

Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
Навчально-науковий інститут нафти і газу та природокористування
Кафедра теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики

**Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи**

бакалавр

(назва ступеня вищої освіти)

на тему: «Система тепlopостачання для умов міста Умань»

Виконав: студент 2 курсу, групи 201-пНТ
спеціальності

144 Теплоенергетика

(шифр і назва спеціальності)

Лисенко Р.А. 

(прізвище та ініціали)

Керівник: Крот О.П.

(прізвище та ініціали)

Рецензент:  С.В.

(прізвище та ініціали)

Полтава - 2024 року

Приклад заповнення завдання на кваліфікаційну роботу

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет, відділення навчально-науковий інститут нафти і газу

Кафедра, циклова комісія теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики Ступень вищої освіти
бакалавр

Спеціальність 144 «Теплоенергетика»

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри, голова циклової

комісії

"26" серпня 2024 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Масенко Руслан Андрійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи

Система теплопостачання
міста Ізмаїль

керівник кваліфікаційної роботи Крот О.П.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від "08" 12 2023 року №

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи 26.07.2024

3. Вихідні дані до кваліфікаційній роботі Територія міста
Ізмаїль, фізичною та н.в.з.овною
роботою.

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

Видати кількісних даних, характеристик
систем теплопостачання, розрахунок витрат
теплових носіїв, розрахунок витрат на
паливо з мікрометеорологічного джерела.

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

Креслення з робіт

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	<i>Крот О.П.</i>		
2	<i>Крот О.П.</i>		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1.	<i>Загальна частина</i>	<i>11 травня</i>	
2.	<i>Спеціальна частина</i>	<i>15.03.24</i>	
2.	<i>Експертна частина</i>	<i>02.04.24</i>	
4.	<i>Вхресті прязі</i>	<i>06.04.24</i>	

Лисенко Р.А Системи теплопостачання для міста Умань: кваліф. робота бакалавр . Спеціальність 144 "Теплоенергетика". - Полтава : НУПП, 2024. - 86с.

АНОТАЦІЯ

Дипломну роботу першого (бакалаврського рівня) вищої освіти зі спеціальності 144 «Теплоенергетика» присвячено інженерній розробці системи, витрати теплоти на опалення, вентиляцію, гаряче водопостачання у мікрорайоні з відомою забудовою і невідомою забудовою в місті Умань.

Мета дипломного проекту полягає в тому щоб: визначення витрати теплоти на опалення, вентиляцію, гаряче водопостачання у мікрорайоні з відомою забудовою, визначення розрахункових витрат теплоносія для теплової мережі, виконати гідравлічний розрахунок трубопроводів теплової мережі для невідомої забудови, зробити трасування теплової мережі відомої забудови, гідравлічний розрахунок трубопроводів мікрорайону з відомою забудовою, вибір будівельних конструкцій теплової мережі, підбір мережних та живильних насосів.

Цей дипломний проект спрямований на розробку системи теплопостачання для міста Умань, що має велике значення під час опалювального періоду. Опалення є критично важливою складовою комфорту і безпеки мешканців, а також впливає на стабільність економічного та соціального розвитку міста. Таким чином, розробка ефективної системи теплопостачання для Умані має на меті не лише забезпечення комфортних умов для мешканців, а й сприяння сталому розвитку міста через раціональне використання енергетичних ресурсів і покращення якості життя.

Ключові слова: індивідуальний тепловий пункт, параметри мікроклімату, розрахункова потреба в теплоті на опалення, система опалення, опалювальні прилади, витрати теплоносія, опір теплопередачі

Lysenko R.A. Heat supply systems for the city of Uman: bachelor's thesis. Specialty 144 "Heat power engineering". - Poltava: NUPP, 2024. - 86c.

ABSTRACT.

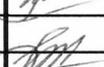
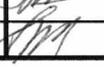
The diploma work of the first (bachelor's) level of higher education in the specialty 144 "Heat and Power Engineering" is devoted to the engineering development of the system, heat consumption for heating, ventilation, hot water supply in a neighborhood with known buildings and unknown buildings in the city of Uman.

The purpose of the diploma project is to: to determine the heat consumption for heating, ventilation, hot water supply in a neighborhood with a known building, to determine the estimated heat carrier consumption for the heating network, to perform a hydraulic calculation of the pipelines of the heating network for an unknown building, to make a tracing of the heating network of a known building, hydraulic calculation of the pipelines of a neighborhood with a known building, selection of building structures of the heating network, selection of network and feed pumps.

This diploma project is aimed at developing a heat supply system for the city of Uman, which is of great importance during the heating season. Heating is a critical component of the comfort and safety of residents, and also affects the stability of the city's economic and social development. Thus, the development of an efficient heat supply system for Uman is aimed not only at providing comfortable conditions for residents, but also at promoting sustainable development of the city through the rational use of energy resources and improving the quality of life.

Keywords: individual heating point, microclimate parameters, estimated heat demand for heating, heating system, heating devices, heat carrier consumption, heat transfer resistance.

ВСТУП	5
1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА	8
1.1 Мета проекту	8
1.2 Вибір кліматологічних даних	9
1.3 Характеристика об'єкту теплопостачання	10
1.4 Ізоляція теплотрас і паропроводів. Матеріали та застосування	11
1.5 Способи прокладки трубопроводів	15
1.6 Визначення витрати теплоти на опалення, вентиляцію, гаряче водопостачання у мікрорайоні з відомою забудовою	21
1.7 Розрахунок витрат теплоти у мікрорайоні з невідомою забудовою	26
1.8 Графік витрати теплоти в залежності від температури зовнішнього повітря	29
1.9 Графік витрати теплоти від тривалості різних температур зовнішнього повітря	31
1.10 Річні витрати теплоти	32
2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	34
2.1 Режим регулювання теплової мережі	34
2.2 Визначення розрахункових витрат теплоносія для теплової мережі	36
2.3 Гідравлічний розрахунок трубопроводів теплової мережі для невідомої забудови	42
2.3.1 Трасування теплової мережі	42
2.3.2 Попередній гідравлічний розрахунок невідомої забудови	43
2.3.3 Оптимальний градієнт тиску по головній магістралі	45
2.3.4 Остаточний гідравлічний розрахунок	47
2.4 Гідравлічний розрахунок трубопроводів мікрорайону з відомою забудовою	50
2.4.1 Трасування теплової мережі відомої забудови	50

					<i>201-ПНТ.10421166.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Лисенко Р.А.</i>			Дипломний проект системи теплопостачання для умов міста Умань	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрюшів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Крат О.П.</i>				Н	3	87
<i>Заб. Каф</i>		<i>Голік Ю.С.</i>			<i>НУ ПП ім.Юрія КоКоКондратюка</i>			
<i>Н. Кантр.</i>		<i>Крат О.П.</i>						

2.4.2. Гідравлічний розрахунок трубопроводів мікрорайону з відомою забудовою	51
2.5 Тепловий розрахунок	56
2.6 Вибір будівельних конструкцій теплової мережі	61
2.6.1 Розрахунок П-подібного компенсатора	61
2.7 Підбір мережних та живильних насосів	64
3 ОПТИМІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ МІСТА	68
3.1 Загальні положення	68
3.2 Передумови створення Програми	69
3.3 Мета програми	69
3.4 Основні завдання програми	69
3.5 Фінансове забезпечення програми	71
3.6 Моніторинг та очікувані результати програми	72
4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	73
4.1 Визначення вартості матеріалів, основного і допоміжного обладнання	73
4.2 Визначення терміну окупності капіталовкладень	76
5 ОХОРОНА ПРАЦІ	77
5.1 Характеристика умов праці	77
5.2 Заходи з техніки безпеки	81
5.3 Заходи протипожежної безпеки.	83
6 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	84
ВИСНОВОК	85
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	87

					<i>201-ПНТ.10421166.ПЗ</i>	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Історія розвитку енергетики в м. Умань

Все починається в післявоєнний період:

Після Другої світової війни електропостачання Умані здійснювалось за рахунок дизельної електростанції. Особливу роль у забезпеченні міста електроенергією відігравав енергопоїзд системи "Вестингаус" з потужністю 1 МВт.

Початок 1960-х років:

На початку 1960-х років було прийнято важливе рішення побудувати в Умані теплоелектроцентрально (ТЕЦ). Міське керівництво усвідомлювало, що для стабільного розвитку міста необхідні надійні джерела електроенергії та теплопостачання.

Ключові особи:

Міський голова Умані: Мусій Федорович Чернявський.

Директор Уманської електростанції: Михайло Андрійович Воденісов.

Процес будівництва:

Монтаж першого котла типу ТП-35 здійснювався в екстремальних умовах – на відкритому повітрі і без допомоги баштового крана. Будівництво котельні почалося вже після завершення монтажу котла, що демонструє значні труднощі, з якими стикалися тодішні будівельники.

Розвиток енергетичної системи Умані:

Після Другої світової війни Умань стояла перед викликом забезпечення надійного електро- та теплопостачання для свого населення. 29 грудня 1958 року о 22:00 урочисто запустили котел ТП-35. Наступного дня, 30 грудня тисячу дев'ятсот п'ядисят восьмому року, він разом з турбогенератором було введено в експлуатацію, що стало першим кроком у створенні міської теплоелектроцентралі. Вже в квітні тисячу дев'ятсот п'ятдесят дев'ятому році перша черга ТЕЦ почала робити на постійній основі, но зросла потреба в енергії, і місто не змогло прийняти 3 МВт,

					201-ПНТ.10421166.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

необхідних для нормальної роботи генератора. У 1962 році був побудований паропровід до ВО "Вітаміни", звідки гаряча вода з ТЕЦ почала постачатися по вулиці Урицького. Також на теплоенергостанції були встановлені два котли типу БКЗ-50 та ще один турбогенератор типу АТ-6.

Важливим етапом стала 1970 рік, коли була побудована перша магістраль тепломережа діаметром 273 мм до ВО "Уманьферммаш". Ці ініціативи забезпечили місту стабільне електро- та тепlopостачання, що було важливим кроком у подальшому розвитку енергетичної інфраструктури Умані.

Умань, як і багато інших міст, сталася перед викликом забезпечення надійного електро- та тепlopостачання для свого населення після Другої світової війни. Розвиток енергетичної інфраструктури міста був початковий відкриттям водогрійного котла типу КВГМ-100 в комплексі з ТЕЦ у 1977 році. Почали будівництво тепломереж діаметрами 600 мм та 400 мм, які стали основою для забезпечення теплом центральної частини Умані.

В той же час, уманські турбіни були демонтовані і відправлені в Арменію, а ТЕЦ змінила своє призначення на опалювальну котельню, яка забезпечила більше шестидесяти відсотків об'єктів міста теплом. У тисячу дев'ятсот вісімдесят дев'ятому році в експлуатацію введено ще один котел КВГМ-100-150М, що дозволило підвищити потужність системи. З 1978 року міський центр почав отримувати опалення від котельні з водогрійними котлами, що призвело до ліквідації бойлерної на вулиці Л. Іскри, 31.

На додаток, у 1972 році була утворена виробнича дільниця котелень і теплових мереж, яка включала 28 котелень на твердому паливі і 3,9 км тепломереж. Вона була створена на базі ЖЕКів міста та підпорядковувалась дирекції котелень і теплових мереж м. Черкаси. Початково виробнича дільниця мала тимчасове розташування в одноповерховому будинку на вулиці Леніна, 31.

					201-ПНТ.10421166.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

У 1975 році в Умані виробнича дільниця завершила будівництво нових приміщень виробничої бази на вулиці Тищика, 1-А, що стало важливим кроком у розвитку міської інфраструктури для забезпечення тепlopостачання. Також у той період завершилися роботи з будівництва першої квартальної котельні, що дозволило припинити експлуатацію застарілих і збиткових малих котелень.

У 1973 році котельня на вулиці Набережній, 2 була переведена на використання рідкого палива, що значно покращило її ефективність і надійність. У 1977 році виробничу дільницю перейменували на дирекцію котелень та теплових мереж, що включала Звенигородську та Тальнівську дільниці теплових мереж. Для забезпечення надійної експлуатації були створені різні підрозділи, включаючи дві дільниці тепlopостачання, електродільницю та транспортну дільницю.

У 1984 році котельня 12-А кварталу на вулиці Тищика була конвертована на газоподібне паливо, що позитивно позначилося на її експлуатаційних характеристиках та екологічній ситуації міста. У тисячу дев'ятсот дев'яносто дев'ятому році організація почала безпосередньо брати оплату за тепло та гарячу воду від РЕУ і організувало абонентську групу. У 1998 році підприємство стало власністю виконкому після виходу з об'єднання.

У грудні двохтисячного року підприємству передали на баланс котельню військової частини А1731 на вулиці Леніна, 57, а в серпні дві тисячі першому році – котельню на вулиці Енергетичній, 14, яка належала Державному підприємству "Теплові мережі" ВАТ "Черкасиобленерго" і мала потужність 286 Гкал.

201-ПНТ.10421166.ПЗ

Арк.

7

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Мета дипломного проекту

Метою цього диплому є виконати проект системи тепlopостачання для умов міста Умань .

Метою проекту є:

- Визначення обсягу тепловитрат на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання у мікрорайоні з існуючою забудовою.
- Визначення розрахункових витрат теплоносія для теплової мережі
- Розрахунок гідравлічних характеристик трубопроводів теплової мережі для невідомої забудови
- Проектування траси теплової мережі для відомої забудови
- Розрахунок гідравлічних параметрів трубопроводів у мікрорайоні з відомою забудовою
- Вибір оптимальних будівельних конструкцій для мережі тепlopостачання
- Вибір мережних та живильних насосів

					201-ПНТ.10421166.ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Вибір кліматологічних даних

Для міста Умань згідно з кліматичними умовами є:

- температура повітря надворі, яку використовують для проектування систем опалення, визначається як розрахункова. $t_{zo} = -22$ °С;
- для проектування систем вентиляції використовується розрахункова температура зовнішнього повітря. $t_{ze} = -9$ °С;
- середній показник температури зовнішнього повітря за час опалювального сезону. $t_{сер} = 1$ °С;
- тривалість періоду опалювання $n_{оп} = 189$ доба;
- тривалість утримання зовнішніх температур (табл. 1)

Таблиця 1 – Тривалість стояння температур зовнішнього повітря

Температура зовнішнього повітря °С	-34,9...-30	-29,9...-25	-24,9...-20	-19,9...-15	-14,9...-10	-9,9...-5	-4,9...0	0,1...+5	+5,1...+8	Всього
Число годин стояння	1	10	39	129	320	642	1225	1493	680	4536

					201-ПНТ.10421166.ПЗ				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					9

1.3 Характеристика об'єкту теплопостачання

Теплова мережа – складається з двох труб, вона замкнена і безканална. Підключення споживачів до системи здійснюється через елеватор і має залежний характер. Для забезпечення гарячого водопостачання встановлені теплообмінники, які працюють за паралельною схемою і розташовані у кожного споживача в індивідуальних теплових пунктах (ІТП). Температурні деформації компенсуються з використанням П-подібного компенсатора та ділянок самокомпенсації. На магістральному трубопроводі в місцях відводів розміщені теплофікаційні камери з запірною арматурою.

Таблиця 2 – Характеристика забудови мікрорайону

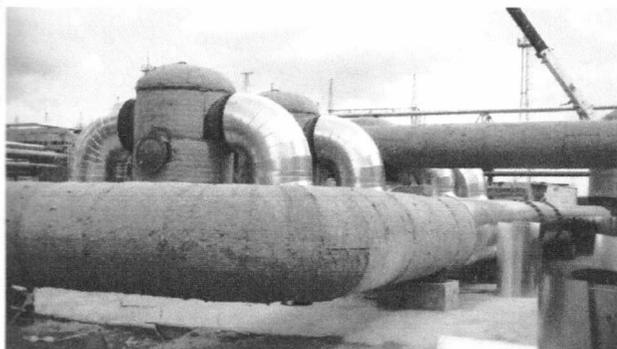
№	Назва будівлі	Кількість будинків	Кількість поверхів	Площа забудови	Житлова площа
1	Житловий будинок	12	5	921	2427
2	Магазин на 10 робочих місць і комбінат побутового обслуговування	1	2	578	-
3	Дитячий садок на 135 місць	3	2	1050	-
4	Школа на 920 учнів	1	3	2020	-
5	Школа на 960 учнів	1	3	2125	-
6	Житловий будинок	2	5	672	1720

					201-ПНТ.10421166.ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4 Ізоляція теплотрас і паропроводів. Матеріали та застосування.

Особливості різних матеріалів для ізоляції теплотрас. Поговоримо про те, які саме теплоізоляційні конструкції можна використовувати для мінімізації тепловтрат. Доступні варіанти розрізняються своїми технічними характеристиками, ефективністю, а також ціною. Це впливає на вартість усього проекту з прокладання інженерних комунікацій, а також на його довговічність і витратність в обслуговуванні.

1. Мінеральна вата



Цей матеріал коштує недорого, добре захищає від тепловтрат. Кам'яна вата базальтових порід хімічно інертна, не горюча. Вона не схильна до гниття. На цьому її переваги закінчуються.

Є у матеріалу особливий недолік, що обмежує його застосування. Кам'яна вата досить гігроскопічна. Схильність до вбирання вологи і злежування призводить до погіршення теплоізоляційних властивостей. З цієї причини мінеральна вата не рекомендована для використання в підвалах і технічних підпіллях.

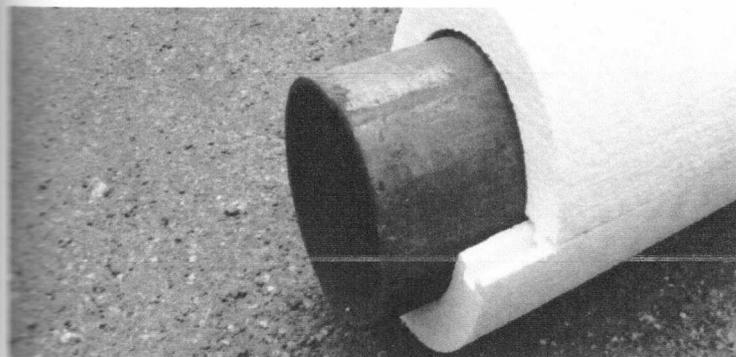
Матеріал випускається в матах, плитах з одностороннім фольгуванням і без нього, в навивних циліндрах. Під час монтажу теплоізоляції, труби обкладаються або обертаються мінеральною ватою. Вона акуратно фіксується за допомогою спеціальної в'язальної плівки. Зверху теплоізоляція покривається паронепроникним матеріалом. Для цієї ролі підходить поліетиленова плівка або руберойд. Поверх пароізоляційного шару можна встановити кожух із покрівельної жерсті, листового алюмінію або оцинкованого заліза. Він допоможе захистити кам'яну вату від механічних пошкоджень.

					201-ПНТ.10421166.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

2. Екструзійний пінополістирол та пінопласт

Легкий теплоізоляційний матеріал рекомендований для захисту труб, розташованих усередині будівлі, а також для ізоляції трубопроводів, прокладених у ґрунті в П-подібних або закритих коробах (непрохідних каналах).

Пінопласт і пінополістирол мають невелику щільність - всього 35-40 кг/м³.



Для порівняння, аналогічна характеристика мінеральної вати варіюється в діапазоні 130-150 кг/м³. Екструзійний пінополістирол і пінопласт відрізняються біостійкістю, низьким водопоглинанням.

Матеріал досить зручний у монтажі, оскільки часто поставляється у вигляді плит або напівциліндрів, сегменти яких можна закріпити на трубі бандажем або фольгованим скотчем.

