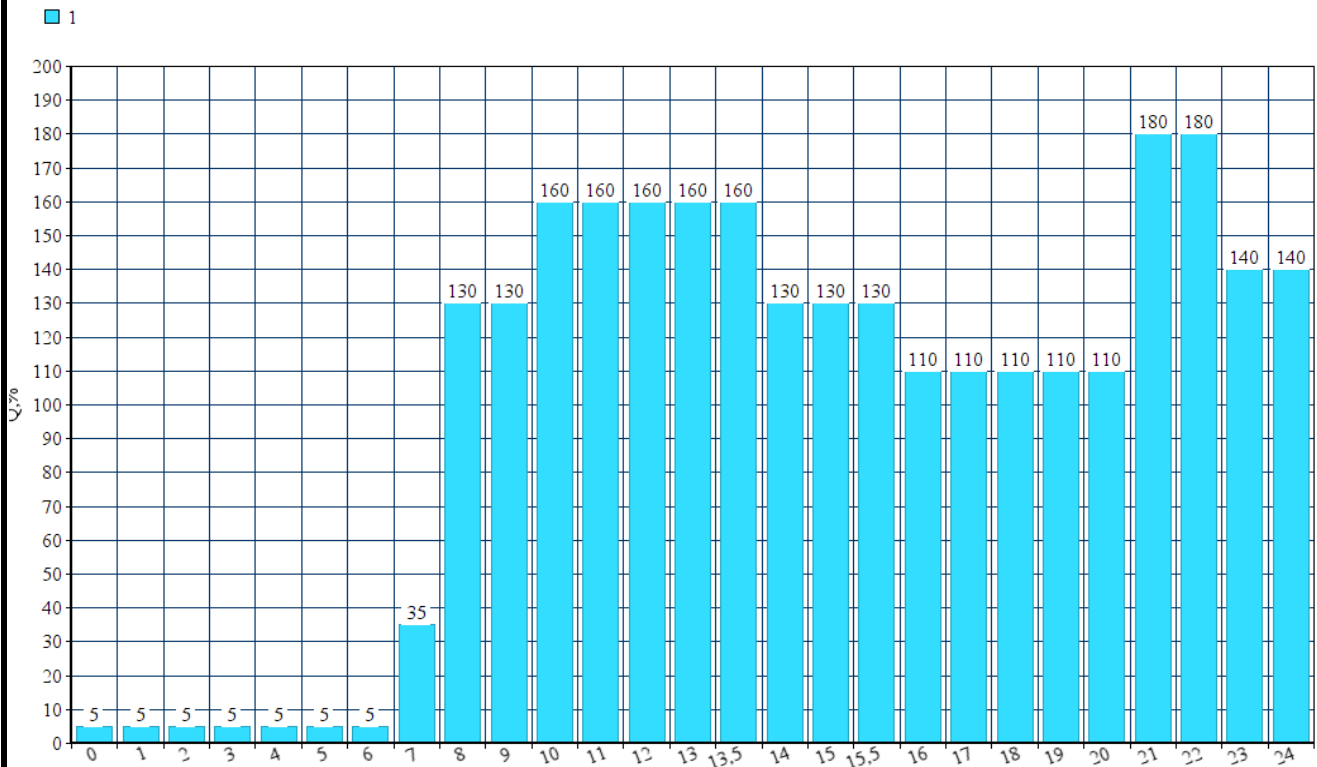
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота бакалавра

Арк.

62

Споживання у % ГВ



459,78 кВт=100%

Період в годинах, $\tau_{п} - \tau_{к}$	Години постійного вооспоживання, год	Споживання ГВ, %	Потужність системи ГВП за даний період	Потужність загальна на даний період	Сумарна птужність системи $\Sigma Q$ , кВт/год
0-6	6	5	22,98	137,88	137,88
6-7	1	35	160,92	160,92	298,8
7-8	1	85	390,8	390,8	689,6
8-9	1	130	597,7	597,7	1287,3
9-13,5	4,5	160	735,6	3310,2	4597,5
13,5-15,5	2	130	597	1194	5791,5
15,5-20	4,5	110	505,7	2275,65	8067,15

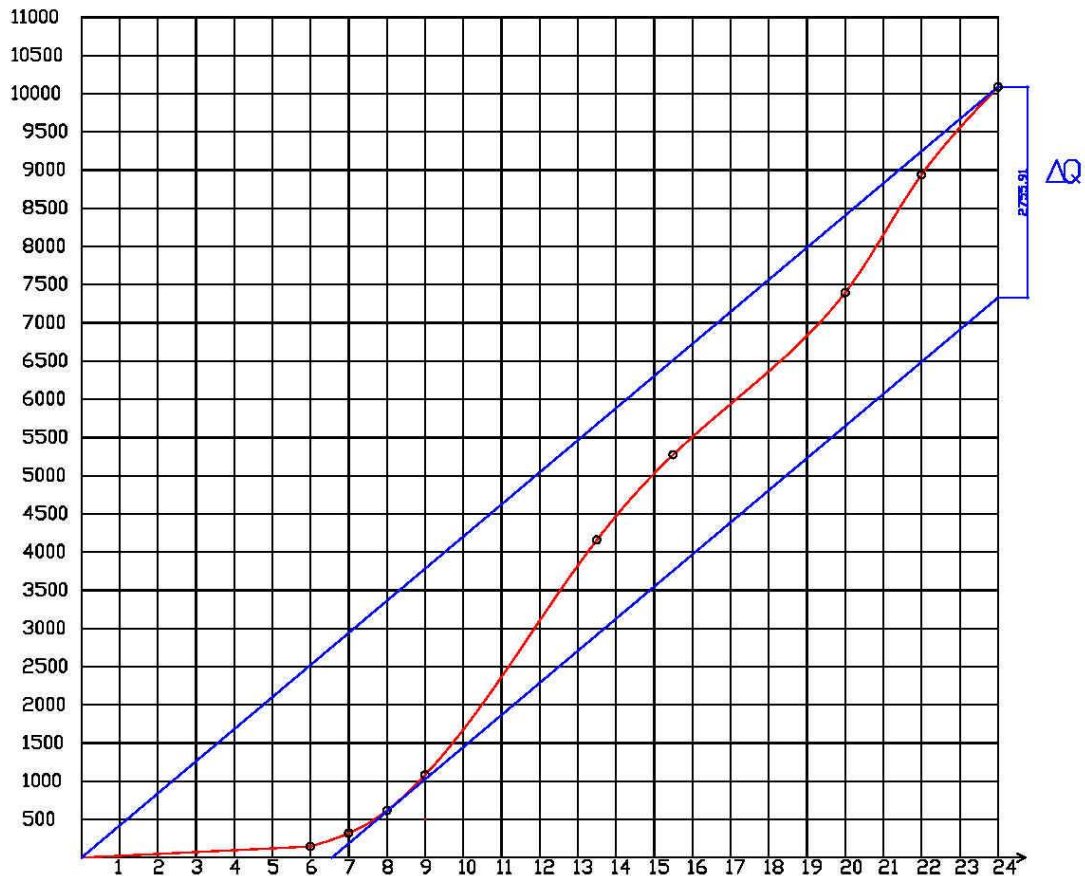
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата
-----	--------	------	--------	--------	------

Кваліфікаційна робота бакалавра

Арк.

63

20-22	2	180	827,6	1655,2	9722,35
22-24	2	140	643,7	1287,4	11009,75



$$V_{\text{бак}} = 3.6 * \Delta Q / c_v * \Delta t = 3.6 * 3650 / 4.19 * (55 - 5) = 62.86 \text{ м}^3$$

#### 4.4 Підбір лічильника

Підбір лічильника гарячої води

Витрати гарячої води, при наявності водопідігрівача у будинку, необхідно вимірювати лічильником води, який встановлюється разом зі зворотним клапаном перед водопідігрівачем. З кожної сторони лічильника потрібно передбачати запірну арматуру. Між лічильником і другою (за рухом води) запірною арматурою розташовується контрольний кульовий кран з постійно

Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота бакалавра

Арк.

64

установленою заглушкою, який призначений для підключення пристроїв метрологічної перевірки лічильників; такий кран треба встановлювати на відстані

не більше ніж 0,5 м після запірної арматури, для трубопроводів з умовним діаметром до 50 мм діаметр контрольних кранів дорівнює 15 мм, а діаметром більше 50 мм – 25 мм.

Лічильники бувають крильчасті і турбінні.

Лічильник гарячої води підбирають за максимальними секундними, максимальними годинними, середніми за годину та мінімальними годинними витратами гарячої води.

Середні за годину розрахункові витрати гарячої води, м<sup>3</sup>/год, визначають за формулою:

$$q^h_T = G^h_T / T * 1000, \text{ м}^3/\text{год}$$

$$q^h_T = 250 * 528 / 24 * 1000 = 5,5 \text{ м}^3/\text{год}$$

$G^h_T$  - середні за рік добові витрати гарячої води визначаються як сума середніх витрат води за добу всіма споживачами, і визначаються для одного мешканця за додатком В, табл.В1 в залежності від комфортності житлового будинку, л/добу  
Т - розрахунковий час споживання гарячої води за добу, год, який для житлових будинків приймається – 24 години.

$$G_1 = 0,7 \text{ м}^3/\text{год} < q^h_{hr} = 7,82 \text{ м}^3/\text{год} < G_{max} = 90 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$q^h = 3,05 \text{ л/с} < G_{max} = 90 \text{ м}^3/\text{год}$$

#### 4.5 Підбір балансувального клапана

Виконують за визначеним в гідравлічному розрахунку розбіжністю втрат тиску в циркуляційних кільцях системи гарячого водопостачання (безврахування втрат тиску на спільних ділянках).