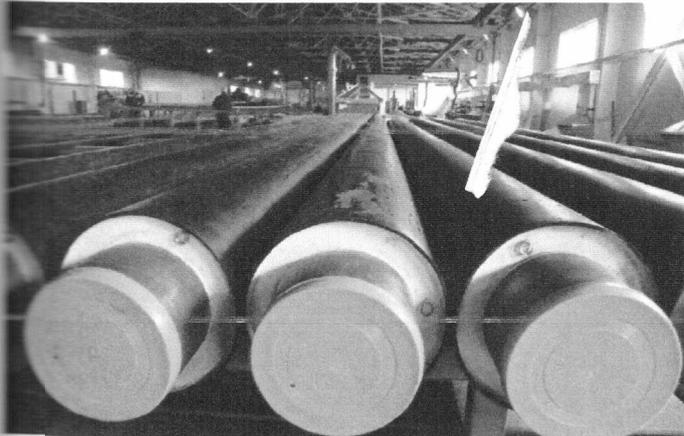
Серед недоліків пінопласту виділяють відносно невеликий діапазон робочих температур (від -100 до +80 градусів), а також високу горючість. Під час монтажу теплоізоляції з пінополістиролу трубопровід потрібно обробляти антикорозійними складами, а сам утеплювач потребує захисту від ультрафіолету, що також є його мінусом.

201-ПНТ.10421166.ПЗ

Арк.

12

3. Пінополіуретан (ППУ)



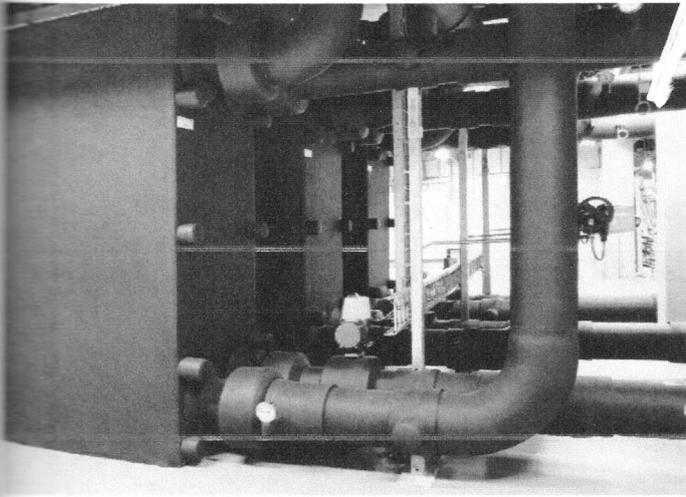
Матеріал поставляється у твердому вигляді (напівциліндри з фольгованим покриттям і без нього), а також у рідкій формі. Останній варіант призначений для обробки труб великих діаметрів і створення ізоляції на ділянках складної конфігурації. Рідкий ППУ робить захист

від тепловтрат максимально ефективним, оскільки готове покриття не матиме стиків, які є своєрідними містками холоду. Наноситься пінополіуретан методом наплення або шляхом заливки заздалегідь підготовленої форми з додатковим захистом фольгою або склотканиною. За 10-15 хвилин матеріал проходить кілька етапів перетворення, серед яких спінювання, розширення і затвердіння.

ППУ має закриту комірчасту структуру. Це забезпечує його низьку теплопровідність і мінімальну здатність до водопоглинання. Серед інших переваг пінополіуретану можна виділити високу міцність і довговічність. Матеріал не гниє, швидко і легко монтується. ППУ руйнується під впливом ультрафіолету, а тому під час відкритого встановлення потребує використання додаткового захисного шару. Кріпиться готова теплоізоляція безпосередньо на трубі за допомогою бандажів, хомутів і стяжок.

					201-ПНТ.10421166.ПЗ	Арк.
						13
Змк.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.Спінений синтетичний каучук



Цей теплоізоляційний матеріал універсальний. Він підходить для захисту трубопроводів у приміщеннях, а також використовується для ізоляції магістралей, що прокладаються підземним і наземним способом. Спінений каучук не горючий, не схильний до гниття, стійкий до хімічних

впливів, має малу вагу, екологічно безпечний. Єдиний його недолік - висока вартість. Поставляється технічна ізоляція із синтетичного каучуку в трубках або рулонах із захисним покриттям з алюмінію, що має на меті запобігти пошкодженням, спричиненим механічним впливом і впливом УФ-променів.

Спінений поліетилен. Цей вид технічної ізоляції універсальний. Він підходить для захисту трубопроводів усередині приміщень, а також за їх межами. Під час ізоляції труб, прокладених наземним способом, поліетилен вимагає використання покривного шару, а, перебуваючи в ґрунті, він потребує додаткового захисного кожуха. Це пов'язано з його вразливістю перед механічними пошкодженнями.

					201-ПНТ.10421166.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

1.5 Способи прокладки трубопроводів

Трубопроводи підземні та надземні одна з найважливіших комунікацій міст, господарств, підприємств. Системи водопостачання та водопідготовки, транспортування рідких середовищ, опалення, газові та нафтові магістралі - все це трубопровідні збірки. Від того, наскільки грамотно вони реалізовані, залежить безперебійність їхньої роботи, безпека і вартість обслуговування.

Існує звід правил і технологій будівництва трубопровідних магістралей різного призначення, дотримання яких регламентується на найвищому рівні. Нормативи для конкретних проєктів прямо залежать від способу складання, а їх існує кілька.

1. ВИДИ МОНТАЖУ

Усі способи можна розділити на 2 великі групи.

1. Підземне встановлення. Вона застосовується частіше і проводиться із застосуванням 1 з 2 технологій.

Безканальне прокладання трубопроводів.

- Підземне влаштування в каналах.



2. Надземне прокладання трубопроводу. Передбачає монтаж труб на поверхні землі або на відстані від неї (актуально для трубопроводів над трасами, у цьому разі висота розміщення труб має бути достатньою, щоб трубопровідна магістраль не заважала роботі траси). Надземні трубопроводи незамінні, коли маршрут труб пролягає через яри, шляхи транспортного сполучення, річки, інші споруди. Надземне прокладання трубопроводу виконується в каналах (лотках). Вони можуть розташовуватися на ґрунті

					201-ПНТ.10421166.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

або бути злегка в нього заглиблені, такий спосіб монтажу актуальний у регіонах із холодним кліматом, яким властива присутність вічномерзлих ґрунтів.

Вибір способу влаштування трубспровідної лінії залежить від низки умов. Серед них планувальні чинники (призначення, перетину маршруту зі спорудами та об'єктами), природні (категорія ґрунту), фінансові (бюджет будівництва) та інші (вимоги до естетики вигляду інженерної системи). Рішення щодо технології ухвалюють після проведення розрахунків за різними варіантами монтажу, і воно має бути орієнтоване насамперед на передусім на оптимізацію вартості комунікації.

Причому враховуватися в техніко-економічному обґрунтуванні має не тільки ціна будівництва, а й сервісна складова вартості проєкту.

Приклад прокладання трубопроводу опалення. Вибір на користь підземного пристрою дасть змогу знизити капітальні витрати на будівництво. Але в практиці обслуговування вартість буде вищою, ніж у надземної прокладки через:

необхідності влаштування ізоляції (при безканалному укладанні тепловтрати будуть вищими, особливо у вологому ґрунті);

додаткової постійної підтримки, щоб уникнути раннього зносу

					201-ПНТ.10421166.ПЗ	Арк.
						16
Знак	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. МЕТОДИ БУДІВНИЦТВА ПІДЗЕМНИХ СИСТЕМ

Найпоширеніші методи прокладання трубопроводу:

безтраншейний (укладання під землю без розкриття ґрунту):

відкритий варіант (збірка по опорах, може проводитися в прохідних або непрохідних колекторах);

захований спосіб монтажу (готуються траншеї, якими тягнуться труби).

Проект може бути складним або простим. У першому випадку (як правило, застосовується для прокладання трубопроводів водопостачання в міських умовах траншейним або канальним способом) в одній траншеї можуть проходити кілька різних магістралей: короби з кабелями, опалювальна мережа і водозабезпечення, наприклад.

Одна з важливих умов довговічності служби всієї збірки - вибір відповідного матеріалу труб. У сучасній практиці застосовують вироби із пластику, азбесту, металу (сталь, мідь), кераміки, бетону.

ВІДКРИТИЙ СПОСІБ

Відкритий спосіб прокладання трубопроводу не можна назвати популярним рішенням. Швидше, це компроміс, актуальний у випадках, коли укладання закритим методом неможливе.

Етапи робіт:

- підготовка і вирівнювання траншеї для прокладання трубопроводу;
- зміцнення стінок і дна вироблення;
- насип піщаної подушки;
- монтаж (складання) труб;
- укривання трубних секцій;
- закриття траншеї;



					201-ПНТ.10421166.ПЗ	Арк.
Знак	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

- вирівнювання поверхні та відновлення покриття (якщо воно мало місце), ландшафтного об'єкта.

Відкрита мережа може влаштовуватися і в непрохідних каналах. Тоді труби магістралі не будуть піддаватися постійному механічному впливу (тиску) в періоди зрушень і обдимання ґрунту. Щоправда, ремонт ускладнюється через менш комфортний доступ безпосередньо до секцій.

Додатковими плюсами відкритого підземного прокладання трубопроводу відносять можливість його проведення у випадках, які виключають прихований метод монтажу.

Мінуси:

- висока ціна проєкту (необхідність проводити трудомісткі земляні роботи, відновлювати ландшафт);
- обов'язкова перерва в роботі об'єктів по лінії маршруту;
- створення аварійно небезпечних зон у місці розкриття ґрунту

МОНТАЖ У КАНАЛАХ



Канали (лотки) використовують для захисту труб при їхньому підземному розташуванні. Серед завдань, які виконують каналні збірки: забезпечення вільного подовження труби під дією високих температур.

Укладають канали на рухомі опори під перекриття, зокрема в зонах автомобільних доріг. Мінімальна глибина розміщення лотка 0,6 м (рух транспорту заборонено) або 0,8-1,2 м (під діючою дорогою). Розрахунок глибини проводиться з урахуванням дотримання 2 умов: визначення мінімально можливого безпечного заглиблення і забезпечення ефективного розподілу зовнішніх навантажень (зокрема, автотранспортних) на трубопровідну мережу.

201-ПНТ.10421166.ПЗ

Арк.

18

Знак	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

За конструктивною ознакою розрізняють прохідні, непрохідні та напівпрохідні трубопровідні (теплопровідні) канали. Незалежно від конструкції всі лотки укладаються на опори. Під час монтажу передбачають 2 види ухилу:

довгунній всій мережі мінімум на 0.002 для видалення води (з нижніх точок вона відводиться в дренажну систему самопливом, інший варіант - влаштування приямків і видалення примусово в каналізацію насосом):

поперечний ухил перекриттів на 1-2‰ для видалення атмосферної вологи і паводкових вод.

Додатковий захист від руйнівної дії вологи використовується на ділянках із високим рівнем підземних вод. Тут потрібна гідроізоляція стінок перекриттів, каналного дна.

БЕЗКАНАЛЬНЕ ПРОКЛАДАННЯ ТРУБОПРОВОДУ

На відміну від каналного методу, під час безканального влаштування систем рухомі опори і лотки не використовуються. Безканальне прокладання трубопроводу знайшло широке застосування в регіонах із сухими ґрунтами, хоча на вологих ґрунтах безканальні системи теж встановлюють (з дренажем).



Як захист тут виступає ізоляційна оболонка. Особливості безканального прокладання:

підготовка траншеї під укладання (її дно має бути максимально рівним):

влаштування «подушки» з трамбованого піску, яка має бути товщиною не менше 10 см (для глинистих ґрунтів 10-15 см):

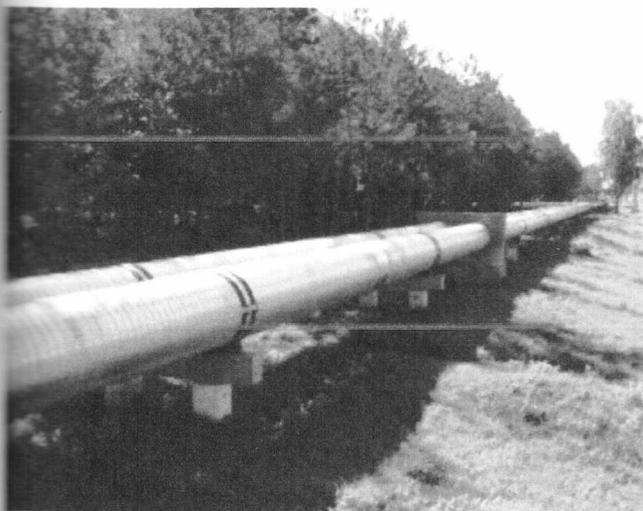
нерухомими опорами при безканальному прокладанні виступають стінки із ЗБВ (монтуються під прямим кутом до трубопроводу):

						201-ПНТ.10421166.ПЗ	Арк.
Змк.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			19

у нішах (камерах) встановлюються компенсатори, які можуть бути сальниковими або гнотими. Вони відповідають за компенсацію переміщень труб під дією температур при безканалному прокладанні.

До плюсів безканалного прокладання відносять вигідну вартість будівництва трубопроводу, мінімальний обсяг робіт, короткі терміни реалізації проєктів. Є й мінуси: ускладнений ремонт і механічна фіксація (затиснення) труб ґрунтом, що ускладнює їхнє теплове переміщення.

НАДЗЕМНЕ ПРОКЛАДАННЯ



Умови, в яких надземне прокладання трубопроводу виправдане й ефективне:

у районі з сильно льодистими ґрунтами (або підземними льодами):

на пересіченій місцевості (водойми, яри, житлові та промислові об'єкти, інші перешкоди)

за маршрутом, які допоможе подолати тільки надземна установка); висока активність кріогенних процесів у регіоні.

Для надземної прокладки застосовують труби з холодостійкої сталі з обов'язковою ізоляцією. Для надійності та безпеки системи вона посилюється опорами із ЗБВ.

Порівняно з підземним способом надземна прокладка забезпечує якісне відведення вод (поверхневої), виключає шкоду екології, пошкодження ґрунтових шарів, спрощує обслуговування магістралей. Але популярністю надземний монтаж не користується через ціну будівництва та обслуговування. Роботи з прокладання трубопроводу вимагають великого досвіду і високої кваліфікації виконавців. До цього додаються витрата дорогих матеріалів, і жорсткі вимоги до розрахунків.

					201-ПНТ.10421166.ПЗ	Арк.
Знн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

1.6 Визначення витрат теплоти на опалення, вентиляцію гаряче водопостачання у мікрорайоні з відомою забудовою

Визначення теплових навантажень для систем опалення

Наприклад для розрахунку школа. Об'єм будівлі визначаю за формулою:

$$V_3 = F_{\text{заб}} \cdot n_{\text{пов}} \cdot h \quad (1)$$

де $F_{\text{заб}}$ – площа, на яку розповсюджується забудова будівлі, м^2 ;

$n_{\text{пов}}$ – кількість рівнів у будівлі;

h – висота поверху .

Розрахунок витрат тепла на опалення згідно [3] проводиться за допомогою наступної формули:

$$Q_0 = q_0 \cdot V_3 \cdot (t_в - t_{зо}) \cdot \eta \quad (2)$$

де q_0 – питома опалювальна характеристика, $\text{Вт}/\text{м}^3\text{°C}$, залежить від призначення будівлі та її об'єму [3];

V_3 – об'єм будівлі, виміряний ззовні, м^3 ;

$t_в$ – температура всередині, °C ;

$t_{зо}$ – прогнозована температура зовнішнього повітря, °C ;

η – коефіцієнт поправки на теплову характеристику, що залежить від розрахункової температури зовнішнього повітря. Згідно [3] $\eta=1,12$.

Розрахунок витрат тепла на вентиляцію згідно [3] проводиться за допомогою наступної формули

$$Q_в = q_в \cdot V_3 \cdot (t_в - t_{зв}) \quad (3)$$

де $q_в$ – питоми показник вентиляції $\text{Вт}/\text{м}^3\text{°C}$ [1];

V_3 – об'єм будівлі, виміряний ззовні, м^3 ;

$t_в$ – температура повітря всередині, °C ;

$t_{зв}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря для вентиляції, °C ;

					201-ПНТ.10421166.ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок теплових втрат для гарячого водопостачання залежить від обсягу водоспоживання та кількості споживачів в будинку.

Середньогодинні втрати тепла на гаряче водопостачання протягом опалювального періоду, згідно [1], розраховуються за такою формулою:

$$Q_{\text{ср}} = \frac{m \cdot a_{\text{доб}} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_{\text{г}} - t_{\text{х}})}{3600 \cdot T} \quad (4)$$

де m – споживачі які використовують гарячу воду;

$a_{\text{доб}}$ – середньодобова норма споживання гарячої води на одного користувача протягом опалювального періоду, л/доб [1];

$\rho = 1$ кг/л – густина води;

$c = 4187$ Дж/кг °С – теплоємність води;

$t_{\text{ср}}$ – Середня температура гарячої води, при якій встановлені норми витрати води ($t_{\text{ср}} = 60$ °С);

$t_{\text{х}}$ – температура холодної води, °С;

T – час, протягом якого використовується гаряча вода, год [1];

Витрата теплової енергії під час годин з максимальним споживанням води може бути визначена за допомогою цієї формули:

$$Q_{\text{ср}}^{\text{max}} = \kappa_2 Q_{\text{ср}}^{\text{ср}}, \quad (5)$$

де κ_2 – коефіцієнт, що відображає годинну нерівномірність; $\kappa_2 = 2,1 - 2,4$

Подальший розрахунок виконую на аналогічний спосіб і заносу результати в таблицю 2.1.1.