Другий спосіб:  $\Delta P = 50 \text{ кПа}$ ,  $q^h_T = 5,5 \text{ м}^3/\text{год}$ ,  $K_{vs} = 9$ ,  $d = 32 \text{ мм}$

Настройка  $a, b = 2,8$

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		65

**РОЗДІЛ 5**  
*ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ*  
*МОНТАЖУ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ І МЕРЕЖ*

**Студент**  
**Консультант**

**/Матвієнко Д.В./**  
**/Сенчук М.П./**

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл. д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		66

## 5.1 Підготовчі роботи до монтажу системи опалення.

Перед установкою системи опалення необхідно виконати ряд підготовчих робіт. Ось основні етапи:

### 1. Підготовка приміщення:

Організація місця для прокладання трубопроводів (отвори та канали)

Підготовка шару покриття підлоги для монтажу трубопроводу приладової вітки.

Забезпечення доступу до місць установки обладнання (приміщення ІТП та місця для радіаторів у квартирах)

Забезпечення стабільного електропостачання та подачі води у монтажну зону. (якщо існуюча система водо та електропостачання це дозволяє).

### 2. Підготовка інженерних комунікацій:

Перевірка стану існуючих комунікацій (вода та електропостачання)

Підготовка точок підключення до системи водо та електроживлення.

### 3. Підготовка інструментів та обладнання:

Підготовка необхідного інструменту для монтажних робіт (усі ключі, паяльні інструменти та труборізи мають бути на об'єкті)

Організація місця для зберігання матеріалів та інструментів під час роботи.

### 4. Розмітка та монтаж:

Проведення розмітки місць установки радіаторів та трубопроводів.

Виконання підготовчих монтажних робіт (буріння отворів, встановлення кріплень радіаторів, підготовка місць під прокладку труб).

Дотримання цих етапів дозволить уникнути проблем під час експлуатації системи опалення та забезпечить її ефективну роботу.

## 5.2 Особливості та вимоги до монтажу трубопроводів горизонтальної двотрубною системою опалення.

Горизонтальна двотрубна система опалення є одним з найпоширеніших типів систем опалення завдяки своїй ефективності та простоті. Вона передбачає розділення потоків теплоносія на подаючий та зворотний контури, що забезпечує рівномірний розподіл тепла по всіх радіаторах. Ось основні особливості та вимоги до монтажу трубопроводів горизонтальної двотрубною системою опалення:

Особливості двотрубною системою опалення:

### 1. Подача та зворотній контур:

Система складається з двох паралельних трубопроводів: подаючого, який доставляє гарячий теплоносій до радіаторів, та зворотного, який повертає охолоджений теплоносій до котла.

Радіатори підключаються до обох контурів, що забезпечує рівномірний розподіл тепла по всій системі.

### 2. Горизонтальне розташування труб:

Труби прокладають горизонтально, зазвичай під підлогою (як в цьому проекті) або вздовж стін, що спрощує монтаж та обслуговування систем.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		67

Горизонтальна прокладка зменшує ризик утворення повітряних пробок, що покращує циркуляцію теплоносія.

Вимоги до монтажу:

1. Вибір матеріалів:

Використання якісних труб, таких як поліпропіленові, металопластикові або мідні труби.

Вибір відповідних фітингів та кріплень для забезпечення надійності та герметичності з'єднань.

2. Монтаж трубопроводів:

Подаючий трубопровід прокладається з нахилом у напрямку руху теплоносія для запобігання утворенню повітряних пробок.

Зворотній трубопровід також прокладається з невеликим нахилом у напрямку до колектора.

Забезпечення надійного кріплення труб для уникнення їх деформації та розривів.

3. Підключення радіаторів:

Радіатори підключають до подаючого та зворотного контурів за допомогою спеціальних фітингів.

Встановлення терморегуляторів на радіаторах для можливості індивідуального регулювання температури в кожному приміщенні.

4. Гідравлічне балансування:

Проведення гідравлічного балансування системи для забезпечення рівномірного розподілу теплоносія по всіх радіаторах.

Використання балансувальних клапанів на радіаторах або колекторах.

5. Перевірка та запуск системи:

Після завершення монтажу необхідно перевірити всі з'єднання на герметичність. Проведення тестового запуску системи для виявлення можливих недоліків та їх усунення.

Дотримання цих вимог забезпечить надійну та ефективну роботу горизонтальної двотрубною системи опалення.

### **5.3 Монтажне креслення системи опалення.**

Склад та вимоги до монтажного креслення трубних вузлів та блоків системи опалення.

Монтажне проектування виконується у випадках, коли в робочих кресленнях санітарно-технічних систем відсутня достатня деталізація елементів для їх заводського виготовлення та наступного складання та монтажу. Проектування систем опалення виконується за робочими кресленнями систем та загальнобудівельними кресленнями. Для нетипових будівель проектування здійснюється

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		68

за даними натурних вимірювань на об'єкті, де забезпечена відповідна монтажна готовність.

Монтажний проект санітарно-технічних систем включає:

1. Плани поверхів з позначенням прив'язок траси прокладання трубопроводів або повітропроводів до будівельних конструкцій.
2. Монтажні (аксонометричні) схеми систем в цілому або окремих частин.
3. Монтажне креслення вузлів внутрішніх систем, наприклад, трубних вузлів системи опалення (розподільників, радіаторних блоків, типових стояків або відводів): монтажна схема вузлів, комплектувальні відомості деталей і виробів, специфікації матеріалів.
4. Монтажне креслення вузлів зовнішніх систем, наприклад, вузлів теплового вводу, блоків джерел теплової енергії тощо: монтажна схема вузлів, комплектувальні відомості деталей і виробів, специфікації матеріалів.
5. Монтажне креслення встановлення обладнання теплових пунктів, джерел теплової енергії тощо: монтажна схема вузлів, комплектувальні відомості деталей і виробів, специфікації матеріалів.
6. Ескізи ненормалізованих елементів систем, наприклад, фасонних елементів повітропроводів, кріплень кронштейнів тощо із зазначенням необхідних розмірів для їх виготовлення.
7. Відомість типових комплектувальних виробів, виду та кількості типових засобів кріплення.
8. Технологічні картки уніфікованих вузлів систем.
9. Пояснювальна записка з наведенням особливих вимог до виготовлення систем, складання деталей у вузли та відповідних обсягів тощо.
10. Умовні позначення з розробки монтажних креслень.

Монтажний проект (креслення) розробляють переважно монтажні організації або спеціалізовані організації за їх дорученням з урахуванням умов монтажу систем.

Монтажні креслення системи опалення, які входять в монтажний проект, містять:

1. Монтажні (аксонометричні) схеми.
2. Ескізи ненормалізованих деталей чи елементів, наприклад, фасонних елементів трубопроводів, кріплень кронштейнів із зазначенням необхідних розмірів для їх виготовлення тощо.
3. Комплектувальні відомості деталей і типових виробів.
4. Специфікації основних і допоміжних матеріалів (з урахуванням додаткових витрат на фальці, повороти тощо).

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		69

## **5.4 Організація монтажу систем опалення.**

### **5.4.1 Календарне планування будівельно-монтажних робіт.**

Календарне планування будівельно-монтажних робіт є ключовим етапом у підготовці та реалізації будь-якого будівельного проекту. Воно дозволяє чітко визначити строки виконання кожного етапу робіт, кординувати дії та забезпечити своєчасне завершення проекту. Ось основні етапи та аспекти календарного планування будівельно-монтажних робіт:

Основні етапи календарного планування:

#### **1. Попереднє планування:**

Визначення загальної тривалості проекту.

Розбиття проекту на окремі етапи та види робіт.

Визначення залежностей між етапами робіт.

#### **2. Розробка графіка робіт:**

Визначення послідовності виконання робіт.

Розподіл робіт по календарних періодах (дні, тижні, місяці).

Визначення ключових віх проекту (закінчення основних етапів, проміжні контрольні точки).

#### **3. Розподіл ресурсів:**

Визначення необхідної кількості робітників, техніки та матеріалів для кожного етапу.

Планування постачання матеріалів та обладнання.

#### **4. Моніторинг та контроль виконання робіт:**

Регулярний моніторинг фактичного виконання робіт порівняно з плановим графіком.

Внесення коригувань у графік за необхідності, наприклад, у випадку затримкою або змін в проекті.

Додаткові рекомендації:

Використання програмного забезпечення:

Для ефективного планування та контролю рекомендується використовувати спеціалізоване ПЗ (наприклад Microsoft Project, Primavera).

Комунікація з підрядниками:

Регулярні зустрічі та обговорення ходу робіт з підрядниками для забезпечення своєчасного виконання плану.

Аналіз ризиків:

Виявлення можливих ризиків та розробка планів щодо їх мінімізації.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		70

Гнучкість плану:

Готовність внесення змін у графік у разі непередбачених обставин.

#### **5.4.2 Побудова послідовного та потокового графіку будівельно-монтажних робіт.**

Порівняння послідовного та потокового методів планування будівельних робіт дозволяє оцінити їхні переваги та недоліки в різних умовах. Обидва методи мають свої особливості та підходи до організації робочих процесів.

##### **Послідовний метод та його особливості:**

- 1) Поетапне виконання робіт: Кожен етап робіт виконується послідовно один за одним.
- 2) Взаємозалежність етапів: Наступний етап починається тільки після завершення попереднього.
- 3) Чітке планування: Детальний графік робіт із зазначенням термінів виконання кожного етапу.

##### **Переваги послідовного методу:**

- 1) Простота управління: Легко контролювати хід робіт і координувати дії будівельних бригад.
- 2) Вища якість: Відсутність паралельних процесів зменшує ризик помилок та неузгодженостей.
- 3) Менший ризик: Кожен етап завершено перед початком наступного, що зменшує ризики взаємного впливу.

##### **Недоліки послідовного методу:**

- 1) Довша тривалість: Загальний термін будівництва може бути довшим через послідовне виконання робіт.
- 2) Ресурсні витрати: Можливе збільшення витрат на зберігання матеріалів і обладнання.

##### **Потоковий метод та його особливості:**

- 1) Ритмічне виконання робіт: Роботи виконуються в постійному ритмі з безперервним завантаженням ресурсів.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		71

2) Поділ на захватки: Весь фронт робіт поділяється на ділянки (захватки), де роботи виконуються паралельно.

3) Чітка координація: Встановлюється черговість виконання робіт з узгодженням термінів між захватками.

#### **Переваги послідовного методу:**

1) Скорочення термінів: Паралельне виконання робіт на різних захватках дозволяє скоротити загальний термін будівництва.

2) Ефективне використання ресурсів: Постійне завантаження робітників.

3) Гнучкість: Легше адаптуватися до змін умов будівництва.

#### **Недоліки послідовного методу:**

1) Складність управління: Вимагає високої кваліфікації менеджменту для координації паралельних процесів.

2) Вищі ризики: Більший ризик взаємних впливів між процесами через паралельне виконання робіт.

3) Висока організаційна складність: Потрібна детальна координація і планування для уникнення простоїв і затримок.

#### **Графічне зображення будівельно-монтажного потоку може бути представлено у двох формах:**

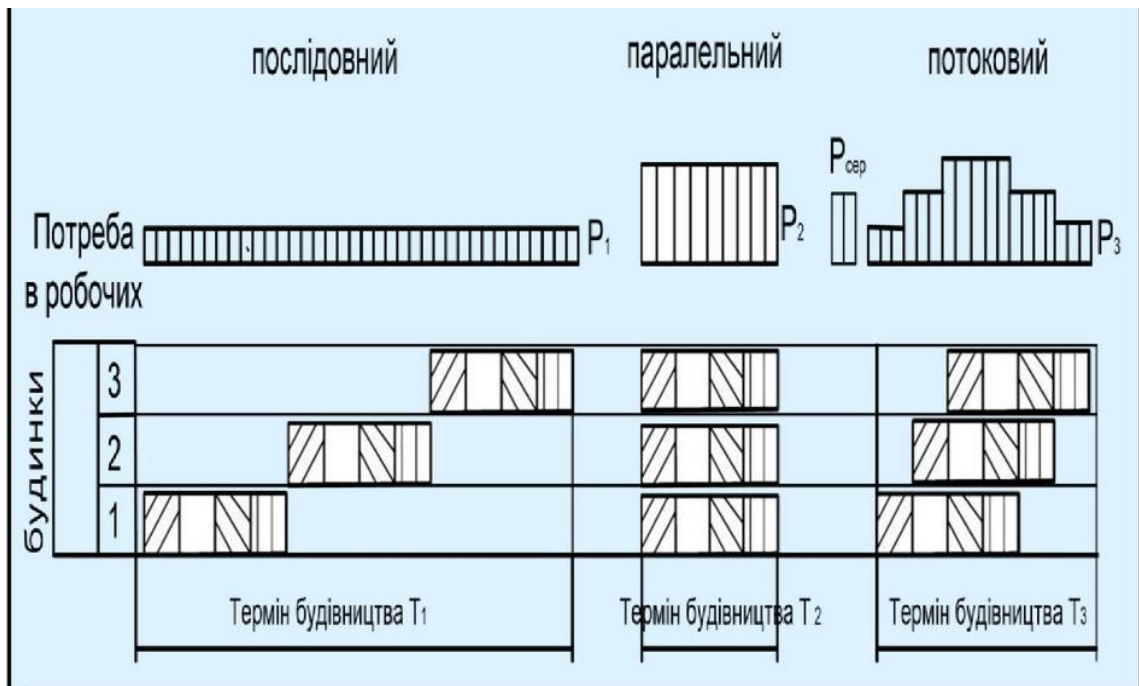
1) у вигляді лінійного графіка;

2) у вигляді графіка-циклограми.

На лінійному графіку робота кожної бригади на захватках зображається горизонтальними відрізками на календарній шкалі, розташованими зі зміщенням один відносно одного.

Приклад схеми послідовного, паралельного та потокового методу:

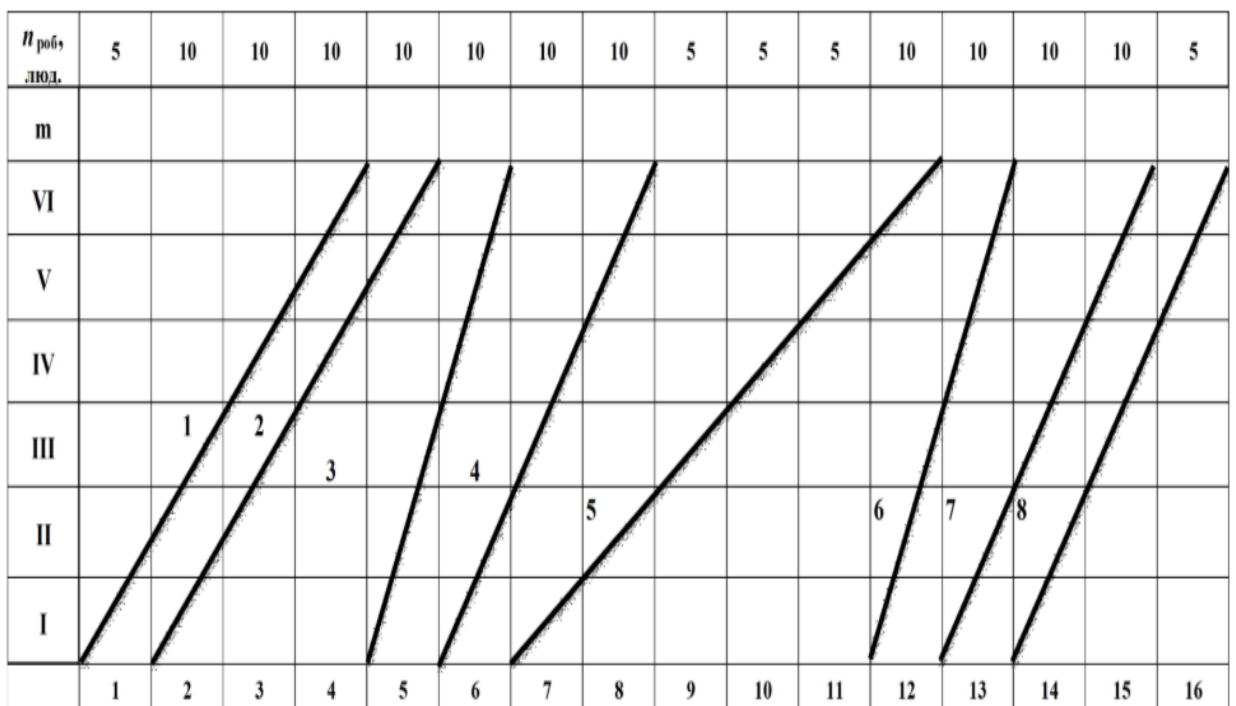
						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		72



### Побудова графіку циклограми.

Графік-циклограма створюється на основі календарної шкали лінійного графіка, де виконання робіт кожною бригадою у будівельному потоці позначається нахиленими лініями.

Циклограмні моделі потокового методу передбачають використання бригад, які послідовно переходять від одного об'єкта до іншого або з однієї захватки на іншу, виконуючи весь комплекс робіт. Весь фронт робіт ділиться на часткові фронти – захватки, з умовою, що на одній захватці одночасно може працювати лише одна бригада або ланка. Після завершення роботи бригада переходить на наступну, а на її місце приходять інша бригада.