					201-ПНТ.104.21166.ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3 – Вихідні дані для розрахунків

№	Призначення будівлі	$t_{в}, 0C$	$V_{з}, м^3$	$q_0,$ Вт/оСм ³	$q_{в},$ Вт/оСм ³
1	Житловий будинок	18	13815	3337,08	-
2	Магазин на 10 робочих місць і комбінат побутового обслуговування	15	4624	82,6	-
3	Дитячий садок на 135 місць	20	6300	115,2	65,7
4	Школа на 920 учнів	16	24240	402,2	48
5	Школа на 960 учнів	16	25500	404,4	51
6	Житловий будинок	18	10080	202,3	-

1) Приклад для проведення розрахунків для житлового будинку:

$$V_{з} = 921 \cdot 5 \cdot 3 = 13815 м^3$$

$$Q_0 = 0,46 \cdot 13815 \cdot (18 - (-22)) \cdot 1,12 = 278,09 \text{ кВт}$$

$$Q_0 = 278,9 \cdot 12 = 3337,08 \text{ кВт}$$

$$Q_{гв}^{ср} = \frac{173 \cdot 120 \cdot 1 \cdot 4187 \cdot (60 - 5)}{3600 \cdot 24} = 55,12 \text{ кВт}$$

$$Q_{гв}^{ср} = 55,12 \cdot 12 = 669,6 \text{ кВт}$$

2) Приклад для проведення розрахунків для житлового будинку:

$$V_{з} = 672 \cdot 5 \cdot 3 = 10080 м^3$$

$$Q_0 = 0,46 \cdot 10080 \cdot (18 - (-22)) \cdot 1,12 = 202,3 \text{ кВт}$$

					<i>201-ПНТ.10421166.ПЗ</i>	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_0 = 202,3 \cdot 2 = 404,62 \text{ кВт}$$

$$Q_{\text{ГВ}}^{\text{ср}} = \frac{122,8 \cdot 120 \cdot 1 \cdot 4187 \cdot (60 - 5)}{3600 \cdot 24} = 39,3 \text{ кВт}$$

$$Q_{\text{ГВ}}^{\text{ср}} = 39,3 \cdot 2 = 78,6 \text{ кВт}$$

$$Q_{\text{ГВ}}^{\text{max}} = 2,4 \cdot 39,9 = 95,76 \text{ кВт}$$

3) 3) Приклад проведення розрахунків для школи з 920 учнів:

$$V_3 = 2020 \cdot 4 \cdot 3 = 24240$$

$$Q_0 = 0,38 \cdot 24240 \cdot (16 - (-22)) \cdot 1.12 = 40234,2 \text{ кВт}$$

$$Q_B = 0,08 \cdot 24240 \cdot (16 - (-9)) = 48 \text{ кВт}$$

$$Q_{\text{ГВ}}^{\text{ср}} = \frac{8 \cdot 920 \cdot 105 \cdot 4187(60 - 5)}{3600 \cdot 10} = 19,6 \text{ кВт}$$

$$Q_{\text{ГВ}}^{\text{max}} = 2,4 \cdot 19,6 = 47,04 \text{ кВт}$$

4) Приклад проведення розрахунків для школи на 960 учнів:

$$V_3 = 2125 \cdot 4 \cdot 3 = 25500$$

$$Q_0 = 0,38 \cdot 25500 \cdot (16 - (-22)) \cdot 1.12 = 404,4 \text{ кВт}$$

$$Q_B = 0,08 \cdot 25500 \cdot (16 - (-9)) = 51 \text{ кВт}$$

$$Q_{\text{ГВ}}^{\text{ср}} = \frac{8 \cdot 960 \cdot 1 \cdot 4187(60 - 5)}{3600 \cdot 10} = 20,7 \text{ кВт}$$

$$Q_{\text{ГВ}}^{\text{max}} = 2,4 \cdot 20,7 = 49,68 \text{ кВт}$$

5) Приклад проведення розрахунків для дитячого садка на 135 місць:

$$V_3 = 1050 \cdot 2 \cdot 3 = 6300 \text{ м}^3$$

$$Q_0 = 0,4 \cdot 6300 \cdot (20 - (-22)) \cdot 1.12 = 115,2 \text{ кВт}$$

$$Q_B = 0,12 \cdot 6300 \cdot (20 - (-9)) = 21,9 \text{ кВт}$$

$$Q_{\text{ГВ}}^{\text{ср}} = \frac{135 \cdot 30 \cdot 1 \cdot 4187 \cdot (60 - 5)}{3600 \cdot 24} = 10,7 \text{ кВт}$$

201-ПНТ.10421166.ПЗ

Арк.

24

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

$$Q_{\text{ГВ}}^{\text{max}} = 2,4 \cdot 10,7 = 25,68 \text{ кВт}$$

б) Приклад проведення розрахунків для Магазину на 10 робочих:

$$V_3 = 578 \cdot 4 \cdot 2 = 4624$$

$$Q_0 = 0,44 \cdot 4624 \cdot (15 - (-22)) \cdot 1,12 = 82,6 \text{ кВт}$$

Наступні обчислення проводяться у таблиці. 2.2.2

Таблиця 4 – Розрахунок теплових навантажень

№ п/п	Найменування будівлі	Витрати тепла, кВт			
		Q_0	$Q_{\text{в}}$	$Q_{\text{ГВ}}^{\text{cp}}$	$Q_{\text{ГВ}}^{\text{max}}$
1	Житловий будинок (12)	3337,08	-	665,6	1592,6
2	Магазин на 10 робочих (1)	82,6	-	-	-
3	Школа (1)	402,2	48	19,6	47,04
4	Дитячий садок (3)	360,83	56,8	26,4	63,4
5	Школа (1)	404,4	51	20,7	49,68
6	Житловий будинок (2)	404,6	-	79,8	191,52

$$Q_{\text{кот}} = 9217,88 + 164,7 + 815,6 + 1957,88 = 10283,5 = 10,2 \text{ МВт}$$

					<i>201-ПНТ.10421166.ПЗ</i>	Арк.
						25
Знак.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.7 Розрахунок витрат теплоти у мікрорайоні з невідомою забудовою

Мікрорайони з невідомою забудовою – це мікрорайони, де ще не відомо, як буде проводитися забудова у майбутньому. Зазвичай в таких мікрорайонах ще не визначено, які саме будинки будуть зведені. В таких районах можна розрахувати витрати теплової енергії на опалення будинків за допомогою наступної формули

$$Q_o^* = q_{m^2} \cdot F_{ж} \quad (6)$$

де q_{m^2} – витрати теплової енергії, ват, на опалення одного квадратного метра загальної площі житлового будинку [2];

F – загальна площа всіх житлових будинків у цьому мікрорайоні, m^2 (табл. 3)

У мікрорайонах, де ще не відомо, як буде здійснюватися забудова, витрати теплоти на опалення громадських будинків обчислюються як частка від витрат теплоти на опалення житлових будинків.

$$Q_o^{гpm} = k_1 \cdot Q_o^* \quad (7)$$

де $k_1 = 0,25$.

Витрати теплової енергії на вентиляцію громадських будівель визначають за допомогою формули

$$Q_v = k_2 \cdot Q_o^{гpm} \quad (8)$$

де k_2 – коефіцієнт, що враховує частку теплових витрат, необхідних для вентиляції приміщень. Якщо конкретні рекомендації відсутні, цей коефіцієнт приймають на рівні $k_2 = 0,4$. Середні втрати теплоти на гаряче водопостачання будинків у мікрорайонах із невизначеною забудовою дорівнює:

$$Q_{гв}^{ср} = \frac{1,2 \cdot m \cdot (a_m^h + v) \cdot \rho \cdot c \cdot (t_2 - t_x)}{3600 \cdot 24} \quad (9)$$

Витрати теплової енергії на нагрівання води для гарячого водопостачання в мікрорайоні, де ще не відомо, які конкретно будівлі будуть зведені, розраховуються за допомогою наступного рівняння:

					<i>201-ПНТ.10421166.ПЗ</i>	Арк.
						26
Знач.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де:

- ah_t – об'єм води для гарячого водопостачання на одного мешканця протягом доби в житлових будинках, л/добу,

- ah_v – витрата теплової енергії на нагрівання води для одного жителя у житлових будинках,

- v_t – об'єм води для гарячого водопостачання на одного мешканця у громадських будинках, л/добу,

- v_v – витрата теплової енергії на нагрівання води для одного жителя у громадських будинках,

- N – кількість мешканців у мікрорайоні.

Це рівняння дозволяє визначити потребу у тепловій енергії для гарячого водопостачання у мікрорайоні з огляду на різні типи будинків та їх мешканців.

$$Q_{гв}^{max} = k_r \cdot Q_{гв}^{cp} \quad (10)$$

Звичайно використовують коефіцієнт годинної нерівності $k_r=2,1$.

Отримання загального теплового навантаження для житлового мікрорайону міста виконують шляхом сумування витрат теплоти, розрахованих для окремих мікрорайонів.

Загальний приклад обчислення витрати теплоти для мікрорайону, де ще не визначена забудова.

$$1) F_{ж} = 12,5 \cdot 7200 = 90000 \text{ м}^2$$

$$2) F_{жс}^{общ} = 1,5 \cdot 90000 = 135000 \text{ м}^2$$

$$3) Q_o^{жит} = \frac{120 \cdot 90000}{1000} = 21627 \text{ кВт}$$

$$6) Q_o^{гpm} = 21667,5 \cdot 0,25 = 5416,875 \text{ кВт}$$

$$7) Q_b = 5416,875 \cdot 0,4 = 2166,75 \text{ кВт}$$

$$8) m = 90000 \div 14 = 9643$$

					201-ПНТ.10421166.ПЗ	Арк.
						27
Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

$$9) \quad Q_{\text{ГВ}}^{\text{ср}} = \frac{1,2 \cdot 9643 \cdot (120 + 25) \cdot 1 \cdot 4,2 \cdot 10^3 (60 - 5)}{3600 \cdot 24} = 4486,04 \text{ кВт}$$

$$10) \quad Q_{\text{ГВ}}^{\text{max}} = 4486,04 \cdot 2,1 = 10766,40 \text{ кВт}$$

Так само я виконую розрахунок витрати теплоти для інших районів, де ще не визначена забудова, і внесу результати до таблиці. 5

Таблиця 5 – Розрахунок теплових навантажень для невідомої забудови

№	F, Га	Fж	Fж, общ, кВт	Q _{о жит} , кВт	Q _{о гр} , кВт	Qв кВт	М	Q _{ГВ ср.} кВт	Q _{ГВ max} кВт
F1	12,5	90000	135000	21667,5	5416,87	2166,75	9643	4486,04	10766,40
F2	12,5	90000	135000	21667,5	5416,87	2166,75	9643	4486,04	10766,40
F3	12,5	90000	135000	21667,5	5416,87	2166,75	9643	4486,04	10766,40
F4	25	180000	270000	43335	10833,75	4333,5	19286	8972,08	21532,81
F5	37,5	270000	405000	65002,5	16250,62	6500,25	28928	13457,54	32298,2
F6	18,75	135000	202500	32501,25	8125,31	3250,12	14464	6728,77	16149,05
F7	18,75	135000	202500	32501,25	8125,31	3250,12	14464	6728,77	16149,05
F8	25	250000	375000	60075	15018,75	6007,54	17857	8807,27	19937,45
Всього				298417,5	74604,37	29841,75		57652,43	138365,5 4

$$\sum Q = 298417,5 + 74604,37 + 29841,75 + 57652,43 = 460516 \text{ кВт}$$

201-ПНТ.10421166.ПЗ

Арк.

28

Знак. Арк. № докум. Підпис Дата

1.8 Графік витрати теплоти в залежності від температури зовнішнього повітря

Регулювання постачання тепла споживачам відбувається за допомогою графіка витрати теплоти, залежного від зовнішньої температури повітря. Цей графік складається для всього житлового мікрорайону міста. (рис.1).

Витрата теплоти на опалення при зовнішній температурі повітря t_3 становитиме:

$$Q_o = Q_o \cdot \frac{t_B - t_3}{t_B - t_{30}} \quad (11)$$

де Q_o – розрахункові витрати тепла на опалення, кВт (таблиця 2.1.2) – загальна витрата тепла на опалення житлових і громадських будинків;

$$Q_o = 298417,5 + 74604,37 = 104021,87 \text{ кВт};$$

t_3 – температура зовнішнього повітря в будь-якому діапазоні від +8 до $t_{30} - 22$

Так само розраховують витрати тепла на вентиляцію при зовнішній температурі повітря, яка відрізняється від тзв..

$$Q_B = Q_B \cdot \frac{t_B - t_3}{t_B - t_{3B}} \quad (12)$$

Коли температура зовнішнього повітря спускається нижче, годинна витрата тепла на вентиляцію досягає рівня, який визначено розрахунком. Протягом опалювального сезону витрата тепла на гаряче водопостачання залишається однаковою, незалежно від зовнішньої температури повітря. Дані про теплові навантаження в залежності від зовнішньої температури повітря заносяться до таблиці.

201-ПНТ.10421166.ПЗ

Арк.

29

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Таблиця 6 – Теплові навантаження залежно від температури зовнішнього повітря

$t_z, \text{ }^\circ\text{C}$	$Q_o, \text{ МВт}$	$Q_b, \text{ МВт}$	$Q_{\text{ГВ}}^{\text{ср}}, \text{ МВт}$
+8	92,44	7,869	54,48
+5	120,18	9,450	
0	166,4	13,085	
-5	212,6	16,720	
-10	258,85	20,355	
-15	305,08	23,990	
-20	351,30	27,625	
-22	379,04	29,806	

Приклад розрахунку витрат теплоти при $t_{z.п} = +8 \text{ }^\circ\text{C}$:

$$Q_b = 17700 \cdot \frac{18 - 8}{18 - (-12)} = 5900$$

$$Q_b = 17700 \cdot \frac{18 - 8}{18 - (-12)} = 5900$$

Приклад розрахунку сумарної витрати теплоти при $t_{z.п} = +8 \text{ }^\circ\text{C}$:

$$\sum Q = 10,9 + 460,51 = 471,41 \text{ МВт.}$$

					<i>201-ПНТ.10421166.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

1.9 Графік витрати теплоти в залежності від тривалості різних температур зовнішнього повітря

Графік витрати тепла відображає, як можна визначити загальну річну витрату тепла і управляти режимом роботи обладнання. Він будується на основі зведеного графіка витрати тепла та тривалості періодів, коли температура зовнішнього повітря залишається сталою.

Таблиця 7 – Число годин стояння температури зовнішнього повітря [1]:

$t_z, ^\circ\text{C}$	-22	-20	-15	-10	-5	0	+5	+8
Число годин стояння	11	51	181	511	1173	2436	3978	4536

Витрата тепла на ГВП в літній період $Q_{zv}^{cp.l}$ визначається за формулою:

$$Q_{zv}^{cp.l} = Q_{zv}^{cp} \cdot \frac{60 - t_{x.l}}{60 - t_x} \cdot \beta, \quad (13)$$

$$Q_{zv}^{cp.l} = 54,48 \frac{60 - 15}{60 - 5} \cdot 0,8 = 35,665 \text{ MВт}$$

де $t_{x.l}$ – температура холодної водопостачання влітку, $t_{x.l} = 15^\circ\text{C}$; Q

t_x – температура холодної водопостачання в опалювальний період, $t_x = 5^\circ\text{C}$;

β – коефіцієнт, який враховує зменшення середньодобової витрати води влітку

($\beta = 0,8$; для підприємств, курортних і північних міст $\beta = 1$).

201-ПНТ.10421166.ПЗ

Арк.

31

1.10 Річні витрати теплоти

Річна витрата теплоти в гігаджоулях може бути визначена за допомогою аналітичного методу за такою формулою:

$$Q_{\text{річ}} = Q_{\text{o}}^{\text{річ}} + Q_{\text{в}}^{\text{річ}} + Q_{\text{г.в}}^{\text{річ}} \quad (14)$$

де $Q_{\text{o}}^{\text{річ}}$, $Q_{\text{в}}^{\text{річ}}$, $Q_{\text{г.в}}^{\text{річ}}$ – річні витрати на опалення, вентиляцію, гаряче водопостачання, ГДж.

Для розрахунку річної витрати тепла на опалення в гігаджоулях я використовую наступну формулу:

$$Q_{\text{o}}^{\text{річ}} = Q_{\text{o}}^{\text{сп}} \cdot 3600 n_{\text{o}} \quad (15)$$

де $Q_{\text{o}}^{\text{сп}}$ – середньогодина витрата теплоти на опалення, МВт; n_{o} – тривалість опалювального періоду, год.

Витрата тепла на опалення в середньому за годину протягом опалювального сезону, ГДж:

$$Q_{\text{o}}^{\text{сп}} = Q_{\text{o}} \cdot \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{н}}^{\text{сп.о}}}{t_{\text{в}} - t_{\text{н.о}}} \quad (16)$$

де Q_{o} – годинна кількість тепла, що споживається на опалення, ГВт; $t_{\text{н}}^{\text{сп.о}}$ – середня температура зовнішнього повітря протягом опалювального періоду, °С.

Річна витрата тепла на вентиляцію, ГДж:

$$Q_{\text{в}}^{\text{річ}} = Q_{\text{в}} z_{\text{в}} \cdot \frac{3600 n_{\text{o}}}{24} + Q_{\text{в}}^{\text{сп}} z_{\text{в}} \cdot \frac{3600 \cdot (n_{\text{o}} - n_{\text{в}})}{24} \quad (17)$$

Де $Q_{\text{в}}$ – розрахункова годинна витрата тепла на вентиляцію, ГВт; $n_{\text{в}}$ – число годин стояння температури зовнішнього повітря нижче $t_{\text{з.в}}$; $z_{\text{в}}$ – число годин роботи вентиляції за добу.

Середньогодинна витрата тепла на вентиляцію в період стояння температур зовнішнього повітря від +8 °С до $t_{\text{з.п}}$

201-ПНТ.10421166.ПЗ

Арк.

32

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_B^{cp} = Q_B \cdot \frac{t_e - t_n^{cp.6}}{t_e - t_{n.o}} \quad (18)$$

де $t_n^{cp.6}$ – середня температура зовнішнього повітря в період стояння температур від $+8$ °С до $t_{з.п}$; Q_B – витрата теплоти на вентиляцію.

Річну витрату тепла на гаряче водопостачання, ГДж визначаю за формулою:

$$Q_{Г.В}^{річ} = Q_{Г.В}^{cp} \cdot 3600n_o + Q_{Г.В}^{cp.л} \cdot 3600 \cdot (8760 - n_o) \quad (19)$$

Де $Q_{Г.В}^{cp}$, $Q_{Г.В}^{cp.л}$ – середньогодинна витрата теплоти за опалювальний і літній періоди, ГВт.

1) Розрахунок середньогодинної витрати тепла на опалення:

$$Q_o^{cp} = 373,02 \cdot \frac{18 - 0,8}{18 - (-22)} = 160,39 \text{ МВт}$$

2) Розрахунок річної витрати тепла на опалення:

$$Q_o^{річ} = 160,39 \cdot 3600 \cdot 189 \cdot 24 / 1000 = 2619104,54 \text{ ГДж}$$

3) Розрахунок середньогодинної витрати тепла на вентиляцію:

$$Q_B^{cp} = 29,8 \cdot \frac{18 - 0,8}{18 - (-8)} = 19,7 \text{ МВт}$$

4) Розрахунок річної витрати теплоти на вентиляцію:

$$Q_B^{річ} = \frac{29,8}{1000} \cdot 8 \cdot \frac{3600 \cdot 511}{24} + \frac{19,7}{1000} \cdot 8 \cdot \frac{3600 \cdot (4536 - 511)}{24} = 113424,36 \text{ ГДж}$$

5) Річна витрата тепла на гаряче водопостачання:

$$Q_{Г.В}^{річ} = \frac{57,6}{1000} \cdot 3600 \cdot 4536 + \frac{35,665}{1000} \cdot 3600 \cdot (8760 - 4536) = 1482921 \text{ ГДж}$$

6) Розрахунок річної витрати тепла:

$$Q^{річ} = 2619104,54 + 113424,36 + 1482921 = 4215449,9 \text{ ГДж}$$

					201-ПНТ.10421166.ПЗ	Арк.
						33
Знак.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Режим регулювання теплової мережі

У цьому дипломному проекті передбачено використання закритої теплової мережі з паралельним підключенням теплообмінників. Режим управління буде визначатися за графіком опалювання з урахуванням температури теплоносія. Для створення цього графіка проводяться вимірювання температури теплоносія в спускаючому трубопроводі теплової мережі при різних значеннях зовнішньої температури. t_3 . Значеннями t_3 попередньо задаються в діапазоні від +8 до t_{30} :

$$\tau_1 = t_6 + (\tau_{np.o} - t_6) \cdot \overline{Q_o^{0,8}} + (\tau_{1o} - \tau_{np.o}) \cdot \overline{Q_o} \quad (14)$$

$$\tau_1 = 18 + (82,5 - 18) \cdot 0,24^{0,8} + (135 - 82,5) \cdot 0,24 = 51,19^\circ C$$

Також проводять вимірювання температури у зворотному трубопроводі при такій же температурі. t_3 :

$$\tau_2 = \tau_1 - (\tau_{1o} - \tau_{2o}) \cdot \overline{Q_o} \quad (15)$$

$$\tau_2 = 51,19 - (135 - 70) \cdot 0,24 = 31,04^\circ C$$

де t_6 – температура внутрішнього повітря, $^\circ C$; τ_{1o}, τ_{2o} – температура теплоносія відповідно в падаючому і зворотному трубопроводах теплової мережі при t_{30} ; $\tau_{np.o}$ – Середня температура теплоносія в нагрівальних приладах системи опалення визначається шляхом застосування певної формули.:

$$\tau_{np.o} = \frac{\tau_{зм} + \tau_{2o}}{2} \quad (16)$$

$$\tau_{np.o} = \frac{95 + 70}{2} = 82,5^\circ C$$

$\tau_{зм}$ – температура теплоносія в падаючому трубопроводі системи опалення;

$\overline{Q_o}$ – відносна витрата тепла на опалення при температурі зовнішнього повітря t_3 ,

$$\overline{Q_o} = \frac{t_6 - t_3}{t_6 - t_{30}} \quad (23)$$

201-ПНТ.10421166.ПЗ

Арк.