Зм.	Кіл. д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

# Розділ 6

## ОХОРОНА ПРАЦІ

Студент

/Матвієнко Д.В./

Консультант

/Клімова І.В./

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
							74
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		

**6.1. Аналіз проекту.** Під час монтажних робіт та подальшої експлуатації ми приймаємо основний орієнтир на збереження життя та здоров'я людини і необхідність забезпечення безпечних та нормальних умов праці в усіх сферах діяльності і це є важливим питанням в організації усіх трудових процесів.

Усі робочі місця мають певні психологічні та фізичні ризики. Навіть статистика нещасних випадків показує, що на будівельних майданчиках нещасні випадки трапляються майже вдвічі частіше, ніж на будь-якому іншому робочому місці. Більше того, наслідки нещасних випадків часто набагато серйозніші. Тому охорона праці на будівельних майданчиках має особливе значення.

Робота на буд. майданчиках має такі особливості:

Робота з небезпечними механізмами, інструментами та небезпечними матеріалами, відбуваються постійні зміни в робочому середовищі, наприклад пересування персоналу в небезпечних будівельних зонах, а також в цій роботі притаманні високі фізичні навантаження, не говорячи про непередбачувані погодні умови, а також часові обмеження та обмеження, які, як правило, вимагають швидкого темпу роботи, що і створюють для будівельників вищі шанси нещасних випадків і шкоди здоров'ю. Тому для роботодавців дуже важливо знати джерела найбільших небезпек і те, яких заходів захисту можна вжити для запобігання нещасних випадків.

Об'єктом охорони праці є здоров'я та працездатність людини, а предметом охорони праці - комплекс заходів та запобіжних заходів для її захисту.

6.1 Аналіз проекту по небезпечним та шкідливим факторам. (таблиця 7.1)

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		75

Таблиця 6.1 аналіз проекту по небезпечним і шкідливим факторам, що діють під час монтажу систем опалення та ГВП.

№ п/п	Небезпечні та шкідливі виробничі фактори	Джерело та види робіт	Кількісні оцінки	Норматив
1	Падіння людей з висоти	Монтаж систем	h=2,8 м	ДСТ 12.0.003-74* "ССБП. Небезпечні і шкідливі виробничі фактори.
2	Падіння предметів з висоти	Монтаж систем	h=2,8 м	ДСТ 12.0.003-74* "ССБП. Небезпечні і шкідливі виробничі фактори.
3	Електричний струм	Електрозварювальні, електромонтажні, випробувальні, експлуатаційні	U=80В, U=380В	ДСТУ EN 61140:2019 Захист від ураження електричним струмом.
4	Вібрація	Наладка і пуск систем в дію	f=150 Гц, v=0,02м/с	ДСН 3.3.6.039-99
5	Виробничий шум	Наладка і пуск систем в дію	Рівень < 85 дБ	ДСН 3.3.6.037-99
6	Освітлення робочих місць	Монтаж систем	500 ЛК (оптимал.)	ДБН.В.2.5-28-2018 ДСТУ Б.А 3.2-15:2011
7	Шкідливі речовини	Фарбувальні	ГДКсо2 = 20 мг/м3	ДСТУ Б.А.3.2-7:200
8	Незадовільні параметри мікроклімату	Монтаж, експлуатація систем	V≤15 м/с t ≤ 50С, f = 65	ДСН 3.3.6.042-99
9	Атмосферна електрика	Захист будівлі від блискавки	Середнє число ударів на 1 км2 =7, категорія II	ДБН.В.25-38-2008 МЕК 62305 "Захист від блискавки»
10	Термічний фактор	Зварювальні	tзварки = 1200 оС	ДСТУ ISO 7243:2018
11	Пожежна безпека	Захист від пожежі	Категорія пожежо небезпечності -Д. Ступінь вогнестійкості – II, межа вибухо небезпечності – 65 г/м3	"Правила пожежної безпеки в Україні" (НАПБ А.01.001-2014) ДБН В.1.1-7:2016 "Пожежна безпека об'єктів будівництва»

## 6.2. ЗАХОДИ ПРОФІЛАКТИКИ ВИЯВЛЕНИХ ФАКТОРІВ

### 6.2.1. Падіння людей з висоти.

Робочі місця висотою понад 1,3 метра і на відстані менше 2 метрів від межі перепаду висот, а також проходи між ними повинні бути тимчасово огорожені відповідно до вимог "Положення про охорону праці під час виконання робіт на висоті". Кожна робоча зона повинна бути оснащена

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		76

спеціальним технічним обладнанням, засобами колективного захисту, а також засобами зв'язку та сигналізації залежно від умов праці та виду робіт. Ями і канави на дорогах, проїздах, подвір'ях і в місцях руху людей і транспортних засобів повинні бути обнесени захисними огороженнями. На огорожах повинні бути прикріплені попереджувальні знаки, а в нічний час встановлені сигнальні ліхтарі. У місцях переходу людей через канави облаштувати пішохідні доріжки з нічним освітленням.

### **6.2.2. Падіння предметів з висоти.**

Підйом вантажів повинен здійснюватися за допомогою строп або спеціального вантажопідйомного обладнання, виготовленого відповідно до затверджених проектів (креслень). Спосіб підйому повинен бути таким, щоб виключити можливість падіння або зісковзування підвішеного вантажу. Під час завантаження транспортного засобу екскаватором або краном водієві або будь-якій іншій особі забороняється заходити в транспортний засіб, не будучи захищеним козирком та каскою. Забороняється проникати під елементи монтажного обладнання до того, як монтажне обладнання буде зібрано і зафіксовано в положенні, для якого воно призначене. У разі необхідності потрапляння працівників під встановлене обладнання необхідно вжити спеціальних заходів для забезпечення їх безпеки.

### **6.2.3. Електричний струм.**

Для подачі зварювального струму до дуготримача та пальника необхідно використовувати ізольовані гнучкі кабелі, розраховані на надійну роботу при максимальних електро навантаженнях та тривалості зварювальних робіт. Зварювальні кабелі, як правило, з'єднують обтиском, зварюванням або паянням. Кабель приєднується до зварювального обладнання за допомогою обтискних або припаяних кабельних наконечників. При прокладанні або транспортуванні зварювальних кабелів необхідно вживати заходів обережності, щоб запобігти пошкодженню ізоляції та здійснення контакту з водою, маслом, сталевими кабелями і трубами з гарячою водою. Відстань від зварювального

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		77

дроту до зварюваного трубопроводу і до кисневого балона повинна бути не менше 0,5 м, а відстань до горючого газу - не менше 1 м.

При роботі з машинами в зонах повітряних ліній електропередач необхідно дотримуватися вимог ДСТУ EN 61140:2019 Захист від ураження електричним струмом. При монтажі електрообладнання воно повинно відповідати вимогам "Правила улаштування електроустановок» та загальні вимоги до монтажних робіт. Заземлення корпусів перед подачею струму на електромеханічне обладнання та трансформатори. При прокладанні кабельних ліній необхідно дотримуватися наступних вимог ДБН В.2.5-23:2010 "Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення". Трос можна змотувати з котушки тільки при натиснутому гальмі. Роботи можна починати тільки після того, як кабель від'єднаний і заземлений. Запалювання пальника і паяльника, нагрівання кабельної маси і розплавлення припою необхідно проводити на відстані не менше 2 м від кабельного колодязя.

#### **6.2.4. Вібрація.**

Заходи щодо захисту робочих місць від вібрації слід починати ще на етапі проектування, тобто з планування виробничих приміщень і робочих програм. Методи зниження шкідливих вібрацій, викликаних робочим обладнанням, можна розділити на дві основні групи

- 1) Методи зниження інтенсивності подразнюючої сили в зварювальному шві;
- 2) Методи зниження вібрацій на шляху передачі від джерела до інших машин або будівельних конструкцій за допомогою опорних з'єднань.

Технічні засоби протидії шкідливим вібраціям полягають у виборі технологічних процесів з використанням машин, які мінімізують динамічні навантаження.

Ефективним способом протидії шкідливим вібраціям є пасивна віброізоляція шляхом застосування віброізоляційних основ.

#### **6.2.5. Виробничий шум.**

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		78

Під час проектування технологічних процесів слід обирати механізми та майшини, які мінімізують динамічні навантаження. Правильна експлуатація механізмів, своєчасне профілактичне обслуговування та якісний монтаж мають важливе значення для зниження рівня шуму та вібрації. Основні організаційні заходи для контролю шуму та вібрації:

- Виведення віброакустичного обладнання з технологічних процесів, які є джерелом шуму;
- вилучення віброакустичного обладнання з технологічних процесів, які є джерелом шуму;

#### **6.2.6. Шкідливі речовини.**

При виконанні ізоляційних робіт (гідроізоляція, теплоізоляція, антикорозійний захист) із застосуванням легкозаймистих або токсичних речовин, що виділяються, працівники повинні бути надійно захищені від впливу токсичних речовин, а також від опіків і хімічних опіків.

При виконанні ізоляційних робіт на стиках трубопроводів в якості засобів індивідуального захисту слід використовувати спеціальний одяг і ватно-марлеві пов'язки. Бітумну мастику, як правило, необхідно транспортувати до місця проведення робіт за допомогою бітумопроводів або вантажопідйомних машин. Якщо гарячий бітум необхідно транспортувати до робочого місця вручну, слід використовувати металеву бочку у формі точеного конуса з широкою частиною, поверненою донизу, кришка якої повинна бути надійно закрита або обладнана запірним пристроєм.

#### **6.2.7. Освітлення робочих місць.**

Будівельні майданчики, цехи, під'їзні шляхи та підходи до них у темний час доби повинні бути освітлені відповідно до ДБН В.2.5-28-2006. Освітлення повинно бути рівномірним, щоб освітлювальні прилади не вражали працівників. Забороняється працювати на неосвітлених ділянках. У нічний час на огорожах повинні бути встановлені електричні сигнальні ліхтарі напругою не більше 42 В.

#### **6.2.8. Метеорологічні умови.**

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		79

Не виконуйте монтажні роботи на висоті на відкритих ділянках зі швидкістю вітру 15 м/с і більше, а також під час ожеледиці, шторму або грози з погіршеною видимістю робочої зони.

#### **6.2.9. Термічний фактор.**

Під час ізоляції або зварювання термобітумною мастикою використовуйте спеціальне обладнання та одягайте спеціальний одяг, щоб уникнути опіків.

Забороняється використовувати бітумну мастику при температурі вище 180°C під час роботи. Котли для приготування бітумної мастики та опалення повинні бути обладнані пристроєм для вимірювання температури мастики і кришкою, що щільно закривається. Наповнювач повинен бути сухим під час заповнення котла. У котел не повинен потрапляти лід або сніг. Біля котла з мастикою повинен знаходитися протипожежний пристрій. Під час ізоляції або зварювання термобітумною мастикою використовуйте спеціальне обладнання та одягайте спеціальний одяг, щоб уникнути опіків.

#### **6.2.10. Пожежна небезпека.**

Вимоги до забезпечення пожежної безпеки на будівельних майданчиках регулюються ДБН В.1.1-7:2016 "Пожежна безпека об'єктів будівництва». Пожежна безпека на будівельних майданчиках також забезпечується відповідно до вимог Закону України "Про пожежну безпеку" та інших відповідних нормативно-правових актів з питань пожежної безпеки. Роботодавці зобов'язані призначити особу, відповідальну за дотримання працівниками на будівельних майданчиках правил пожежної безпеки. Всі вибухонебезпечні та пожежонебезпечні об'єкти (наприклад, будівельні майданчики, майстерні, склади). Для цього на кожному об'єкті повинні бути розроблені інструкції та правила пожежної безпеки. Працівники можуть приступати до роботи тільки після проходження спеціального інструктажу.

Залежно від характеристик будівельного майданчика, розміру та умов праці на будівельному майданчику, кількості обладнання та робочих зон і максимально можливої кількості працівників має бути передбачена необхідна кількість основних засобів протипожежного захисту. Типовий план будівництва повинен

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		80

включати транспортні шляхи, місця водопостачання, протипожежне обладнання та комунікації. Якщо простір на будівельному майданчику обмежений, забудовник повинен узгодити з національним органом пожежного нагляду та продемонструвати пожежній службі, що прямий доступ пожежної техніки на будівельний майданчик неможливий, а також забезпечити використання пожежної техніки за межами будівельного майданчика. Якщо ширина будівлі перевищує 18,0 м, то з обох боків поздовжньої осі повинна бути відкрита дорога, а якщо довжина будівлі перевищує 100 м, то з кожного боку будівлі повинна бути відкрита дорога.

Максимальна відстань від узбіччя до стіни будівлі або споруди не повинна перевищувати 25,0 м. У місцях, де зберігаються легкозайmistі або горючі матеріали, "паління заборонено", а використання відкритого вогню повинно бути дозволено лише на відстані не менше 50 м від таких матеріалів. Не можна допускати накопичення легкозайmistих матеріалів (наприклад, промасленого ганчір'я, тирси, залишків пластику тощо) і зберігати їх у закритих металевих контейнерах у безпечному місці.

Доступ до засобів пожежогасіння повинен бути вільним і позначений відповідними знаками. На робочих місцях, де використовуються матеріали, що виділяють вибухонебезпечні або токсичні речовини (клеї, пасти, фарби тощо), а також де застосовується відкритий вогонь або виділяються іскри, повинна бути забезпечена вентиляція. Електроустановки в таких приміщеннях (зонах) повинні бути вибухозахищеними. Також необхідно вжити заходів для запобігання утворенню та накопиченню статичної електрики. Усі об'єкти (наприклад, будівлі, що будуються, тимчасові споруди, підсобні приміщення, будівельні майданчики) повинні бути забезпечені великими засобами пожежогасіння, заходами контролю та швидкого оповіщення у разі виникнення надзвичайної ситуації. Кількість, розташування та розміри шляхів евакуації та виходів повинні визначатися відповідно з характером робіт, розміру та планування будівельного майданчика або об'єкта, а також максимально можливої кількості людей. Шляхи евакуації повинні бути якомога коротшими і вільними від перешкод. Аварійні виходи та

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		81

шляхи евакуації завжди повинні бути позначені протипожежними знаками. Забороняється замикати двері аварійних виходів, коли на будівельному майданчику перебувають люди. На шляхах евакуації слід встановити автоматичне аварійне освітлення.

## **ЛІТЕРАТУРА**

1. Будівельна кліматологія ДСТУ - Н Б В.1.1-27 :2010
2. ДБН В.2.2-15:2019. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення. Чинний від 2019-03-26. Вид. офіц. Київ, 2022. 46 с.
3. ДБН В.2.5-64:2012 Внутрішній водопровід та каналізація. Вид. офіц. Мінрегіон України .Київ, 2013. 121 с.
4. ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція і кондиціонування»
5. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель.
6. ДБН В.2.6-31:2021
7. ДСТУ 8936:2019 Труби сталеві водогазопровідні. Технічні умови; чинний від 01-01-2021. Вид. офіц. ДП «УкрНДНЦ» Київ, 2021. 9 с.
8. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 "Будівельна кліматологія"// Мінрегіонбуд України.- К.:2011. Київ, 2021. 119 с
9. Методичні вказівки до виконання розділу «Гідравлічний розрахунок систем водяного опалення» курсового проекту з дисципліни О85 опалення для студентів напрямку підготовки 6.060101 «Будівництво» за професійним спрямуванням «Теплогазопостачання і вентиляція» / Уклад.: О.П.Любарець, М.П.Сенчук, В.О.Мілейковський, В.О.Любарець. – К.: КНУБА, 2015. – 40с.
10. Методичні вказівки до виконання розділу «Теплова потужність систем водяного опалення» курсового та дипломного проектів з дисципліни опалення для студентів спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія» спеціалізації «Теплогазопостачання і вентиляція»./ Уклад.: О.П.Любарець, М.П.Сенчук, В.О.Любарець. – К.: КНУБА, 2016. – 34с.
11. Методичні вказівки до виконання розділу «Теплотехнічний розрахунок і підбір огорожувальних конструкцій» курсового проекту / уклад.: Ю.К.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		82

Росковшенко, О.П. Любарець, М.П. Сенчук, В.О. Мілейковський, В.О. Любарець. – К.: КНУБА, 2013. – 32 с.

12. Методичні вказівки до курсового проекту "Гаряче водопостачання та тепловий пункт жилого будинку" для студентів напряму підготовки 6.060101 «Будівництво» професійного спрямування "Теплогазопостачання та вентиляція" усіх форм навчання /Укладачі: О.В. Гвоздецький, В.І. Романтовський, І.І. Уланченко. – Харків: КНУБА, 2015. –88 с.

13. Методичні вказівки до курсової роботи «Проектування зовнішніх огорожень на основі багатошарових конструкцій» з дисципліни «Будівельна теплофізика» для студентів спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія» спеціалізації «Теплогазопостачання і вентиляція»./ Уклад.: Ю.М.Кольчик. – К.: КНУБА, 2020. – 37 с. 3.

14. Методичні рекомендації до практичних занять, курсового та дипломного проектування з курсу “Опалення” на тему: “Тепловий розрахунок опалювальних приладів систем водяного опалення” для студентів спеціальності 7.092108 .“Теплогазопостачання і вентиляції”/Укл. Є.С.Зайченко – К.: КНУБА, 1999. – 36с.

15. Методичні рекомендації до виконання курсового проекту «Організація будівельно-монтажних робіт» для студентів теплогазопостачання і вентиляції/ уклад. М.В. Степанов. – К.: КНУБА, 2005.– 48с.

16. Опалення – внутрішнє обладнання.– К.: Мін-во розвитку громад та територій України, 2021. – 56 с. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. 105 Кваліфікаційна робота

17. Проектування систем водяного опалення Любарець О.П, Зайцев О.М, Любарець В.О.

18. РЕКН, Збірник 16. Трубопроводи внутрішні.– К.: Мін-во розвитку громад та територій України, 2021. – 85 с.

19. Степанов М.В., Вакалюк А.С. Організація будівельно-монтажних робіт: навчальний посібник. – К.: КНУБА, 2011. – 88 с.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		83

20. Закон України про регулювання містобудівної діяльності: Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2011, №34, ст.343.

21. Кліматологія.