34

$$\overline{Q}_o = \frac{18 - 8}{18 - (-22)} = 0,25$$

Розрахунок температури теплоносія заносу до таблиці 7:

Таблиця 7 – Розрахунок температури теплоносія

Параметри	Температура зовнішнього повітря t_3 °C							
	+8	+5	0	-5	-10	-15	-20	-22
\overline{Q}	0,24	0,31	0,43	0,56	0,68	0,80	0,92	1
τ_1	51,193	57,93	73,4	87,96	101,07	113,95	126,63	135
τ_2	31,043	37,78	45,45	51,56	56,87	61,87	66,83	70

По отриманим результатам будую опалювальний графік температур теплоносія.

Температура теплоносія в закритій системі теплової мережі не має знижуватись нижче 70 °C [3]. Лінії, які показують температуру мережної води в падаючому і зворотному трубопроводах, мають перелом.

Температура t_3' ділить опалювальний період на дві зони з різним режимом регулювання систем опалення, вентиляції та гарячого водопостачання. У діапазоні температур від +8 до t_3' передбачається місцеве кількісне регулювання, а від t_3' до t_{30} – центральне якісне регулювання.

2.2 Визначення розрахункових витрат теплоносія для теплової мережі

Витрати теплоносія для окремих ділянок теплової мережі у відомій забудові згідно [3] розраховують за допомогою формули

$$G_p = G_o + G_b + k_3 G_{г.в.}^{сер.} \quad (17)$$

$$G_p = 1,05 + 0,13 + 0,36 = 1,54 \text{ кг/с}$$

Розрахункову витрату теплоносія на опалення (G_o) визначають за наступною формулою, кг/с:

де:

- Q_o - теплове навантаження на опалення, Вт;
- c - теплоємність теплоносія, кДж/(кг·°С);
- t_o - температура теплоносія на виході з теплової мережі, °С;
- t_z - температура зовнішнього повітря, °С.

Коефіцієнт k_3 , що залежить від теплового навантаження на ділянку, визначається так:

- Якщо загальне теплове навантаження 100 МВт і більше, то $k_3 = 1,0$.
- Якщо теплове навантаження менше 100 МВт, але більше 10 МВт, то $k_3 = 1,2$.
- Якщо теплове навантаження менше 10 МВт, то $k_3 = 1,0$.

Розрахункову витрату теплоносія на опалення G_o визначаю за формулою, кг/с:

$$G_o = \frac{Q_{p.o}}{c(\tau_{10} - \tau_{20})} \quad (18)$$

де $Q_{p.o}$ – розрахункові витрати теплоти на опалення школи;

τ_{10}, τ_{20} – розрахункові температури теплоносія в подавальному та зворотному трубопроводах; 135-70 °С;

c – теплоємність води, яка становить $c = 4,187$ кДж/кг°С.

201-ПНТ.10421166.ПЗ

Арк.

36

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

$$G_{\text{в}} = \frac{Q_{\text{р.в.}}}{c(\tau_{1\text{в}} - \tau_{2\text{в}})} \quad (19)$$

де $Q_{\text{р.в.}}$ – розрахункові витрати теплоти на вентиляцію;

На гаряче водопостачання, при регулюванні по опалювальному графіку та включенню теплообмінників за двохступеневою-послідовною схемою, розрахункові витрати теплоносія $G_{\text{зв}}^{\text{ср}}$ обчислюю за допомогою рівняння, кг/с:

$$G_{\text{зв}}^{\text{ср}} = \frac{Q_{\text{зв}}^{\text{ср}}}{c(\tau_1' - \tau_3')} \quad (20)$$

де $Q_{\text{зв}}^{\text{ср}}$ - середня витрата теплоти на гаряче водопостачання, кВт;

Виконую розрахунок витрат теплоносія та заносу до таблиці 9

Таблиця 8 – Розрахунок витрати теплоносія для відомої забудови

Споживач	G_o , кг/с	$G_{\text{в}}$, кг/с	$G_{\text{гв}}$, кг/с	$\sum G$, кг/с
Житл. Буд	0,83	-	0,50	1,33
Школа на 920 учнів	1,2	0,14	0,17	1,22
Дит. Садок	0,34	0,065	0,09	0,495
Школа на 960 учнів	1,2	0,15	0,07	1,21
Житл. Буд	0,60	-	0,15	0,09
Магазин на 10 робочих	0,24	-	-	-

1) Приклад розрахунку витрати теплоносія на опалення, вентиляцію, гаряче водопостачання житлового будинку:

$$G_o = \frac{278,09}{4,187 \cdot (150 - 70)} = 0,83 \text{ кг/с}$$

$$G_{\text{зв}}^{\text{ср}} = \frac{0,55 \cdot 132,72}{4,187 \cdot (70 - 35,59)} = 0,50 \text{ кг/с}$$

201-ПНТ.10421166.ПЗ

Арк.

37

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

$$G = 0,83 + 1 \cdot 0,50 = 1,33$$

- 2) Приклад розрахунку витрати теплоносія на опалення, вентиляцію, гаряче водопостачання дитячого садка:

$$G_o = \frac{115,2}{4,187 \cdot (150 - 70)} = 0,34 \text{ кг/с}$$

$$G_v = \frac{21,9}{4,187 \cdot (150 - 70)} = 0,065 \text{ кг/с}$$

$$G_{zv}^{cp} = \frac{25,68 \cdot 0,55}{4,187 \cdot (70 - 35,59)} = 0,09 \text{ кг/с}$$

$$G = 0,34 + 0,065 + 1 \cdot 0,09 = 0,495 \text{ кг/с}$$

- 3) Приклад розрахунку витрати теплоносія на опалення, вентиляцію, гаряче водопостачання школи на 920 учнів:

$$G_o = \frac{402,2}{4,187 \cdot (150 - 70)} = 1,2 \text{ кг/с}$$

$$G_v = \frac{48}{4,187 \cdot (150 - 70)} = 0,14 \text{ кг/с}$$

$$G_{zv}^{cp} = \frac{47,04 \cdot 0,55}{4,187 \cdot (70 - 35,59)} = 0,17 \text{ кг/с}$$

$$G = 1,27 + 0,14 + 1 \cdot 0,17 = 1,22$$

- 4) Приклад розрахунку витрати теплоносія на опалення, вентиляцію, гаряче водопостачання школи на 960 учнів:

$$G_o = \frac{404,4}{4,187 \cdot (150 - 70)} = 1,2 \text{ кг/с}$$

$$G_v = \frac{51}{4,187 \cdot (150 - 70)} = 0,15 \text{ кг/с}$$

$$G_{zv}^{cp} = \frac{20,7 \cdot 0,55}{4,187 \cdot (70 - 35,59)} = 0,07 \text{ кг/с}$$

$$G = 1,27 + 0,15 + 1 \cdot 0,07 = 1,21$$

					201-ПНТ.10421166.ПЗ	Арк.
						38
Знак	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5) Приклад розрахунку витрати теплоносія на опалення, вентиляцію, гаряче водопостачання магазин на 10 робочих

$$G_o = \frac{82,6}{4,187 \cdot (150 - 70)} = 0,24$$

$$G = 0,24$$

6) Приклад розрахунку витрати теплоносія на опалення, вентиляцію, гаряче водопостачання житлового будинку :

$$G_o = \frac{202,3}{4,187 \cdot (150 - 70)} = 0,60$$

$$G_{26}^{cp} = \frac{39,9 \cdot 0,55}{4,187 \cdot (70 - 35,59)} = 0,15$$

$$G = 0,60 \cdot 1 \cdot 0,07 \cdot 0,15 = 0,09$$

Витрати теплоносія для окремих ділянок теплової мережі у невідомій забудові згідно [3] розраховують за допомогою формули

$$G_p = G_o + G_{в.в.} + G_{гр.} \quad (21)$$

де G_o , $G_{в.в.}$, $G_{гр.}$ – відповідно розрахункові витрати теплоносія на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання;

Розрахункову витрату теплоносія на опалення G_o визначаю за формулою, кг/с:

$$G_o = \frac{Q_{p.o.}}{c(\tau_{10} - \tau_{20})} \quad (22)$$

де $Q_{p.o.}$ – розрахункова витрата теплоти на опалення, сума витрат на житлові та громадські будинки; |

201-ПНТ.10421166.ПЗ

Арк.

39

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

τ_{10}, τ_{20} - розрахункові температури теплоносія в подавальному та зворотному трубопроводах; 135-70 °С;

c - теплоємність води, яка становить $c = 4,187$ кДж/кг °С

Розрахункову витрату теплоносія на вентиляцію G_v визначаю за формулою, кг/с:

$$G_v = \frac{Q_{p.v.}}{c(\tau_{1v} - \tau_{2v})} \quad (23)$$

де $Q_{p.v.}$ - розрахункова витрата теплоти на вентиляцію; τ_{1v}, τ_{2v} - температура теплоносія в подаючому та зворотньому трубопроводі при зовнішній температурі $t_{zv} = -8$ °С, (визначаються по опалювальному графіку). $\tau_{1v} = 113$ °С, $\tau_{2v} = 58$ °С.

Розрахункову витрату теплоносія на гаряче водопостачання $G_{гв}$ визначаю за формулою, кг/с:

$$G_{гв} = \frac{Q_{гв}^{ср}}{c(\tau'_1 - \tau'_3)} \quad (24)$$

де $Q_{гв}$ - розрахункова витрата теплоти на гаряче водопостачання; $\tau'_1 = 70$ °С, $\tau'_3 = 30$ °С (3) - температури теплоносія перед та після теплообмінника.

Таблиця 9 – Розрахунок витрати теплоносія для невідомої забудови

Параметри	КВ1	КВ2	КВ3	КВ4	КВ5	КВ6	КВ7	КВ8
G_o , кг/с	107,811	107,811	107,811	215,623	323,434	161,71	161,717	215,623
G_v , кг/с	7,79	7,94	7,94	15,89	23,83	11,91	11,91	22,07
$G_{гв}$, кг/с	13,8	13,8	13,8	13,8	54	53	29,2	22,5
G_p	115,751	115,751	115,751	231,513	347,17	173,62	173,62	237,69

201-ПНТ.10421166.ПЗ

Арк.

40

1) Приклад розрахунку витрати теплоносія на опалення та вентиляції першого мікрорайону з невідомою забудовою:

$$G_o = \frac{21667,5 + 5416,875}{4,187 \cdot (135 - 70)} = 107,811 \text{ кг/с}$$

$$G_g = \frac{2162,7}{4,187 \cdot (135 - 70)} = 7,94 \text{ кг/с}$$

$$G_{zg} = \frac{1944,24 \cdot 0,55}{4,187 \cdot (70 - 37,2)} = 7,79 \text{ кг/с}$$

Розрахункова витрата теплоносія в мережі:

$$G_p = 18,34 + 0,57 + 7,19 = 26,1 \text{ кг/с}$$

Аналогічно виконую розрахунок витрати теплоносія для інших районів з невідомою забудовою.

					201-ПНТ.10421166.ПЗ	Арк.
						41
№	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3 Гідралічний розрахунок

2.3.1 Трасування теплової мережі невідомої забудови

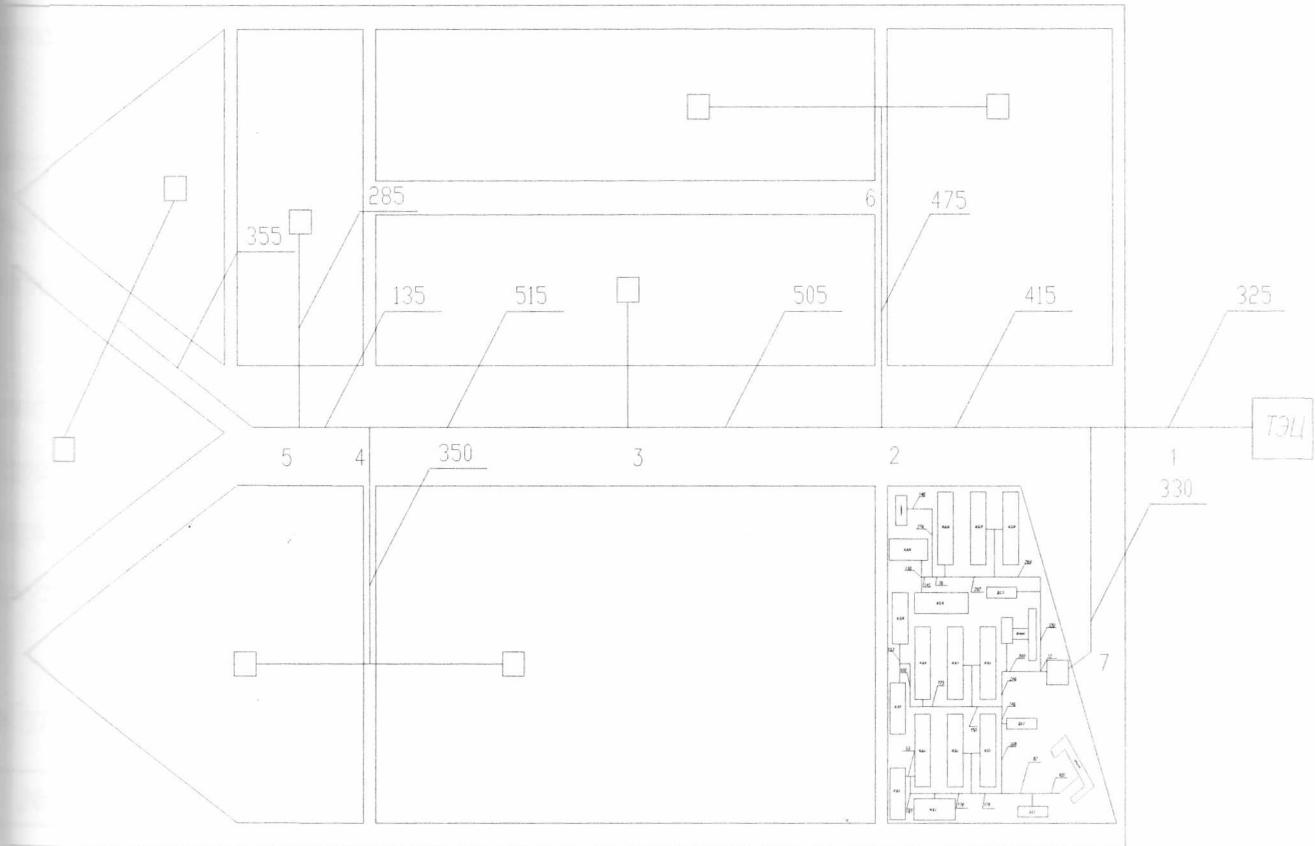


Рисунок 5 – Схема монтажу теплової мережі для невідомої забудови.

					201-ПНТ.10421166.ПЗ	Арк.
Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			42

2.3.2 Попередній гідравлічний розрахунок невідомої забудови

Гідравлічний розрахунок теплових мереж здійснюється у два етапи: початковий розрахунок і завершальний..

Основною метою первинного гідравлічного розрахунку є встановлення матеріальних характеристик теплової мережі під час визначення прийнятного градієнту тиску на головній магістралі.. Це дасть можливість надалі визначити оптимальний градієнт тиску.

Під час попереднього гідравлічного розрахунку встановлюється максимальний градієнт тиску до 80 Па/м. Використовуючи номограму для гідравлічного розрахунку, визначаються оптимальні діаметри труб на кожному відрізку та проводяться розрахунки матеріальних характеристик теплової мережі.

Результати попереднього гідравлічного розрахунку заношу до таблиці 11

Таблиця 10 – Попередній гідравлічний розрахунок трубопроводів невідомої забудови

№діл	G_p кг/с	$D_n \times S$	L, м	R, Па/м	$M=D \times L$
1	2	3	4	5	6
<u>Головна магістраль ТЕЦ-1-2-3-4-5-К</u>					
ТЕЦ-1	1536,96	1194	325	12	388,05
1-2	1200,54	1098	415	12	455,6
2-3	950,99	998	505	12	503,9
3-4	602,58	900	515	12	463,5
4-5	231,5	515	135	12	69,5
5-К	26,1	310	355	12	110,05
<u>Відгалудження 1-7-К</u> $R = R_0 \cdot \frac{l_{3-K4}}{l_{3-K9}} = 129 \text{ Па/м}$					
1-7	231,5	259	333	129	86,24
1-К	115,75	259	45	129	11,65

				201-ПНТ.10421166.ПЗ		Арк.
Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			43

Продовження таблиці 11

$$\text{Відгалудження 2-6-К } R = R_0 \cdot \frac{l_{1-К1}}{l_{1-К9}} = 78 \text{ Па/м}$$

2-6	231,51	475	275	75	130,6
6-К	115,75	550	160	75	88

$$\text{Відгалудження 3-К } R = R \cdot \frac{l_{2-К2}}{l_{2-К9}} = 78 \text{ Па/м}$$

3-К	115,75	310	185	78	57,3
-----	--------	-----	-----	----	------

$$\text{Відгалудження 5-К } R = R \cdot \frac{l_{4-К5}}{l_{4-К9}} = 3,5 \text{ Па/м}$$

5-К	115,75	259	160	153	41,4
-----	--------	-----	-----	-----	------

$$\text{Відгалудження 4-К } R = R \cdot \frac{l_{5-К6}}{l_{5-К9}} = 153 \text{ Па/м}$$

4-К	115,75	259	410	59	31,4
-----	--------	-----	-----	----	------

$$\begin{aligned} \Sigma &= 3818 \\ L &= 2 * 3818 = \\ &= 7636 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma &= 2437,19 \\ M_0 &= 2 * 2437,19 = \\ &= 4874,38 \end{aligned}$$

201-ПНТ.10421166.ПЗ

Арк.