						Кваліфікаційна робота бакалавра	Арк.
							84
<i>Зм.</i>	<i>Кіл.д.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

# ДОДАТКИ

Поз	Найменування та тех. характеристика	Тип, марка, позначка, документ	Код об'єднання, виробу, матеріалу	Завод-виробник	Одиниці виміру	Кількість	Маса одиниці	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	<u>Опалення</u>							
1	Конвектор "Універсал КНУ-С Авто" КСК20-0,7КА1	ТУ 4935-082-03989804-02		"Сантехпром"	шт./кВт	30/21	12	
2	Конвектор "Універсал КНУ-С Авто" КСК20-0,85КА1	ТУ 4935-082-03989804-02		"Сантехпром"	шт./кВт	74/62,9	13,5	
3	Конвектор "Універсал КНУ-С Авто" КСК20-1,22КА1	ТУ 4935-082-03989804-02		"Сантехпром"	шт./кВт	100/126,6	19	
4	Конвектор "Універсал КНУ-С Авто" КСК20-1,348КА1	ТУ 4935-082-03989804-02		"Сантехпром"	шт./кВт	16/22,08	20,5	
5	Конвектор "Універсал КНУ-С Авто" КСК20-1,471КА1	ТУ 4935-082-03989804-02		"Сантехпром"	шт./кВт	4/5,88	22	
6	Конвектор "Універсал КНУ-С Авто" КСК20-1,593КА1	ТУ 4935-082-03989804-02		"Сантехпром"	шт./кВт	6/9,558	23	
7	Конвектор "Універсал КНУ-С Авто" КСК20-1,716КА1	ТУ 4935-082-03989804-02		"Сантехпром"	шт./кВт	18/30,89	24	
8	Конвектор "Універсал КНУ-С Авто" КСК20-1,838КА1	ТУ 4935-082-03989804-02		"Сантехпром"	шт./кВт	30/55,14	25	
9	Конвектор "Універсал КНУ-С Авто" КСК20-1,961КА1	ТУ 4935-082-03989804-02		"Сантехпром"	шт./кВт	36/70,6	26	
10	Конвектор "Універсал КНУ-С Авто" КСК20-2,083КА1	ТУ 4935-082-03989804-02		"Сантехпром"	шт./кВт	44/91,65	27,5	
11	Конвектор "Універсал КНУ-С Авто" КСК20-2,206КА1	ТУ 4935-082-03989804-02		"Сантехпром"	шт./кВт	42/92,65	28,5	
12	Конвектор "Універсал КНУ-С Авто" КСК20-2,328КА1	ТУ 4935-082-03989804-02		"Сантехпром"	шт./кВт	22/51,22	30	
13	Конвектор "Універсал КНУ-С Авто" КСК20-2,451КА1	ТУ 4935-082-03989804-02		"Сантехпром"	шт./кВт	24/58,82	31	
14	Конвектор "Універсал КНУ-С Авто" КСК20-2,574КА1	ТУ 4935-082-03989804-02		"Сантехпром"	шт./кВт	26/66,92	32,1	
15	Конвектор "Універсал КНУ-С Авто" КСК20-2,696КА1	ТУ 4935-082-03989804-02		"Сантехпром"	шт./кВт	16/43,14	33,25	
16	Конвектор "Універсал КНУ-С Авто" КСК20-2,819КА1	ТУ 4935-082-03989804-02		"Сантехпром"	шт./кВт	22/62,02	34	
17	Конвектор "Універсал КНУ-С Авто" КСК20-2,941КА1	ТУ 4935-082-03989804-02		"Сантехпром"	шт./кВт	80/235,28	35,5	
18	Регістр із 2-х гладких труб $\phi$ 133x4,5, L=1,0м	ДСТУ 8943:2019 Вст3 Сп3			шт	2		
19	Трубопрвід з труб металопластикових $\phi$ 20x2,3	"КІСАН-КІТЕК"	10.20.00		м			
20	Ізоляція $\phi$ 22	"Стінофлекс"			пм	9200		
21	Труба сталевіа водогазопровідна $\phi$ 20 Ізол.	ДСТУ 8936:2019			м	9200		
22	Труба сталевіа водогазопровідна $\phi$ 25				м	1200		
23	Труба сталевіа водогазопровідна $\phi$ 32				м	440		
24	Труба сталевіа водогазопровідна $\phi$ 40				м	260		
25	Кран пробковий прайрній латунний $\phi$ 25	11616к			шт	8		
26	Кран пробковий прайрній латунний $\phi$ 80	11627н1			шт	8		

Поз	Найменування та тех. характеристика	Тип, марка, позначка, документ	Код об'єднання, виробу, матеріалу	Завод-виробник	Одиниці виміру	Кількість	Маса одиниці	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8	9
27	Труба сталевіа електрозварна $\phi$ 57x3,0 ізол.	ДСТУ 8943:2019			м	90		
28	Труба сталевіа електрозварна $\phi$ 76x3,0 ізол.	Вст3 Сп3			м	50		
29	Труба сталевіа електрозварна $\phi$ 89x3,5 ізол.				м	90		
30	Автоматич. балансувальний клапан Ду 25мм	MSV-F		"Danfoss"	шт	4		
31	Автоматич. балансувальний клапан Ду 32мм			"Danfoss"	шт	10		
32	Автоматич. балансувальний клапан Ду 40мм			"Danfoss"	шт	8		
33	Автоматич. балансувальний клапан Ду 15мм	ASV-PV		"Danfoss"	шт	216		
34	Автоматич. балансувальний клапан Ду 15мм	ASV-I		"Danfoss"	шт	208		
35	Автоматич. балансувальний клапан Ду 20мм			"Danfoss"	шт	8		
36	Запірний клапан Ду 20мм	RLV-П		"Danfoss"	шт	528		
37	Комплект колекторів з заглушками та кріпленнями на 2 відводи			"КІСАН-КІТЕК"	шт	120		
38	Комплект колекторів з заглушками та кріпленнями на 2 відводи			"КІСАН-КІТЕК"	шт	96		
39	Шарф 110x700x420 на 2-4 відводи, інтегрованих (для колект.вузлів)	SWP1	51.00.00	"КІСАН-КІТЕК"	шт	120		
40	Шкаф 110x700x550 на 5-7 відводів, інтегрованих (для колект.вузлів)	SWP2		"КІСАН-КІТЕК"	шт	96		
41	Тепловісильник, компл.:	M-Cal "Danfoss"		"Danfoss"	компл.	216		
		HY 444		"Danfoss"				
		PI 500		"Danfoss"				
42	Автоматич. повітровідводчик 1/2"			"Danfoss"	шт	476		
43	Фільтр сітчатий латунний з внутр. різьбою Ду 15мм	Y222		"Danfoss"	шт	216		
44	Кран шаровий американка 1/2"/ $\phi$ 15			"Danfoss"	шт	1056		
45	Кріплення для колектора на 2 відводи		R 02.20.12	"КІСАН-КІТЕК"	шт	120		
46	Кріплення для колектора на 2 відводи		R 02.20.12	"КІСАН-КІТЕК"	шт	96		
47	Труба сталевіа водогазопровідна ізольована дренажна $\phi$ 25	ДСТУ 8936:2019			м	45		
48	Труба сталевіа водогазопровідна ізольована дренажна $\phi$ 40	Ст20 ДСТУ 7809:2015			м	100		

Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата
-----	--------	------	--------	--------	------

Кваліфікаційна робота бакалавра

Арк.

85

Поз	Найменування та тех. характеристика	Тип, марка, позначка, документ	Код обладнання, виробу, матеріалу	Завод-виробник	Одиниці виміру	Кількість	Маса одиниці	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	<u>Обладнання</u>							
1	Теплообмінник пластинчатий системи опалення з числом пластин/пластин 55/57, групінг 1*(16Н+12МL); 1*(16Н+12МН)	1*М6-MFG		Фірма "Alfa-Laval"	шт.	2		
2	Теплообмінник пластинчатий системи ГВС I ступень з числом пластин/пластин 76/78, групінг 1*19+1*20МН; 1*19+1*19МL	1*М6-MFG		Фірма "Alfa-Laval"	шт.	1		
3	Теплообмінник пластинчатий системи ГВС II ступень з числом пластин/пластин 79/81, групінг 2*(13+7МL); 2*(13+7МН)	1*М6-MFG		Фірма "Alfa-Laval"	шт.	1		
4	Насос циркуляційний системи опалення потужності 34,0 м3, напір 8,0 м, з електродвигун потужності 1,5 кВт, напруга 380 В.	UPS 80-120F		Фірма "Grundfos"	шт.	2	38.2	
5	Насос циркуляційний системи ГВС потужності 3.0 м3/ч, напір 4,0 м, з електродвигун потужності 190 Вт, напруга 220 В.	UPS 32-60F		Фірма "Grundfos"	шт.	2*		
6	Напірний розширювальний бак 400 л	400 N		Фірма "Reflex"	шт.	2		

\* Резервний насос зберігати на складі

Поз	Найменування та тех. характеристика	Тип, марка, позначка, документ	Код обладнання, виробу, матеріалу	Завод-виробник	Одиниці виміру	Кількість	Маса одиниці	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	<u>Вироби та матеріали</u>							
7.1	Регулятор електронний двужанальний з інтелектуальною картою С 66 рус.	ECL 300		Фірма "Danfoss"	компл.	1		
7.2	Датчик температури зовні повітря	ESMT		Фірма "Danfoss"	шт.	1		
7.3	Датчик температури занурювання l=100мм (нерж. ст.)	ESMU		Фірма "Danfoss"	шт.	1		
8	Теплолічильник у компл.	"ТСК7-В5"		"ЗАО ТЕПЛОКОМ"	компл.	1		
8.1	Лічильник теплообігріву	ВКТ 7.2			шт.	1		
8.2	Перетворювач витрати вижреактивний Ру=1,6 МПа, Ду50	"Метран-300ПР"			шт.	2		
8.3	Датчик температур	КТСП			шт.	2		
9	Лічильник гарячої води Ру=1,6 МПа, Ду 20	BCF-20			шт.	1		
10	Лічильник холодної води Ру=1,6 МПа, Ду 40	BCX-40			шт.	1		
11	Фільтр сітчастий фланцевий Ру=1,6 МПа, Ду 40	У333Р		Фірма "Danfoss"	шт.	1		
12	Фільтр сітчастий фланцевий Ру=1,6 МПа, Ду 65	У333Р		Фірма "Danfoss"	шт.	1		
13	Фільтр сітчастий фланцевий Ру=1,6 МПа, Ду 80	У333Р		Фірма "Danfoss"	шт.	1		
14	Фільтр сітчастий фланцевий Ру=1,6 МПа, Ду 100	У333Р		Фірма "Danfoss"	шт.	1		
15	Кран шаровий муртовий Ду 15	Techno-A		Фірма "Danfoss"	шт.	2		
16	Кран шаровий муртовий Ду 25	Techno-A		Фірма "Danfoss"	шт.	17		
17	Кран шаровий муртовий Ду 32	Techno-A		Фірма "Danfoss"	шт.	2		
18	Кран шаровий фланцевий Ду 40	Techno-A		Фірма "Danfoss"	шт.	2		
19	Кран шаровий фланцевий Ду 65	Techno-A		Фірма "Danfoss"	шт.	7		
20	Кран шаровий фланцевий Ду 80	Techno-A		Фірма "Danfoss"	шт.	7		

Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата
-----	--------	------	--------	--------	------

Кваліфікаційна робота бакалавра

Арк.

86

Поз	Найменування та тех. характеристика	Тип, марка, позначка, документ	Код обладнання, виробу, матеріалу	Завод-виробник	Одиниці виміру	Кількість	Маса одиниці	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8	9
21	Запір поворотний дисковий $P_u=1,6$ МПа, Ду 80				шт.	12		
22	Клапан зворотній міжфланцевий, $P_u=1,2$ МПа, Ду 32	тип 802		Фірма "Danfoss"	шт.	1		
23	Клапан зворотній міжфланцевий, $P_u=1,2$ МПа, Ду 40	тип 802		Фірма "Danfoss"	шт.	1		
24	Клапан зворотній міжфланцевий, $P_u=1,2$ МПа, Ду 65	тип 802		Фірма "Danfoss"	шт.	1		
25	Клапан зворотній міжфланцевий, $P_u=1,2$ МПа, Ду 80	тип 802		Фірма "Danfoss"	шт.	1		
26	Клапан піжмивальний, Ду 20	AID		Фірма "Danfoss"	шт.	1		
27	Клапан регулюючий, Ду 50	VB-2		Фірма "Danfoss"	шт.	2		
28	Електропривід до регулюючого клапану	AMV 20		Фірма "Danfoss"	шт.	2		
29	Грязьовик абонентський $P_u=1,0$ МПа, Ду 80	Серія 5-903-13, вил. 5.2			шт.	2		
30	Клапан запобіжний Ду25	OR 1831		Фірма "Danfoss"	шт.	3		
31	Манометр технічний зі шкалою 0-1 МПа	МП-4у			шт.	29		
32	Закладна конструкція для манометра				шт.	32		
33	Трехходовий кран для манометра				шт.	32		
34	Термометр технічний з шкалою 0-160°C				шт.	1		
35	Термометр технічний з шкалою 0-100°C				шт.	13		
36	Оправа для термометра пряма				шт.	11		
37	Оправа для термометра кутова				шт.	2		

Поз	Найменування та тех. характеристика	Тип, марка, позначка, документ	Код обладнання, виробу, матеріалу	Завод-виробник	Одиниці виміру	Кількість	Маса одиниці	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8	9
38	Трубопровід зі сталевих електрозварних труб $\Phi 32$	<del>ДСТУ 8943:2019</del> В 10			м	2	1,48	
39	Трубопровід зі сталевих електрозварних труб $\Phi 38 \times 2$	<del>ДСТУ 8943:2019</del> В 20			м	6	1,78	
40	Трубопровід зі сталевих електрозварних труб $\Phi 76 \times 3$	<del>ДСТУ 8943:2019</del> В 20			м	10	5,4	
41	Трубопровід зі сталевих електрозварних труб $\Phi 89 \times 3,5$	<del>ДСТУ 8943:2019</del> В 20			м	10	6,36	
42	Трубопровід зі сталевих електрозварних труб $\Phi 108 \times 4,0$	<del>ДСТУ 8943:2019</del> В 20			м	5	10,26	
43	Трубопровід зі сталевих електрозварних труб $\Phi 65$	<del>ДСТУ 8936:2019</del> В 10			м	6		
44	Антикорозійне покриття трубопроводів масляно-бітумне у два шари по ґрунту ГФ-021	ОСТ 6-10-426-79 ГОСТ 25129-82			м <sup>2</sup>	6,0		
45	Мати мінераловатні прошивні в обклади з металеві сітки, товщиною ізоляції 40 мм	ДСТУ Б В.2.7-317:2016			м <sup>3</sup>	0,3		
46	Склопластик рулонний РСТ	ТУ 6-11-145-80			м <sup>2</sup>	10		
47	Кутки 50x50x5	ДСТУ 2251:2018			м	20	3,77	

Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата
-----	--------	------	--------	--------	------

Кваліфікаційна робота бакалавра

Арк.

87

**Розрахункові гравітаційні тиски в циркуляційних кільцях**

Коефіцієнт врахування максимально природного тиску слід приймати **0,7**

Параметр	Поверх									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Висота $h_i, м$	2,80	5,98	9,16	12,34	15,52	18,70	21,88	25,06	28,24	31,42
Тиск $\Delta P_{ni}, Па$	436	932	1428	1924	2419	2915	3411	3906	4402	4898
Тиск з врахуванням коэф., Па	306	653	1000	1346	1693	2040	2387	2734	3081	3428

Гравітаційний розрахунок магістральних трубопроводів двохтрубної поквартирної системи опалення														
№ діл.	Теплове навантаження ділянки $Q_{дiл}, Вт$	Коефіцієнт проходу теплової та гідравлічного потоку $\phi$	Втрата води на ділянці $G, кг/год$	Довжина ділянки $l, м$	Діаметр трубопроводу $d, мм$	Приведений коефіцієнт тертя $\lambda/d, м^{-1}$	Питома витрата води $G_{в}, (кг/год)/ (м/с)$	Питомий динамічний тиск $A \cdot 10^{-4}, Па/ (кг/год)^2$	Швидкість води на ділянці $V, м/с$	Сума коефіцієнтів місцевих опорів $\Sigma \zeta$	Приведений коефіцієнт місцевих опорів $\zeta_{пр}$	Характеристика опору ділянки $S, Па/ (кг/год)^2$	Втрата тиску на ділянці $\Delta P_{дiл}, Па$	Загальні втрати тиску $\Sigma \Delta P, Па$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ІТП-1	374252	1,0000	16093	7,5	50	0,54	7810	0,0000081	2,061	1,2	5,25	0,000043	11013	11013
ІТП"-1"	374252	1,0000	16093	8,7	50	0,54	7810	0,0000081	2,061	1,2	5,9	0,000048	12372	23386
1-2	356148	0,9516	15314	3,18	50	0,54	7810	0,0000081	1,961	1	2,72	0,000022	5162	23547
1"-2"	356148	0,9516	15314	3,18	50	0,54	7810	0,0000081	1,961	1	2,72	0,000022	5162	33709
2-3	338044	0,9033	14536	3,18	50	0,54	7810	0,0000081	1,861	1,5	3,22	0,000026	5506	39215
2"-3"	338044	0,9033	14536	3,18	50	0,54	7810	0,0000081	1,861	2	3,72	0,000030	6362	45577
3-4	320767	0,8571	13793	3,18	40	0,75	4670	0,0000225	2,954	1	3,39	0,000076	14490	60067
3"-4"	320767	0,8571	13793	3,18	40	0,75	4670	0,0000225	2,954	1	3,39	0,000076	14490	74557
4-5	304363	0,8133	13088	4,18	40	0,75	4670	0,0000225	2,802	3	6,14	0,000138	23644	98200
4"-5"	304363	0,8133	13088	4,18	40	0,75	4670	0,0000225	2,802	3	6,14	0,000138	23644	121844
5-6	287959	0,7694	12382	3,18	32	0,9	3580	0,0000383	3,459	1,5	4,36	0,000167	25614	147458
5"-6"	287959	0,7694	12382	3,18	32	0,9	3580	0,0000383	3,459	2	4,86	0,000186	28550	176009
6-7	271555	0,7256	11677	3,18	32	0,9	3580	0,0000383	3,262	1,5	4,36	0,000167	22779	198788
6"-7"	271555	0,7256	11677	3,18	32	0,9	3580	0,0000383	3,262	2	4,86	0,000186	25390	224178
7-8	255150	0,6818	10971	3,18	25	1,3	2040	0,0001180	5,378	1	5,13	0,000606	72923	297101
7"-8"	255150	0,6818	10971	3,18	25	1,3	2040	0,0001180	5,378	1	5,13	0,000606	72923	370025
8-9	238746	0,6379	10266	3,18	25	1,3	2040	0,0001180	5,032	1,5	5,63	0,000665	70066	440091
8"-9"	238746	0,6379	10266	3,18	25	1,3	2040	0,0001180	5,032	2	6,13	0,000724	76284	516375
9-10	222342	0,5941	9561	3,18	20	1,79	1250	0,0003150	7,649	1,5	7,19	0,002266	207087	577112
9"-10"	222342	0,5941	9561	3,18	20	1,79	1250	0,0003150	7,649	2	7,69	0,002423	221483	798595