44

Знак. Арк. № докум. Підпис Дата

2.3.3 Оптимальний градієнт тиску по головній магістралі

Розрахунок гідравлічних характеристик теплових мереж від котельні до індивідуальних тепlopунктів включає два етапи: початковий гідравлічний розрахунок і остаточний. Головною метою початкового гідравлічного розрахунку є встановлення матеріальних характеристик теплової мережі та оптимального градієнту тиску на головній трубі. Визначення коефіцієнта техніко-економічних показників та обладнання теплової мережі [6]:

$$\phi = \eta_{н.у.} \frac{(f_{м.м.} + E_n) \cdot v + 3,6 \cdot \pi \cdot \kappa (\tau_{ср.} - t_o) \cdot \beta \cdot n \cdot 10^{-6} \cdot B_m}{(1 + \alpha) n_{м.н} \cdot B_e} \quad (24)$$

$$\phi = 0,6 \cdot \frac{(0,075 + 0,12) \cdot 400 + 3,6 \cdot 3,14 \cdot 1 \cdot (60 - 5) \cdot 1,2 \cdot 4104 \cdot 10^{-6} \cdot 28,7}{(1 + 0,3) \cdot 4680 \cdot 1,3} = 0,873$$

У цій формулі:

- $\eta_{н.у.}$ - ККД насосної установки, приймають 0,075.
- $f_{м.м.}$ - частка відрахувань на амортизацію, ремонт і обслуговування теплової мережі, приймають 1/рік.
- E_n - нормативний коефіцієнт ефективності, приймають 0,12 1/рік.
- v - коефіцієнт, який характеризує вартість теплової мережі, його значення залежить від типу ґрунту й способу прокладення теплової мережі.
- κ - коефіцієнт теплопередачі від теплоносія в навколишнє середовище, при техніко-економічних розрахунках можна приймати $\kappa = 1 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$.
- $\tau_{ср.}$ - середня температура теплоносія в тепловій мережі, приймають по опалювальному графіку залежно від середньої температури зовнішнього повітря в опалювальний період.
- t_o - температура навколишнього середовища, при підземному прокладанні приймають середню температуру ґрунту на глибині осі трубопроводу, $t_{гр} = 5 \text{ }^\circ\text{C}$.
- β - 1,2.

- n - кількість годин роботи теплової мережі протягом року.
- $Вт$ - вартість теплової енергії, грн./ГДж.
- $Ве$ - вартість електричної енергії, грн./кВт·год.
- α - коефіцієнт, який ураховує втрати тиску на місцевих опорах, $\alpha = 0,3$
- $n_{н.н}$ - кількість годин використання розрахункової потужності мережних насосів.

Визначення оптимального градієнта тиску по головній магістралі [6]:

$$R_{\text{опт}} = 26600 \cdot \left(\varphi \frac{M_0 R_0^{0,19}}{G_0 L} \right)^{0,84} \quad (25)$$

$$R_{\text{опт}} = 26600 \cdot \left(0,878 \cdot \frac{4874,38 \cdot 12^{0,19}}{1536,96 \cdot 7636} \right)^{0,84} = 210,3 \text{ Па/м}$$

де – M_0 матеріальна характеристика теплової мережі, визначена на основі попереднього гідравлічного розрахунку;

R_0 – градієнт тиску по головній магістралі при матеріальній характеристиці M_0 ;

G_0 – розрахункова витрата теплоносія в тепловій мережі;

L – загальна довжина головної магістралі |

φ – коефіцієнт, який залежить від техніко-економічних показників та обладнання теплової мережі, Вт/м².

де – M_0 матеріальна характеристика теплової мережі, визначена на основі попереднього гідравлічного розрахунку;

R_0 – градієнт тиску по головній магістралі при матеріальній характеристиці M_0 ;

G_0 – розрахункова витрата теплоносія в тепловій мережі;

L – загальна довжина головної магістралі

φ – коефіцієнт, який залежить від техніко-економічних показників та обладнання теплової мережі, Вт/м².

					201-ПНТ.10421166.ПЗ	Арк.
						46
Знак	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3.4 Остаточний гідравлічний розрахунок

Послідовність виконання завершального гідравлічного розрахунку полягає в наступному:

- 1) на маршруті трубопроводів вибирається основна розрахункова магістраль, яка зазвичай прокладається від котельні до найвіддаленішого споживача тепла.
- 2) на основі обсягів теплоносія, оптимальну втрату тиску $R_{\text{опт}} = 280 \text{ Па/м}$ і попереднього гідравлічного розрахунку на основі витрат теплоносія, я підбирав оптимальні діаметри трубопроводів для різних відрізків мережі, використовуючи спеціальні таблиці для гідравлічного розрахунку теплових систем. [3,6];
- 3) за допомогою таблиць я встановив значення питомих втрат тиску і обмеження на швидкість теплоносія, щоб не перевищувати їх. $4,5 \text{ м/с}$;
- 4) на плані розрахунків розставив відкривну арматуру і компенсатори.;
- 5) на основі інформації про місцеві опори, я визначив еквівалентну довжину кожного відрізка та провів розрахунок приведеної довжини. [3];
- 7) Розраховував втрати тиску на кожній ділянці.;
- 8) Проаналізував відгалуження за розрахунковим перепадом тиску та вніс результати до таблиці. 10

					<i>201-ПНТ.10421166.ПЗ</i>	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 11 – Остаточний гідравлічний розрахунок невідомої забудови

№ діл	G кг/с	Дн xS Мм	L м	R, Па	v м/с	КМО	L _{жв}	L _{пр}	ΔP кПа
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Головна магістраль ТЕЦ-1-2-3-4-5-К-1									
ТЕЦ-1	1536,96	1220x12	325	137	388,05		248,1	573,1	11,69
1-2	1200,54	1020x11	415	217	455,6		156,1	571,1	9,96
2-3	950,99	920x10	505	236	503,9		112,8	617,8	9,74
3-4	602,58	720x9	515	342	463,5		81,5	596,5	16,1
4-5	231,51	478x7	135	594	69,5		33,7	168,7	43,6
5-К	26,1	219x6	355	97	110,05		43,9	398,9	40,63
Відгалудження 1-7-К-9 $\Delta P_p = \sum \Delta P = 3-4-5-К$									131,31
$\varepsilon = \frac{164,4 - 131,3}{164,4} = 20\% K = 164,4 \text{ кПа}$									
1-7	231,51	377x9	33	129	86,24		14,4	47,4	42,3
1-К	115,75	219x6	45	129	11,65		14,4	59,4	42,3
Відгалудження 2-6-К-8 $\varepsilon = \frac{140,1 - 84,6}{140,1} = 48\%$									84,6
2-6	231,51	426x9	275	75	130,6		78,9	353,9	56,84
6-К	115,75	219x6	160	75	88		33,12	193,12	42,3
Відгалудження 3-К-6 $\varepsilon = \frac{143,1 - 99,14}{143,1} = 30\% \text{ Па/м}$									99,14
3-К	115,75	325x8	185	78	57,3		78,9	263,9	44,52
Відгалудження 5-К-3 $\varepsilon = \frac{121,5 - 44,52}{121,5} = 63\% \text{ Па/м}$									44,52
5-К	115,75	325x8	285	153	41,4		14,4	299,4	25,4
									25,4

Продовження таблиц 11

Відгалуження 4-К-4 Па/М $\varepsilon = \frac{43,28 - 25,4}{43,28} = 41\%$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4-К	115,75	219x6	410	59	31,4		16,5	426,5	30,1

Якщо різниця у тисці між відгалуженням і головною магістраллю перевищує 10%, то для вирівнювання цієї різниці необхідно встановити діафрагму. Це необхідно зробити на певних ділянках у моєму випадку:

1. на ділянці 1-7-К-9 похибка склала 20 %;
2. на ділянці 2-6-К-8 похибка склала 48 %;
3. на ділянці 3-К-6 похибка склала 30 %;
4. на ділянці 5-К-3 похибка склала 68 %;
5. на ділянці 4-К-4 похибка склала 41 %;

Діаметр діафрагми визначається за формулою:

$$d_0 = 11,3 \cdot \sqrt{\frac{G, m / год}{\sqrt{\Delta P_{гол} - \Delta P_{від}}}} \quad (42)$$

Визначаю діаметр діафрагм для кожної з вищевказаних ділянок:

$$d_1 = 11,3 * \sqrt{\frac{218,9}{\sqrt{164,4 - 131,31}}} = 69 \text{ мм};$$

$$d_2 = 11,3 * \sqrt{\frac{218,9}{\sqrt{140,1 - 84,6}}} = 56 \text{ мм};$$

$$d_3 = 11,3 * \sqrt{\frac{1418,8}{\sqrt{143,1 - 99,14}}} = 49 \text{ мм};$$

$$d_4 = 11,3 * \sqrt{\frac{133,6}{\sqrt{121,5 - 44,52}}} = 15 \text{ мм};$$

201-ПНТ.10421166.ПЗ

Арк.

49

$$d_5 = 11.3 * \sqrt{\frac{126,4}{\sqrt{43,28 - 25,4}}} = 18 \text{ мм}$$

2.4 Гідралічний розрахунок трубопроводів мікрорайону з відомою забудовою

2.4.1 Трасування теплової мережі відомої забудови

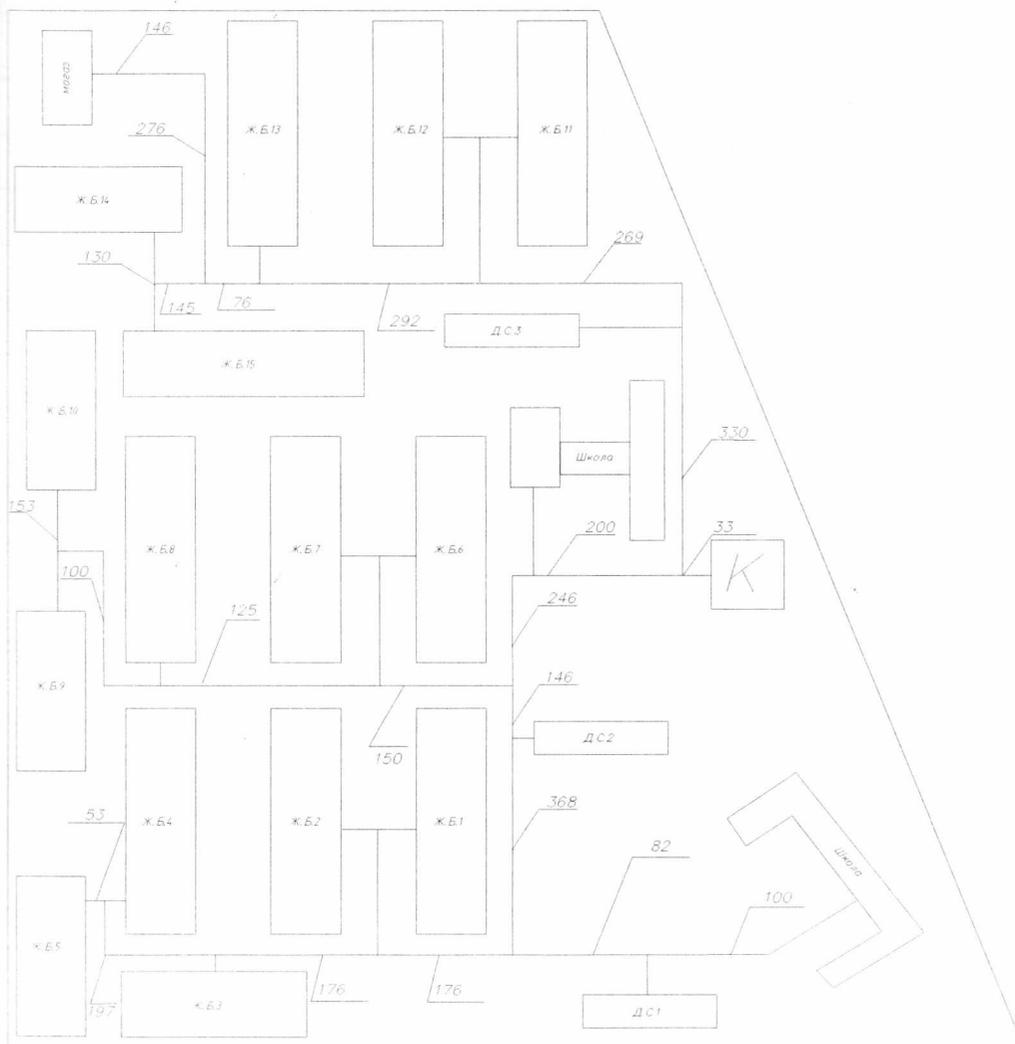


Рисунок 6 – Монтажна схема теплової мережі відомої забудови

				201-ПНТ.10421166.ПЗ		Арк.
						50
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.4.2. Гідравлічний розрахунок трубопроводів мікрорайону з відомою забудовою

Таблиця 12 – Попередній гідравлічний розрахунок

Номер ділянки	G_p , кг/с	D м.м	L м.	R Па/м	$V_p=Rl$ (1+d)	$M=D*L$
Головна магістраль К-1-2-3-4-5-6-7-8-буд.1 $R_0 = 12$ Па/м						
К-1	31,8	310	33	12	4243	53,9
1-2	21,62	259	200	12	4040	51,8
2-3	13,03	207	176	12	3229	36,4
3-4	6,38	150	146	12	2340	21,9
4-5	5,88	150	146	12	2340	21,9
5-6	4,17	150	368	12	2340	55,2
6-7	1,51	82	176	12	1270	14,4
7-8	1,42	82	197	12	3073	16,07
8-жб	1,33	82	53	12	3073	4,3
Відгалуження 3-9-10-11-жб.2 $R=15,6$ Па/м						
3-9	6,65	150	176	15,6	3569,2	26,4
9-10	3,99	125	292	15,6	5921,7	36,5
10-11	2,66	100	237	15,6	4806,3	23,7
11-жб	1,33	82	72	15,6	1460,1	19,4
Відгалуження 1-12-13-14-15-16-жб.3 $R=14,4$ Па/м						
1-12	7,4	150	330	14,4	6177,6	49,5
12-13	7	150	330	14,4	6177,6	49,5
13-14	4,34	125	292	14,4	5466,2	36,5
14-15	2,9	100	176	14,4	2947,7	17,6
15-16	2,66	100	145	14,4	2714,4	14,5
16-жб	1,33	821	130	14,4	2433,6	10,6
Відгалуження 5-17-жб.3 $R=14,4$ Па/м						
5-17	0,495	82	176	20,4	4667,5	14,4
17-жб	0,495	82	53	20,4	1405,5	5,9

					<i>201-ПНТ.10421166.ПЗ</i>	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приклад розрахунку коефіцієнта техніко-економічних показників та обладнання теплової мережі:

$$\varphi = 0,6 \cdot \frac{(0,075 + 0,12) \cdot 400 + 3,6 \cdot 3,14 \cdot 1 \cdot (57 - 5) \cdot 1,2 \cdot 8760 \cdot 10^{-6} \cdot 1654,41}{(1 + 0,3)6000 \cdot 168} = 0,78$$

Приклад розрахунку оптимального градієнта тиску:

$$R_{\text{опт}} = 2660(0,78 \cdot \frac{211,5 \cdot 12^{0,19}}{16,33 \cdot 1754})^{0,84} = 56 \text{ Па/м}$$

201-ПНТ.10421166.ПЗ

Арк.

52

Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Остаточний гідравлічний розрахунок

Для виконання остаточного гідравлічного розрахунку теплової мережі потрібно дотримуватися послідовності наступних кроків:

Вибір головної розрахункової магістралі, яка охоплює відстань від джерела тепла (наприклад, котельні) до найвіддаленішого споживача.

Визначення розрахункових витрат теплоносія на кожній ділянці мережі і встановлення їх довжин.

Відповідно до попередніх гідравлічних розрахунків і оптимальної втрати тиску (наприклад, $R_{opt} = 78,4$ Па/м), вибір діаметрів трубопроводів для кожної ділянки з використанням спеціальних таблиць для гідравлічного розрахунку теплових мереж.

Визначення питомих втрат тиску і швидкості руху теплоносія за допомогою відповідних таблиць; у цьому процесі слід враховувати, що швидкість руху теплоносія не повинна перевищувати 1,5 м/с.

Розстановка відмикаючої арматури і компенсаторів на схемі мережі.

Визначення еквівалентної довжини кожної ділянки на основі значень місцевих опорів і обчислення приведеної довжини за спеціальною формулою.

Ці кроки дозволяють систематично підходити до гідравлічного розрахунку і проектування теплової мережі з максимальною точністю і ефективністю, забезпечуючи надійне функціонування системи тепlopостачання.

$$l_{np} = l + l_{екв}, \text{ м}$$

1) визначив втрати тиску на ділянках:

$$\Delta p = R \cdot l_{np}, \text{ і втрати тиску по магістралі;}$$

201-ПНТ.10421166.ПЗ

Арк.

53

Знак	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Таблиця 13 – Остаточний гідравлічний розрахунок

Номер ділянки	G _p , кг/с	DxS мм	L м.	R Па/м	V	Коефіцієнт місцевих опорів	l _{екв}	l _{пр}	ΔP м. кПа
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Головна магістраль К-1-2-3-4-5-6-7-8-буд.1 R_{онт} = 79,1 Па/м									
К-1	31,8	219x6	33	56,1	0,99		11,76	44,76	2,5
1-2	21,62	194x5	200	49,3	0,86		10,92	210,9	2,16
2-3	13,03	159x4,5	176	50,7	0,77		25,44	201,44	10,4
3-4	6,38	108x4	146	105,1	0,85		4,95	250,95	26,3
4-5	5,88	108x4	246	86,3	0,77		24,5	270	23,3
5-6	4,17	89x3,5	368	129,7	0,83		19,08	387	50,1
6-7	1,51	76x3,5	176	41,4	0,42		17,6	193,6	8,01
7-8	1,42	76x3,5	197	36,1	0,39		17,6	213,6	7,7
8-жб	1,33	76x3,5	59	33,6	0,27		4	57	1,9
$\varepsilon = \frac{132,46 - 131,35}{132,46} = 15\%$									Σ=131,35
Відгалуження 1-12-13-14-15-16-жб									
ΔP=117,4 кПа R _{онт} = $\frac{117,4}{(1+0,3) \cdot 777} = 115,8$ Па/м									
1-12	7,49	108x4	330	156,1	1,04		5,61	335,61	52,3
12-13	7	108x4	330	125,7	0,93		14,75	344,75	43,3
13-14	4,34	89x3,5	292	142,4	0,87		20,9	312,9	44,5
14-15	2,9	76x3,5	176	154,8	0,81		3	179	27,7
15-16	2,66	76x3,5	145	134,2	0,75		3	148	19,8
16-жб	1,33	57x3,5	130	173,1	0,69		1,95	131,95	22,8
$\varepsilon = \frac{132,46 - 61,8}{132,46} = 0,33\%$									Σ=61,8

201-ПНТ.10421166.ПЗ

Арк.

54

Арк. № докум. Підпис Дата

Продовження таблиці 13

Відгалуження 3-9-10-11-жб.3

$$\Delta P = 19,125 \text{ кПа} \quad R_{\text{опт}} = \frac{67,8 \cdot 10^3}{(1+0,3) \cdot 164} = 318 \text{ Па/м}$$

3-9	6,65	108x4	150	111,1	0,88	$\otimes \perp$	5,61	155,61	17,3
3-10	3,95	89x3,5	125	106,2	0,75	$\otimes \text{—}\text{—}$	19,63	144,63	15,3
10-11	2,66	76x3,5	100	134,2	0,75	$\otimes \text{—}\text{—}$	9,8	109,8	14,7
11-жб	1,33	57x3,5	82	173,1	0,69	$\perp \otimes$	1,95	83,95	14,5
$\varepsilon = \frac{132,46 - 42,4}{132,46} = 0,67\%$								$\Sigma = 42,4$	

Відгалудження 5-17-жб

5-17	0,495	38x2,5	82	246,1	0,62	$\otimes \perp \text{—}\text{—}$	5,2	87,2
17-жб	0,495	38x3,5	82	246,1	0,62	$\otimes \perp$	5,2	87,2

Якщо різниця тисків відгалудження і головної магістралі більша 10%, то потрібно вмонтувати діафрагму. В моєму випадку різниця тиску склала 15%

Приклад розрахунку діафрагми:

$$d = 11,3 * \sqrt{\frac{G}{\sqrt{\Delta P_{\text{гол}} - \Delta P_{\text{відг.}}}}} \quad (26)$$

$$d_{\text{ди}} = 11,3 \cdot \sqrt{\frac{21,6}{\sqrt{70,66}}} = 33 \text{ мм}$$

2.5 Тепловий розрахунок

Тепловий розрахунок включає в себе оцінку втрат тепла через трубопровід і його ізоляцію до навколишнього середовища, оцінку зміни температури теплоносія під час його пересування через мережу та визначення оптимальної товщини теплової ізоляції.