$Q = 17481 \quad Вт$

Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата
-----	--------	------	--------	--------	------

Кваліфікаційна робота бакалавра

Арк.

N= 187,68 %

**Результати розрахунку радіаторів**  
**Ст 1,16,5,12**

№ опал. приміщ.	Необхідна розрахункова теплова потужність	Витрата води у ОП	Температура води на вході у ОП	Перепад температури води в опал. приладі	Розрахункова температура приміщення	Температурний напір ОП	Тепловіддача відкрито прокладених труб	Розрахункова теплова потужн. опал.приладу	Поправ.коєф. на витрату води в ОП	Поправ.коєф. на температурний напір ОП	Потрібний тепловий потік опал. приладу	Довжина опал.приладу	Фактичний тепловий потік опал. приладу	Нев'язка
№ прим.	$Q_1, \text{Вт}$	$G_{оп}, \text{кг/год}$	$t_{ex}, \text{°C}$	$\Delta t_{o.л}, \text{°C}$	$t_{вн}, \text{°C}$	$\Delta t_m, \text{°C}$	$Q_{тр}, \text{Вт}$	$Q_{оп}, \text{Вт}$	$\varphi_1$	$\varphi_2$	$Q_{н.п.н.}, \text{Вт}$	мм	$Q_{н.ф.}, \text{Вт}$	M, %
1	2430	104	90	20	22	58	0	2454	0,78	0,98	3123	1000	1911	-38,81
2	2243	96	90	20	20	60	0	2265	0,82	0,97	2763	900	1289	-53,35
3	2243	96	90	20	20	60	0	2265	0,82	0,97	2763	1200	1464	-47,01
4	2243	96	90	20	20	60	0	2265	0,82	0,97	2763	1200	1464	-47,01
5	2243	96	90	20	20	60	0	2265	0,82	0,97	2763	900	1289	-53,35
6	2243	96	90	20	22	58	0	2265	0,78	0,97	2887	1000	1911	-33,82
7	2243	96	90	20	22	58	0	2265	0,78	0,97	2887	1000	1911	-33,82
8	2243	96	90	20	20	60	0	2265	0,82	0,97	2763	1400	1708	-38,18
9	2243	96	90	20	20	60	0	2265	0,82	0,97	2763	1400	1708	-38,18
10	2243	96	90	20	20	60	0	2265	0,82	0,97	2763	900	1720	-37,75
11	2243	96	90	20	20	60	0	2265	0,82	0,97	2763	900	1720	-37,75
12	2648	114	90	20	20	60	0	2674	0,82	0,98	3251	1400	1708	-47,46
											34252		19803	-42,19

**Ст 8,9**

13	1108	48	90	20	20	60	0	1119	0,82	0,96	1384	1400	1708	23,39
14	1011	43	90	20	22	58	0	1021	0,78	0,96	1322	1000	1911	44,51
15	1011	43	90	20	22	58	0	1021	0,78	0,96	1322	1200	1464	10,71
16	1011	43	90	20	20	60	0	1021	0,82	0,96	1265	900	1023	-19,15
17	1011	43	90	20	20	60	0	1021	0,82	0,96	1265	1000	1137	-10,14
18	1011	43	90	20	20	60	0	1021	0,82	0,96	1265	1000	1137	-10,14
19	1011	43	90	20	20	60	0	1021	0,82	0,96	1265	900	1023	-19,15
20	1011	43	90	20	22	58	0	1021	0,78	0,96	1322	1200	1464	10,71
21	1011	43	90	20	22	58	0	1021	0,78	0,96	1322	1200	1464	10,71
22	1011	43	90	20	20	60	0	1021	0,82	0,96	1265	1200	1464	15,70
23	1011	43	90	20	20	60	0	1021	0,82	0,96	1265	1100	1342	6,06
24	1214	52	90	20	20	60	0	1226	0,82	0,96	1514	800	1529	1,00
											15780		16666	5,62

Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата
-----	--------	------	--------	--------	------

Кваліфікаційна робота бакалавра

Арк.

89

## Ст 4,15,7,18

25	1198	52	90	20	20	60	0	1210	0,82	0,96	1494	800	1529	2,32
26	1090	47	90	20	20	60	0	1101	0,82	0,96	1362	1100	1342	-1,48
27	1090	47	90	20	20	60	0	1101	0,82	0,96	1362	1200	1464	7,47
28	1090	47	90	20	22	58	0	1101	0,78	0,96	1424	1200	1464	2,84
29	1090	47	90	20	22	58	0	1101	0,78	0,96	1424	1400	1708	19,98
30	1090	47	90	20	20	60	0	1101	0,82	0,96	1362	800	1146	-15,87
31	1090	47	90	20	20	60	0	1101	0,82	0,96	1362	1100	1342	-1,48
32	1090	47	90	20	20	60	0	1101	0,82	0,96	1362	1100	1342	-1,48
33	1090	47	90	20	20	60	0	1101	0,82	0,96	1362	800	1146	-15,87
34	1090	47	90	20	22	58	0	1101	0,78	0,96	1424	1400	1708	19,98
35	1090	47	90	20	22	58	0	1101	0,78	0,96	1424	1400	1708	19,98
36	1305	56	90	20	20	60	0	1318	0,82	0,96	1625	1100	1575	-3,08
											16987		17474	2,87

## Ст 6,20,9,17

37	1980	85	90	0	22	68	0	2000	0,96	0,97	2078	1000	1911	-8,03
38	1808	78	90	0	20	70	0	1826	1,00	0,97	1831	900	1289	-29,58
39	1808	78	90	0	20	70	0	1826	1,00	0,97	1831	1200	1464	-20,02
40	1808	78	90	0	20	70	0	1826	1,00	0,97	1831	1200	1464	-20,02
41	1808	78	90	0	20	70	0	1826	1,00	0,97	1831	900	1289	-29,58
42	1808	78	90	0	22	68	0	1826	0,96	0,97	1901	1000	1911	0,53
43	1808	78	90	0	22	68	0	1826	0,96	0,97	1901	1000	1911	0,53
44	1808	78	90	0	20	70	0	1826	1,00	0,97	1831	1400	1708	-6,69
45	1808	78	90	0	20	70	0	1826	1,00	0,97	1831	1400	1708	-6,69
46	1808	78	90	0	20	70	0	1826	1,00	0,97	1831	900	1720	-6,04
47	1808	78	90	0	20	70	0	1826	1,00	0,97	1831	900	1720	-6,04
48	2164	93	90	0	20	70	0	2186	1,00	0,97	2183	1400	1708	-21,76
											22707		19803	-12,79

## См 2,13,3,14

37	1198	52	90	0	22	68	0	1210	0,96	0,96	1270	1000	1911	50,48
38	1090	47	90	0	20	70	0	1101	1,00	0,96	1115	900	1289	15,62
39	1090	47	90	0	20	70	0	1101	1,00	0,96	1115	1200	1464	31,32
40	1090	47	90	0	20	70	0	1101	1,00	0,96	1115	1200	1464	31,32
41	1090	47	90	0	20	70	0	1101	1,00	0,96	1115	900	1289	15,62
42	1090	47	90	0	22	68	0	1101	0,96	0,96	1158	1000	1911	65,08
43	1090	47	90	0	22	68	0	1101	0,96	0,96	1158	1000	1911	65,08
44	1090	47	90	0	20	70	0	1101	1,00	0,96	1115	1400	1708	53,21
45	1090	47	90	0	20	70	0	1101	1,00	0,96	1115	1400	1708	53,21
46	1090	47	90	0	20	70	0	1101	1,00	0,96	1115	900	1720	54,28
47	1090	47	90	0	20	70	0	1101	1,00	0,96	1115	900	1720	54,28
48	1305	56	90	0	20	70	0	1318	1,00	0,96	1330	1400	1708	28,43
											13834		19803	43,15

Зм.	Кіл.д.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота бакалавра

Арк.

90