У даному дипломному проєкті головним завданням теплового розрахунку є визначення необхідної товщини теплової ізоляції для певної ділянки трубопроводу. При проєктуванні теплових мереж враховується забезпечення норм втрат тепла, заданий перепад температур на ділянці мережі, допустима температура на поверхні труби та економічні вимоги.

Розрахунок теплової ізоляції виконується шляхом визначення необхідної товщини ізоляційного шару, щоб забезпечити встановлені норми втрат тепла.

Для ділянки трубопроводу діаметром 219 мм на відповідних сегментах (ділянках) 8-9, згідно з планом проєкту (рис.5), проводиться розрахунок необхідної товщини теплової ізоляції.

201-ПНТ.10421166.ПЗ

Арк.

56

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

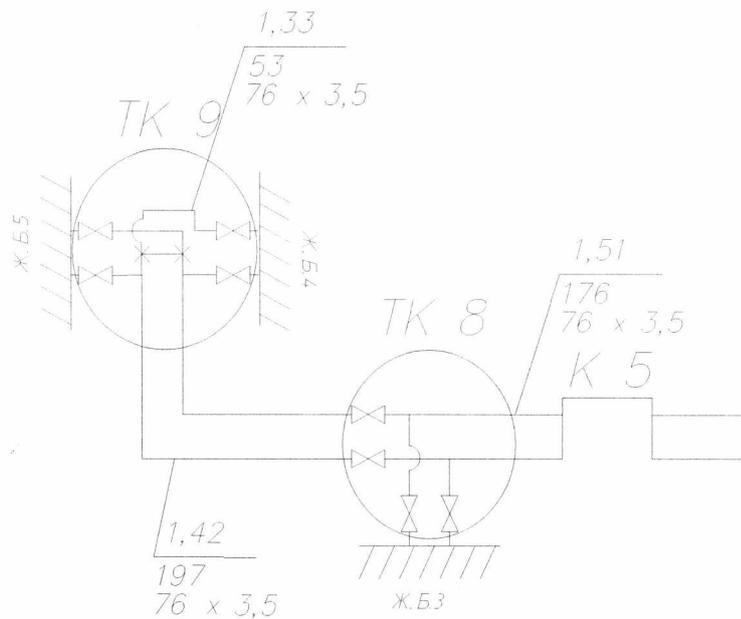


Рисунок 7 – Схема ділянки ТК-8– ТК-9

Порядок розрахунку

- 1) Сумарний опір, що відображає подачу трубопроводу, обчислюється за допомогою визначеної формули.:

$$\sum R = \frac{\tau_{cp} - t_o}{q} \quad (27)$$

$$\sum R = \frac{90 - 5}{92} = 0,92 \text{ м,}^\circ \text{C / Вт}$$

де q – норма втрат тепла, Вт/м [3] τ_{cp} - розрахункова температура теплоносія середня за рік; t_o – середньорічна температура ґрунта на осі закладання трубопроводу, приймаємо $t_o = +5^\circ\text{C}$.

2. Підставляю діаметр конструкції в розрахунок:

$$D_k = 219 + 2 \cdot 70 = 359 \text{ мм} \quad (28)$$

1. Опір ґрунту обчислюю за допомогою вказаної формули:

$$R_{gp} = \frac{\ln \frac{4 \cdot h}{D_{екк}}}{2\pi\lambda_{gp}} \quad (29)$$

201-ПНТ.10421166.ПЗ

Арк.

57

$$R_{zp} = \frac{\ln \frac{4 \cdot 1,2}{0,032}}{2 \cdot 3,14 \cdot 1,7} = 0,22 \text{ м,}^\circ \text{C / Вт}$$

h – глибина залягання осі трубопроводу, м; $D_{екв}$ – зовнішній діаметр конструкції трубопроводу або еквівалентний діаметр каналу, м;

λ_{zp} – розрахунковий коефіцієнт теплопровідності ґрунту, для маловолого/сухого ґрунту $\lambda_{zp} = 1,7$, для волого $\lambda_{zp} = 2,3$, для водонасиченого $\lambda_{zp} = 2,9$ Вт/(м, °С)

3. Розраховую опір вплив зворотнього трубопроводу на подаючий:

$$R_{1-2} = \Psi_1 \cdot \frac{\ln \sqrt{1 + \left(\frac{2h}{a}\right)^2}}{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{zp}} \text{ мм,}^\circ \text{C / Вт} \quad (30)$$

$$R_{1-2} = \frac{59}{92} \cdot \frac{\ln \sqrt{1 + 4 \left(\frac{1,2}{0,54}\right)^2}}{2\pi \cdot 1,7} = 0,713 \text{ мм,}^\circ \text{C / Вт}$$

Де Ψ – коефіцієнт, який враховує взаємний вплив труб (для подаючого трубопроводу $\Psi_1 = q_{зв}/q_{под}$, для зворотнього $\Psi_2 = q_{под}/q_{зв}$); α – відстань по горизонталі між осями трубопроводів

4. Протидія ізоляції розраховую за формулою:

$$R_{із} = \sum R - (R_{zp} + R_{8-7} + R_{ка} + R_{1-2}h) \quad (31)$$

$$R_{із} = 0,92 - (0,26 + 0,24) = 0,67 \text{ м,}^\circ \text{C / Вт}$$

5. Визначаю коефіцієнт теплопровідності ізоляції, Вт/(м, °С):

$$\lambda_{із} = 1,163 \cdot 1,2 \cdot (0,046 + 0,00016 \cdot 47,6) = 0,07; \text{ Вт/(м,}^\circ \text{C)} \quad (32)$$

6. Обчислюю товщину основного ізоляційного шару, мм:

201-ПНТ.10421166.ПЗ

Арк.

58

$$\delta_{iz} = D_n \cdot \frac{e^{2\pi\lambda_{iz}R_{iz}} - 1}{2} \quad (33)$$

де - λ_{iz} коефіцієнт теплопровідності ізоляції, Вт/(м, °С); D_n - зовнішній діаметр трубопроводу, мм.;

$$\delta_{iz} = 219 \cdot \frac{e^{2 \cdot 3,14 \cdot 0,07 \cdot 0,67} - 1}{2} = 37,7 \text{ мм}$$

Приймаю товщину ізоляції для подаючого трубопровода 38 мм.

Аналогічно розраховую зворотній трубопровід:

$$\sum R = \frac{50 - 5}{59} = 0,76 \text{ м,}^\circ \text{C / Вт} \quad (34)$$

8) Розраховую опір вплив зворотнього трубопровода на подаючий:

$$R_{1-2} = \frac{92}{59} \cdot \frac{\ln \sqrt{1 + 4 \left(\frac{1,2}{0,54} \right)}}{2\pi \cdot 1,7} = 0,288 \text{ мм,}^\circ \text{C / Вт} \quad (35)$$

9) Розрахунок опору ізоляції

$$R_{iz}^{згор} = 0,76 - (0,22 + 0,288) = 0,38 \quad (36)$$

10) Коефіцієнт теплопровідності ізоляції

$$\lambda_{iz} = 1,163 \cdot 1,2 \cdot (0,046 + 0,00016 \cdot 22,5) = 0,06 \quad (37)$$

11) Товщина основного ізоляційного шару

$$\delta_{iz} = 219 \cdot \frac{e^{2 \cdot 3,14 \cdot 0,06 \cdot 0,38} - 1}{2} = 16,86 \text{ мм} \quad (38)$$

Приймаю ізоляцію для зворотнього трубопровода 17 мм.

201-ПНТ.10421166.ПЗ

Арк.

59

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

Безканальна прокладка
трубопроводу

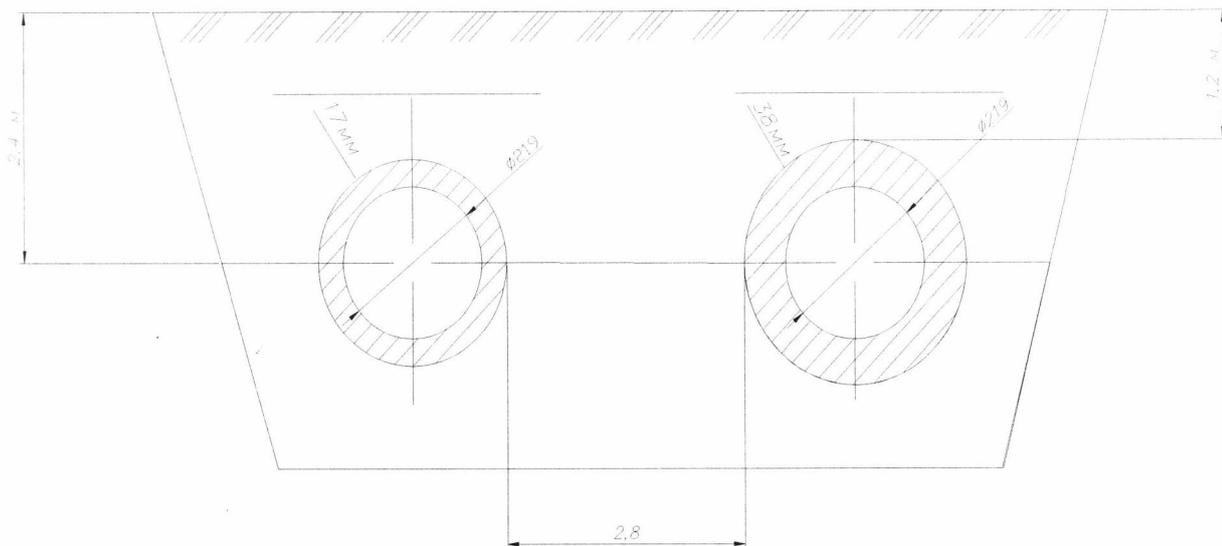


Рисунок 7 безканальна прокладки трубопроводу

					201-ПНТ.10421166.ПЗ	Арк.
						60
Электр.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.6 Вибір будівельних конструкцій теплової мережі

2.6.1 Розрахунок П-подібного компенсатора

При нагріванні ділянка теплової мережі збільшує свою довжину через температурні розширення. Це може створити напруги і зусилля, які необхідно компенсувати. Для зменшення цих напруг передбачають осьову та радіальну компенсацію температурних розширень.

Осьову компенсацію зазвичай здійснюють за допомогою осьових компенсаторів, таких як сальникові або лінзові компенсатори. Вони дозволяють трубопроводу зміщатися вздовж своєї осі під час розширення.

Радіальну компенсацію забезпечують за допомогою П-подібних компенсаторів, кутів повороту трубопроводу та Z-подібних ділянок. Кути повороту трубопроводу, які зазвичай мають величину від 90 до 120 градусів, також використовуються для самокомпенсації радіальних розширень.

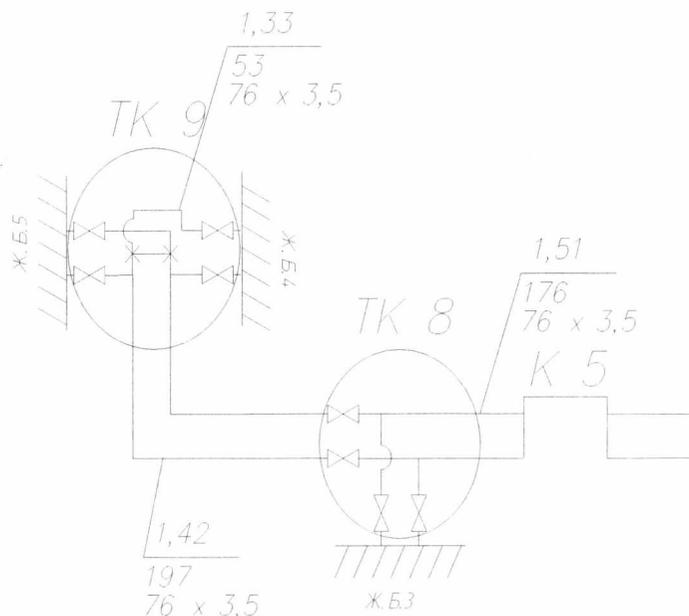


Рисунок 8 – Схема встановлення П-подібного компенсатора

201-ПНТ.10421166.ПЗ

Арк.

61

Арк. № докум. Підпис Дата

П-подібні компенсатори виготовляються шляхом зварювання відводів і прямих ділянок труб. При цьому враховуються параметри, такі як діаметр, товщина стінки та марка сталі, які використовуються як для відводів, так і для ділянок, на яких встановлюється компенсатор.

У процесі розрахунку П-подібного компенсатора, згідно з вказівками з літературного джерела [5], визначаються його основні характеристики, зокрема спинка (В) та вильот (Н). Ці параметри є важливими для правильного проектування і виготовлення компенсатора, що забезпечує його ефективну роботу в умовах термічного розширення трубопроводів.

Повне теплове видовження ділянки станове, мм:

$$\Delta l = \alpha \cdot l \cdot (\tau - t_{z.o}), \quad (37)$$

$$\Delta l = 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 90 \cdot (150 - (-22)) \cdot 10^3 = 186,4 \text{ мм}$$

де α – коефіцієнт лінійного розширення, що станове $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$;

l – довжина ділянки (відстань між нерухомими опорами), м;

τ – розрахункова температура теплоносія, $^\circ\text{C}$;

$t_{z.o}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, $^\circ\text{C}$.

Розрахункове видовження ділянки обчислюю по формулі, мм:

$$\Delta l = \varepsilon \cdot \Delta l, \quad (38)$$

$$\Delta l = 0,5 \cdot 186,4 = 93,2 \text{ мм}$$

де ε – Коефіцієнт розтягування компенсатора, який враховує розрахункову температуру теплоносія τ ($\varepsilon=0,5$ при τ до $250 \text{ } ^\circ\text{C}$). Задавшись спинкою $B=1\text{м}$ по номограмі з методичних вказівок визначив, що виліт компенсатора $H=3,1\text{м}$
 $F=1,7\text{м}$

201-ПНТ.10421166.ПЗ

Арк.

62

Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-------	------	----------	--------	------

Розрахунок Г-подібного компенсатора

Розрахунковий кут компенсатора визначаю за такою формулою

$$\beta = 90 - 90 = 0 \quad (39)$$

Відношення плеч компенсатора:

$$n = \frac{l_{\delta}, \text{м}}{l_{\text{м}}, \text{м}} \quad (40)$$

$$n = \frac{269}{69} = 3,89$$

де l_{δ} довжина більшого плеча ділянки; $l_{\text{м}}$ довжина меншого плеча ділянки компенсатора.

Розрахункова різниця температур:

$$\Delta t = 150 - (-22) = 172^{\circ} \text{C} \quad (41)$$

По номограмам [3] визначаю значення допоміжних коефіцієнтів при $n=3$; $\mu=0$; $C=6,8$; $A=20$; $B=2,2$; також приймаю $\frac{aEi}{10^7} = 0,425 \text{кгс, м}^2 / ^{\circ} \text{C}$;

$$\frac{aEd_n}{10^7} = 0,0259 \text{кгс, м}^2 / ^{\circ} \text{C}$$

Поздовжня вигинаюча компенсаційна напруга в закладенні меншого плеча:

$$\delta_a = 6,8 \cdot 0,0259 \cdot \frac{173}{69} = 0,44 \text{кгс} / \text{мм}^2 \quad (42)$$

Сила пружною деформації в закладенні меншого плеча:

$$\rho_x = 20 \cdot 0,425 \cdot \frac{173}{69^2} = 0,30 \text{кгс} \quad (43)$$

$$\rho_y = 2,2 \cdot 0,425 \cdot \frac{173}{69^2} = 0,03 \text{кгс}$$

201-ПНТ.10421166.ПЗ

Арк.

63

2.7 Підбір мережних та живильних насосів

Насоси вибираються в залежності від об'єму води (подачі) і необхідного тиску (напору), який вони повинні створювати.

Робота мережних насосів збігається з розрахунковою витратою теплоносія, що виходить із джерела тепла (котельні) $G_{K-I} = 31,8$ кг/с або $26,15$ м³/год

Тиск мережних насосів визначають по формулі),

$$P_{м.н} = \Delta p_{под} + \Delta p_{зв} + \Delta p_{аб}, \quad (44)$$

де Δp_k – втрати тиску в котельні, приймаються 5–10 м вод.ст.;

$\Delta p_{под}$ – втрати тиску в подаючому трубопроводі теплової мережі (з гідравлічного розрахунку);

$\Delta p_{аб}$ – втрати тиску у абонента, для опалювальних систем при залежному приєднанні з елеваторами приймаються не менше 15 м вод. ст.;

$\Delta p_{зв}$ – втрати тиску у зворотному трубопроводі теплової мережі ($\Delta p_{зв} = \Delta p_{под}$).

$$P_{м.н} = 13,24 + 20 + 13,24 = 46,48 \text{ мм. вод. ст.}$$

Враховую 10 % відсотків від потужності насосу:

$$P_{с.н} = P_{м.н} \cdot 1,1 \quad (45)$$

$$P_{с.н} = 46,48 \cdot 1,1 = 51,1 \text{ мм. вод. ст.}$$

Розрахунок мережного насосу:

$$\Delta P = S \cdot G^2 \quad (46)$$

Звідси:

$$S = \frac{\Delta P}{G^2} \quad (47)$$

$$S = \frac{51,1}{114,48^2} = 0,0038$$

$$\Delta P = 0,0038 \cdot 100^2 = 38$$

$$\Delta P = 0,0038 \cdot 114,48 = 51,1$$

$$\Delta P = 0,0038 \cdot 200^2 = 152$$

201-ПНТ.10421166.ПЗ

Арк.

64

Таблиця 14

G	0	100	114,48	200
ΔP	0	38	51,1	152

Отже при витраті $G=114,48$, тиск становить $\Delta P=51,1$

Підбираю насос по витраті і тиску в мережі ;

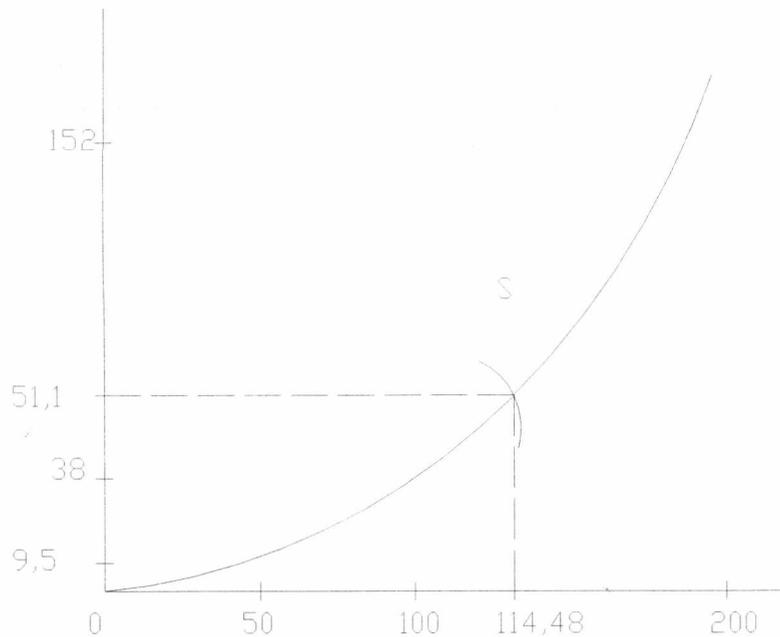


Рисунок 9 – Графік підбору насоса

До установки приймаю два мережних насоси, один з яких резервний, типу WiLo Sub TWU

- потужність 150 кВт
- номінальний ток 250,0

Підбір живильного насосу:

Розрахункова витрата води для підживлення закритої теплової мережі, м³/год, становить 0,75% від загального об'єму води в системі тепlopостачання.

$$G_{\text{жив}} = \frac{0,75 \cdot V}{1000} \quad (48)$$

					201-ПНТ.10421166.ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$G_{жив} = \frac{0,75 \cdot 439,6}{1000} = 0,32 \text{ м}^3/\text{год}$$

Звідси

$$V = \frac{Q_{роз} \cdot 50}{1,16} \quad (49)$$

$$V = \frac{10,2 \cdot 50}{1,16} = 439,6$$

Розрахунок живильного насосу:

$$\Delta P = S \cdot G^2 \quad (50)$$

Звідси:

$$S = \frac{\Delta P}{G^2} \quad (51)$$

$$S = \frac{22}{1,15^2} = 16,6$$

$$\Delta P = 16,6 \cdot 0,30^2 = 1,2$$

$$\Delta P = 16,6 \cdot 1,17^2 = 22$$

$$\Delta P = 16,6 \cdot 2^2 = 66,4$$

G	0	0,30	1,15	1,5
ΔP	0	1,33	22	37,3

Отже при витраті $G=1,15$, тиск становить $\Delta P=22$

Підбираю насос по витраті і тиску в мережі [7];

де – $Q_{роз}$ річна витрата теплоти, $Q_{роз} = 4,12 \text{ МВт}$;

Напір живильних насосів визначається при побудові графіку тисків, для даного курсового проекту приймаємо $p_{жив} = 10 \text{ м вод. ст.}$

					201-ПНТ.10421166.ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

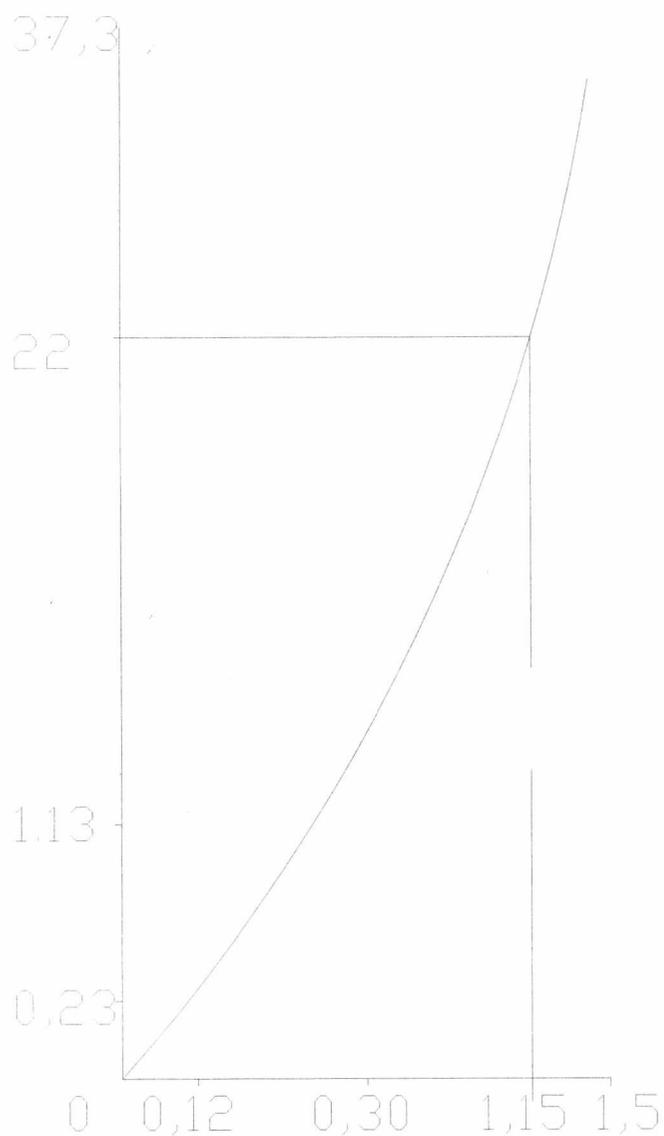


Рисунок 10 – Графік підбору насоса

Для системи встановлюються два живильних насоси, один з яких є резервним. Wilo-Sub TWU 6-8-10, що має наступні технічні характеристики:

- - номінальна потужність 150 кВт
- - номінальний ток 254,0

					201-ПНТ.10421166.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

3 ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ МІСТА

3.1 Загальні положення

Програма оптимізації системи теплопостачання міста Умань розроблена відповідно до чинного законодавства України, зокрема Законів про місцеве самоврядування, теплопостачання, енергозбереження, а також відповідно до нормативних актів, що регулюють правила відключення споживачів від централізованих систем опалення і гарячого водопостачання, згідно з Наказом Мінрегіонбуду України від 26 липня 2019 року № 169. Програма спрямована на покращення ефективності теплопостачання, зменшення енерговитрат і втрат тепла, забезпечення екологічної безпеки та підвищення якості комунальних послуг для мешканців міста. Вона включає в себе комплекс заходів з модернізації інженерних мереж, впровадження сучасних технологій управління та моніторингу, а також стимулювання енергоефективних рішень у житловому будівництві та промислових об'єктах.

Виконання Програми передбачає оптимізацію загальноміської системи теплопостачання, зниженням нераціональних витрат та втрат в системі централізованого теплопостачання міста, проведення ефективної енергозберігаючої політики з метою забезпечення мешканців міста, об'єктів соціальної сфери та інших категорій споживачів теплової енергії, стабільним, надійним і безпечним постачальником теплової енергії, підвищення ефективності і надійності функціонування системи теплопостачання міста, покращення якості житлово-комунальних послуг.

У рамках Програми визначено проведення аналізу поточного стану, формулювання мети та завдань, забезпечення фінансування, розроблення заходів для досягнення цілей, визначення строків виконання та очікувані результати впровадження Програми.

201-ПНТ.10421166.ПЗ

Арк.

68

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

3.2 Передумови створення Програми

Потреба у створенні Програми виникла через численні проблеми, що виникають під час експлуатації застарілих енергоємних котелень і теплових мереж, нестачі коштів на їх капітальний ремонт та модернізацію, здорожчання енергоносіїв, тощо.

3.3 Мета програми

Головною метою Програми є забезпечення жителів міста, об'єктів соціальної сфери та інших категорій споживачів теплової енергії безперебійним, безпечним та надійним джерелом теплової енергії, шляхом запровадження поетапного переходу споживачів до системи тепlopостачання від квартальних котелень, індивідуальних котелень та автономне опалення, враховуючи найбільш економічно вигідні чи технологічно доступні альтернативи теплозабезпечення.

3.4 ОСНОВНІ ЗАВДАННЯ ПРОГРАМИ

Основними завданнями Програми є:

- 1) розробка погодження та затвердження схеми тепlopостачання міста Умані;
- 2) розробка схеми гідравлічного розрахунку системи газопостачання зовнішніх мереж міста;
- 3) розрахунок навантажень зовнішніх електромереж Для забезпечення необхідної потужності споживачів під час переходу на електричне опалення необхідно

					201-ПНТ.10421166.ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розглянути оптимальні рішення в обранні потрібної потужності для кожного споживача.

- 4) закриття всіх 6-ти збиткових вугільних котельнь;
- 5) відключення від централізованого опалення житлових будинків, в яких кількість споживачів з індивідуальним опаленням становить більше 60%;
- 6) заміна магістральних та квартальних мереж тепlopостачання;
- 7) автоматизація діючих квартальних газових котельнь;
- 8) оснащення будівель та житлових будинків загальнобудинковими комерційними приладами обліку теплової енергії;
- 9) розробка проектно-кошторисної документації та реконструкція котельні за адресою: вул. Енергетична, 14Б;
- 10) реконструкція теплових мереж від котельні за адресою: вул. Енергетична, 14Б;
- 11) розробка проектно-кошторисної документації та будівництво нових квартальних котельнь і інженерних мереж відповідно до розробленої схеми тепlopостачання міста;
- 12) розробка проектно-кошторисної документації та будівництво нових індивідуальних теплогенераторних для опалення бюджетних установ та закладів відповідно до розробленої схеми тепlopостачання міста.
- 13) переведення об'єктів, які визначені розробленою схемою тепlopостачання міста на індивідуальне опалення
- 14) надання одноразової матеріальної допомоги окремим найуразливішим у матеріальному (соціальному) плані категоріям мешканців міста для виконання заходів програми, в т.ч. і на встановлення автономного опалення.

					201-ПНТ.10421166.ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.5 ФІНАНСОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОГРАМИ

Фінансове забезпечення заходів програми здійснюватиметься за рахунок коштів державного, обласного бюджетів, коштів бюджету Уманської міської територіальної громади, кредитних коштів, грантових коштів та інші джерел, не заборонених чинним законодавством України.

Орієнтовні обсяги фінансування Програми

Рік	2021	2022	2023	2024	2025	Всього
Обсяг фінансування, тис. грн.	81308	158850	86450	122500	77500	526608

					201-ПНТ.10421166.ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.6 МОНІТОРИНГ ТА ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ ПРОГРАМИ

Відділ житлово-комунального господарства забезпечує моніторинг виконання заходів Програми Уманської міської ради.

Впровадження Програми дозволить досягнути наступних результатів:

- 1) переведення житлових будівель, будівель установ та організацій бюджетної сфери на помірну централізовану або автономну систему опалення;
- 2) підвищення надійності теплопостачання на території міста;
- 3) зменшення втрат тепла в мережах теплопостачання;
- 4) економію споживання енергоресурсів;
- 5) економію фінансових ресурсів на ремонт і реконструкцію теплових мереж;
- 6) підвищення якості послуг з опалення та досягнення максимального теплового комфорту.

До програми можуть бути внесені зміни та доповнення у порядку, встановленому чинним законодавством України.

					201-ПНТ.10421166.ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Визначення вартості матеріалів, основного і допоміжного обладнання

Розрахунок вартості матеріалів зводжу в таблицю 15

Таблиця 15 – Розрахунок вартості матеріалів

Назва матеріалу	Одиниці виміру	Кількість п.м.	Вартість грн за 1 п.м.	Сума, грн
1	2	3	4	5
Труби:				
D HxS 1220x12	п.м	325	35415,45	11510021,25
D HxS 1020x11	п.м	415	32253,36	13385144,4
D HxS 920x10	п.м	505	28892,94	14590934,7
D HxS 720x9	п.м	515	20534,85	10575447,75
D HxS 478x7	п.м	135	9444,78	1275041,25
D HxS 426x10	п.м	275	7935,15	2182166,25
D HxS 377x9	п.м	333	3309,57	1102086,81
D HxS 325x8	п.м	345	3238,42	1117254,9
D HxS 219x6	п.м	1003	1551,67	1556325,01
D HxS 194x5	п.м	200	2345,74	469148
D HxS 159x4,5	п.м	176	833,15	146634,4
D HxS 108x4	п.м	1202	482,80	580325,6

					<i>201-ПНТ.10421166.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

D HxS 89x3,5	п.м	785	350.98	275519,3
D HxS 76x3,5	п.м	853	295.73	252274,75
D HxS 57x3,5	п.м	212	215.35	45654,2
D HxS 38x3,5	п.м	164	66.59	10920,76
Всього				59074899,33

Приведена довжина труб, м

D HxS 1220x12	п.м	248,1	35415,45	8 786 573,145
D HxS 1020x11	п.м	156,1	32253,36	5 034 749,496
D HxS 920x10	п.м	112,8	28892,94	3 259 123,632
D HxS 720x9	п.м	81,5	20534,85	1 673 590,275
D HxS 478x7	п.м	33,7	9444,78	318 289,086
D HxS 426x10	п.м	78,5	7935,15	622 909,275
D HxS 377x9	п.м	14,4	3309,57	47 657,808
D HxS 325x8	п.м	105,5	3238,42	341 653,31
D HxS 219x6	п.м	119,68	1551,67	185 703,8656
D HxS 194x5	п.м	10,9	2345,74	25568,56
D HxS 159x4,5	п.м	25,44	833,15	21195,33
D HxS 108x4	п.м	154,92	482,80	74795,37
D HxS 89x3,5	п.м	20,9	350,98	7335,48

201-ПНТ.10421166.ПЗ

Арк.

74

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

D HxS 76x3,5	п.м	38,2	295,73	11296,88
D HxS 57x3,5	п.м	3,9	215,35	839,86
D HxS 38x3,5	п.м	10,4	66,59	692,53
Всього				20 411 973,90

Отже вартість основних, допоміжних матеріалів, обладнання становить 79 486 873,23грн

1. Річна витрата тепла становить 4215449,9ГДж, або 969553,47 Гкал.

Ціна за 1 Гкал становить 1654,41 грн, отже вартість тепла дорівнює $969553,47 * 1654,41 = 1604038956,30$ грн

2) Вартість насосного обладнання

насоса Wilo-Sub TWU 6-8-10,

$2 * 1392683 = 2785366$ грн

3) Оплата праці складає 30% від витрат на основні матеріали і обладнання:

$(79\ 486\ 873,23 + 2785366) * 0,3 = 24\ 681\ 671,769$ грн

4) Інші витрати складають 3% від суми основних матеріалів, основного обладнання, заробітної плати: $(79\ 486\ 873,23 + 2785366 + 24\ 681\ 671,769) * 0,03 = 3\ 208\ 617,329$ грн

5) Сумарні витрати на теплову мережу: $79\ 486\ 873,23 + 2785366 + 24\ 681\ 671,769 + 3\ 208\ 617,329 = 110\ 162\ 528,328$ грн

201-ПНТ.10421166.ПЗ

Арк.

75

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

4.2 Визначення терміну окупності капіталовкладень

Визначаю термін окупності капіталовкладень.

Термін окупності капіталовкладень визначає, скільки часу необхідно для того, щоб інвестиції, зроблені підприємством у певний проект або напрямок діяльності, були повністю амортизовані за рахунок прибутків, отриманих від цього проекту. Цей показник є ключовим у фінансовому плануванні і дозволяє оцінити, наскільки швидко витрати на інвестиції будуть компенсовані заробітком. Термін окупності допомагає приймати стратегічні рішення щодо вкладень і визначення їхньої ефективності з точки зору фінансового ризику і рентабельності.

Розраховуємо за формулою: $T = IC/P$ де;

T – термін окупності;

IC – первинні інвестиції у проект;

P - сумарний грошовий потік.

$110\ 162\ 528,328/1604038956,30=7$ місяців

					201-ПНТ.10421166.ПЗ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Характеристика умов праці

Охорона праці представляє собою систему серед найважливіших аспектів забезпечення безпеки та підтримки здоров'я населення входять соціально-економічні заходи, організаційно-технічні ініціативи, санітарно-гігієнічні стандарти та лікувально-профілактичні заходи. Ці комплексні заходи і засоби спрямовані на покращення якості життя та забезпечення стабільного розвитку суспільства., які діють на основі відповідних законодавчих і нормативних актів. Ця система призначена для збереження здоров'я та працездатності людини в процесі виконання праці. [15].

Запропоновані дипломним проектом організаційні й технічні заходи забезпечують нешкідливі й безпечні умови праці та пожежну безпеку (пожежна сигналізація та засоби пожежогасіння) на запроектованому об'єкті виходячи з [12].

12. У сфері забезпечення безпеки та запобігання пожежам на підприємствах широко застосовується інститут добровільної пожежної охорони. Ця система передбачає створення спеціалізованих пожежно-рятувальних підрозділів, які мають за мету оперативно реагувати на надзвичайні ситуації. Організація та діяльність цих підрозділів регулюються відповідними нормативними актами, включаючи постанову Кабінету Міністрів України від 17 липня 2013 року № 564.

Цей підхід сприяє підвищенню рівня пожежної безпеки на об'єктах та зменшенню ризиків для працівників і майна підприємств.

Все обладнання безпечно при користуванні за умов дотримання інструкцій з експлуатації.

Умови праці означають сукупність факторів виробничого середовища і умов трудового процесу, які мають вплив на здоров'я та працездатність людини під час виконання нею своїх трудових обов'язків. [17].

На робочих місцях наявні такі небезпечні й шкідливі виробничі чинники:

- підвищена чи знижена температура повітря робочої зони;
- рухомі частини виробничого устаткування;

201-ПНТ.10421166.ПЗ

Арк.

77

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- підвищений рівень вібрації;
- можливість ураження електричним струмом;
- гарячі поверхні.

Під час проектування та вибору обладнання враховано основні вимоги безпеки для обслуговуючого персоналу та надійної й безпечної його роботи.

Колективні та індивідуальні заходи для боротьби з вібрацією включають різні методи зменшення впливу вібрацій на людей і обладнання.

1. Віброгасіння: Встановлення вібруючих машин з динамічним навантаженням (наприклад, вентиляторів, насосів, агрегатів) на окремі фундаменти для зниження передачі вібраційних коливань на споруди і мережі.

2. Віброізоляція: Зменшення рівня вібрацій, що передаються від джерела на тіло працюючого. Цей метод використовує ізоляційні матеріали, такі як гумові, пружинні або комбіновані віброізолятори, які відокремлюють джерела коливань від опорних поверхонь.

3. Вібропоглинання: Застосування в'язких матеріалів, наприклад, мастик, на поверхні машин для поглинання вібраційних коливань і зменшення їхнього впливу.

Ці заходи спрямовані на забезпечення безпечних умов праці та захисту здоров'я працівників від негативних наслідків вібрації. До засобів індивідуального захисту від вібрації відносяться: спеціальне віброзахисне взуття, рукавиці з м'якими надолонниками.

Для захисту від шуму застосовуємо місцеву та загальну звукоізоляцію. Загальна звукоізоляція досягається створенням загорож (стіл, стелі) із звукопоглинальних матеріалів (цегли, бетону, залізобетону) і розміщенням обладнання, яке є джерелом

						201-ПНТ.10421166.ПЗ	Арк.
							78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

шуму, в окремих приміщеннях.

Для пониження шуму насосів, а також зменшення передачі структурного шуму їх необхідно встановлювати на віброізоляційний фундамент, маса якого повинна бути в 3 – 5 разів більша сумарної маси двигуна й насосу. Зменшення механічних шумів насосних установок здійснюється також за розрахунок обладнання їх корпусів звукоізоляційними кожухами.

Захисні заходи, такі заземлення, занулення, вирівнювання потенціалів, низька напруга, захисне відімкнення, ізоляція провідників від струму, огорожувальні пристрої, системи попереджувальної сигналізації, механізми блокування, знаки безпеки, засоби захисту і запобіжні пристрої — це основні елементи, що забезпечують безпеку в електричних установках та допомагають уникнути потенційних небезпек., спрямовані на захист працівників від можливого ураження електричним струмом.

Для запобігання опіків серед обслуговуючого персоналу в ЦТП трубопроводи на запірну арматуру необхідно пофарбувати подавальний – у зелений, жовтий кольори; зворотній – у зелений, коричневий.

Усі елементи трубопроводів з зовнішньою температурою стінки вище 430 °С, які розташовані у доступних для обслуговуючого персоналу місцях, повинні бути покриті ізоляцією. Температура зовнішньої поверхні цієї ізоляції не повинна перевищувати 43 °С.

Рухомі частини обладнання повинні бути надійно закріплені захисними огороженнями, щоб уникнути випадкового доступу до них і тим самим захистити працівників від можливих травм. Огороження, які відкриваються вгору, мають бути забезпечені фіксацією в відкритому положенні, що забезпечує безпечність під час обслуговування. Для зручності обслуговування огороження мають додаткові дверцята та кришки, обладнані пристроями для їхнього надійного закріплення в закритому стані. Важливо, щоб при потребі огороження можна було заблокувати, використовуючи привід обладнання, для безпечного відключення частин механізмів під час їх відкриття.

					201-ПНТ.10421166.ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Напівмуфти повинні мати конструкцію, яка гарантує, що частина валу, що обертається, не виступає за межі 10 мм з обох боків. Запобіжні заходи також включають заборону виготовлення огорожень з наварених на каркас машин та механізмів, дротиків і смуг. Такий підхід сприяє забезпеченню безпеки та зменшенню ризиків для персоналу, що працює з обладнанням.

Відповідно до гігієнічної класифікації умови праці на робочих місцях діляниць тепломережі відносяться до допустимих.

Допустимі умови праці визначаються рівнями чинників виробничого середовища та умовами трудового процесу, які не перевищують встановлених гігієнічних нормативів. Якщо вони впливають на функціональний стан організму працівника, то ці зміни повинні відновлюватись протягом регламентованого відпочинку або до початку наступної зміни. Допустимі умови праці не повинні мати негативного впливу на здоров'я працівників та їхніх нащадків ні в найближчому, ні в віддаленому майбутньому. [17].

Всі перераховані заходи з техніки безпеки допоможуть уникнути травмувань та професійних захворювань працівників, як на стадії монтажу, так і під час експлуатації всього запроектованого обладнання.

201-ПНТ.10421166.ПЗ

Арк.

80

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

5.2 Заходи з техніки безпеки

Під час монтажних робіт, які включають укладання трубопроводів під землею і зварювання, працівники, що займаються цими видами робіт, перебувають під підвищеним ризиком. При прийомі на роботу їм проводиться спеціалізоване навчання та перевірка знань з питань охорони праці, а також щорічне підтвердження цих знань відповідно до вимог галузевих нормативних актів, не рідше одного разу на рік.

Особливу увагу приділяються заходам безпеки під час робіт у траншеях, котлованах, бункерах, камерах і колодязях, особливо під час ремонтних або планових обслуговувань теплових мереж. Перед початком робіт необхідно впевнитися в наявності спецодягу, індивідуального захисту, необхідних інструментів і пристосувань, а також переконатися в їх справності та надійності.

При технічному огляді та роботах, що пов'язані зі спуском працівників в колодязі, бригада має складатися не менш як з трьох осіб: один з них знаходиться в колодязі, другий - на поверхні, третій слідкує за процесом у колодязі і, у разі потреби, надає допомогу. Заборонено відволікати спостерігача на інші роботи, поки працюючий в колодязі не повернеться на поверхню.

Перед спуском в колодязь необхідно переконатися, що вона не загазована, використовуючи газоаналізатор або лампу ЛБВК згідно з інструкціями виробника. Крім того, обов'язково повинні бути запобіжні пристрої для кожного члена бригади, зокрема індивідуальні запобіжні пояси з лямками, ізолюючі протигази, лампи ЛБВК, сигнальні жилети, захисні каски та інші засоби.

Під час здійснення земляних робіт на місці розкопування обов'язково потрібно встановити інформаційні таблички з контактною інформацією, огородити робочу зону стандартними бар'єрами з попереджувальними знаками та встановити засоби

201-ПНТ.10421166.ПЗ

Арк.

81

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

регулювання дорожнього руху відповідно до узгодженої схеми. Для перевірки міцності та герметичності трубопроводів, запірної та регулювальної арматури до початку опалювального сезону, дипломним проектом пропонується провести гідравлічне випробування теплової мережі. Мінімальний пробний тиск повинен відповідати встановленим стандартам: не менше 1,6 МПа для магістральних мереж і 1,2 МПа для розподільчих.

Вентилі та засувки теплових мереж повинні мати чітке маркування з номерами, відповідно до оперативної схеми, та покажчики напрямку руху теплоносія для зручності обслуговування. Керування ними може бути механічним чи електричним у випадках обмеженого доступу або високого ризику для персоналу. Засувки з умовним проходом більше 300 мм слід оснащувати механізованим приводом.

Висота прохідних каналів і тунелів повинна бути не менше 1,8 м, а ширина проходів між тепловими трубами має дорівнювати зовнішньому діаметру неізольованої труби, збільшеному на 100 мм, але не менше 700 мм. Висота камер від підлоги до низу конструкцій повинна бути не менше 2 м.

Запірні пристрої на теплових мережах мають гарантувати вільне відкриття та повне закриття, уникаючи витоків через фланцеві з'єднання та сальникові ущільнення. Використання запірної арматури для регулювання параметрів теплоносія є недопустимим.

Вибір попередньо ізольованих труб також враховує їхню стійкість до агресивних середовищ і водовідштовхувальні властивості для забезпечення довговічності та надійності в експлуатації.

					<i>201-ПНТ.10421166.ПЗ</i>	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.3 Заходи протипожежної безпеки.

Забезпечення пожежної безпеки в приміщенні котельні регулюється чинними Правилами пожежної безпеки в Україні та Правилами пожежної безпеки для закладів, установ і організацій системи освіти України. Основна мета цих заходів - запобігання виникненню пожежі та в разі її виникнення - обмеження її поширення, своєчасне виявлення і загашення, а також захист людей і матеріальних цінностей.

В приміщеннях котельні необхідно встановлювати столи, стільці та шафи так, щоб вони не перешкоджали виходам із котельні. Суворо важливо дотримуватися протипожежного режиму, забезпечувати постійну чистоту приміщень і утримувати весь пожежний інвентар і обладнання в справному стані, розміщувати їх на видних місцях.

У приміщеннях котельні строго заборонено розкладати вогнища, спалювати сміття, палити та вживати алкогольні напої.

					201-ПНТ.10421166.ПЗ	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Захист навколишнього середовища охоплює комплекс заходів, спрямованих на ефективне використання природних ресурсів, збереження унікальних природних комплексів і забезпечення екологічної стійкості. Одним з перспективних напрямків зниження викидів в атмосферу є застосування енергоефективних технологій використання палива, що дозволяє використовувати димові гази як сировину для виробництва цінних хімічних продуктів. Ці інноваційні методи дозволяють ефективно використовувати енергію палива і знижувати витрати енергоресурсів, сприяючи при цьому збереженню природного середовища. При експлуатації теплових установок дотримуються всіх встановлених державними нормами та стандартами обмежень на викиди шкідливих речовин в атмосферу і скиди забруднюючих речовин у водні об'єкти, забезпечуючи раціональне використання природних ресурсів і використання відходів.

					201-ПНТ.10421166.ПЗ	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновок

Під час виконання дипломного проекту було визначення кліматичні даних з яких я дізнався тривалість опалювального періоду яка склала 189 доба розрахункова температура зовнішнього повітря для проектування системи опалення – 22 °С для вентиляції – 9 °С.

Далі була характеристика об'єкту тепlopостачання спочатку для відомої забудови потім для не відомої.

За цим був гідравлічний розрахунок який поділяється на остаточний та попередній для невідомої та відомої забудови.

Оптимальний градієнт тиску по головній магістралі був після гідравлічного розрахунку. Далі я розрахував тепловий розрахунок завдяки якому дізнався втрати тепла через трубопровід і ізоляцію. Також розрахував п-подібний компенсатор, та ділянку самокомпенсації.

Та підібрав насос по витраті води (подачі) та по тиску, який повинен розвивати насос. Остання була економічна частина.

					201-ПНТ.10421166.ПЗ	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1-27: 2010. – [Дата запровадження 2011-11-01]. / Мінрегіонбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2011. – 123 с.
2. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель: ДБН В.2.6-31:2021. – [Чинні від 2022-01-31] // Мінбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2022. – 23 с. – (Державні будівельні норми України).
3. Алексахін О. О., Панчук О. В. Теплогазопостачання і вентиляція. Вибрані задачі: Навч. посібник. – Харків: УкрДУЗТ, 2017. – 230 с.
4. Краснянський М.Ю. Енергозбереження: навчальний посібник. – К.: Видавничий дім «Кондор», 2018. – 136 с.
5. Мережі теплові (тепломеханічна частина). Робочі креслення : ДСТУ Б А.2.4-28:2008. — [Чинний від 2010-01-01]. — К. : Мінрегіонбуд України, 2009.
6. Пирков В. В. Современнѳе тепловіе пункти. Автоматика и регулирование / Пирков В. В. — К. : П ДП «Такі справи», 2007. — 252 с.
7. Ковальчук В.А., Мацнева Т.С. Теплопостачання: Навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2013. – 300 с.
8. Теплогазопостачання і вентиляція. Навч. Посіб. / О. Т. Возняк, О. О. Савченко, Х. В. Миронюк, С. П. Шаповал, Н. А. Сподинюк, Б. І. Гулай. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. 276 с.
9. Методичні вказівки до розрахунку проектного теплового навантаження систем опалення будівель за EN 12831 у курсовому проекті з «Опалення» для студентів напряму підготовки 6.060101 «Будівництво» за професійним спрямуванням «Теплогазопостачання і вентиляція» всіх форм навчання / С.Б. Проценко, О.С. Новицька. - Рівне: НУВГП, 2016. - 40 с.
10. Борщ О.Б. Енергозбереження в системах теплогазопостачання, вентиляція та кондиціонування повітря: навч. посібник. – Полтава: ПНТУ, 2009. – 116 с.
11. Любарець О. П. Проектування систем водяного опалення (посібник для проєктувальників, інженерів і студентів технічних ВНЗ)/ О. П. Любарець, О. М. Зайцев, В. О. Любарець / Відень - Київ, 2010 – 200 с.

201-ПНТ.10421166.ПЗ

Арк.

86

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

12. Б.Н. Якимчук, А.М. Гіроль, Р.М. Россінський. Експлуатація систем теплопостачання: навч. посіб. – Рівне, 2012 – 235с.

13. Канюк Г.І., Пугачова Т.М., Без'язичний В.Ф., Близниченко О.М., Шматков Д.І. Основи енерго- і ресурсозбереження: навчальний посібник. – Харків: друкарня «Мадрид», 2016. – 230 с.

14. Правила будови і безпечної експлуатації трубопроводів пари і гарячої води : НПАОП 0.00-1.11-98. — [Чинний з 1998-0809]. — (Державні нормативні акти з охорони праці).

15. Технічна експлуатація інженерних мереж : навч. посібник /О. В. Якименко, Н. Г. Морковська ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 289 с.

16. ДНАОП 0.00 – 1.20 – 98. Правила безпеки систем газопостачання України. – К.: Держбуд України, 1998. – 343 с.

17. Сокурєнко В.В. Безпека життєдіяльності та охорона праці : підручник. Харків: ХНУВС, 2021. 309с. 14. Жидецький В. Ц. Охорона праці : Київ:Кондор, 2006. - 240с.

18. Ефективність теплонасосних систем кондиціонування повітря: монографія / М. К. Безродний, Д. С. Кутра ; Нац. техн. ун-т України "Київ. політехн. ін-т". - Київ : НТУУ "КПІ", 2015. - 171 с. : рис., табл. - Бібліогр.: с. 167-171.

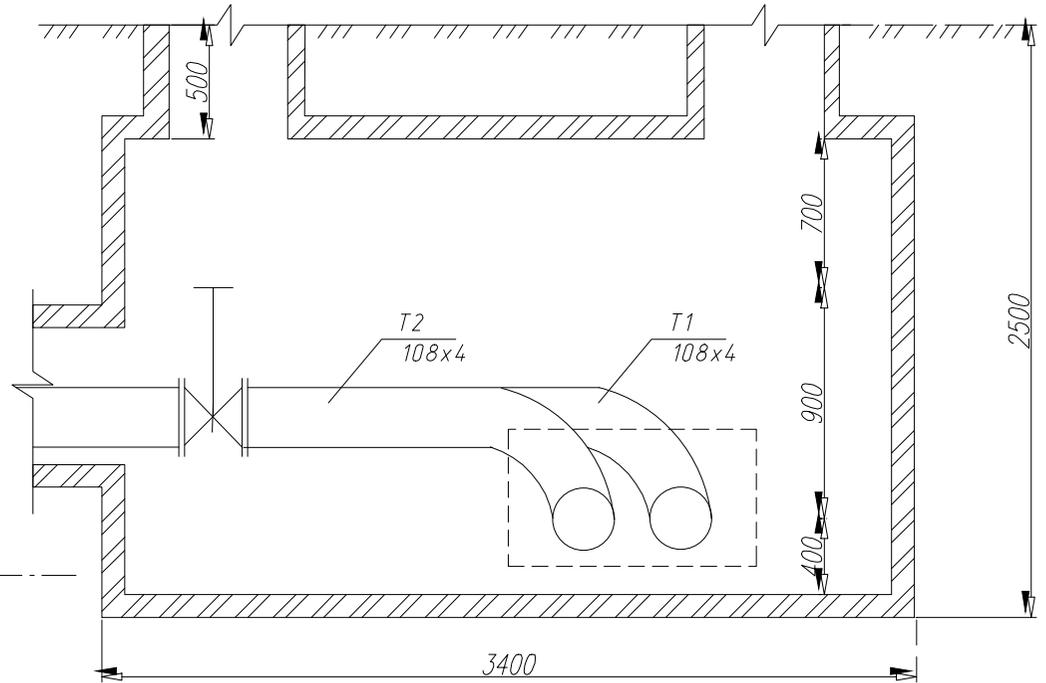
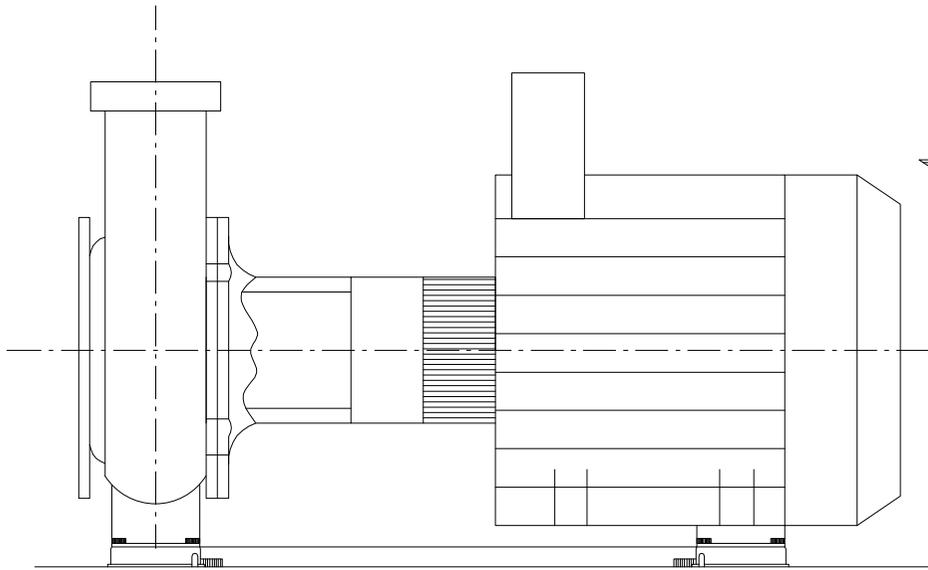
19. Вихорокамерні нагнітачі: монографія / Д. О. Сьомін, А. В. Роговий ; Харків. нац. автомоб.-дорож. ун-т. - Харків : Мезіна В. В. [вид.], 2017. - 203 с. : рис. - Бібліогр.: с. 184-203.

20. Теплові насоси: основи теорії і розрахунку: навч. посіб. / В. М. Арсенєв, С. С. Мелейчук ; Сум. держ. ун-т. - Суми : Сум. держ. ун-т, 2018. - 362 с. : рис., табл. - Бібліогр. в кінці розд.

					201-ПНТ.10421166.ПЗ	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Схема мережного насосу
WIL0-SubTWU 6-8-10

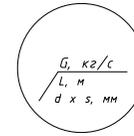
Розріз А-А М 1:25



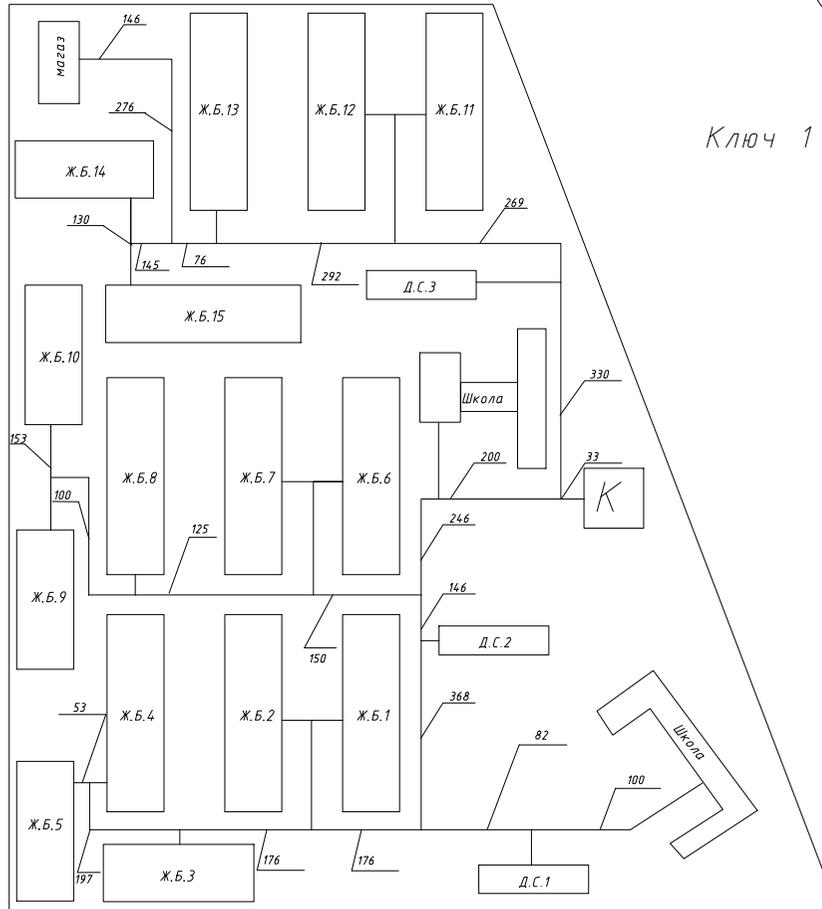
					201-пНТ.10421166.БР			
Зм	Кільк	№ докум	Підпис	Дата	Дипломний проект системи теплопостачання для умов міста Умань	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив	Лисенко Р.						2	8
Керівник	Крот О.П.							
Н.контр.	Крот О.П.				Схема мережного насосу	НУ«ПП ім. Юрія Кондратюка»		
Зав. кафедри	Голік Ю.С.							

Монтажна схема теплової мережі мікрорайону

Ключ 2

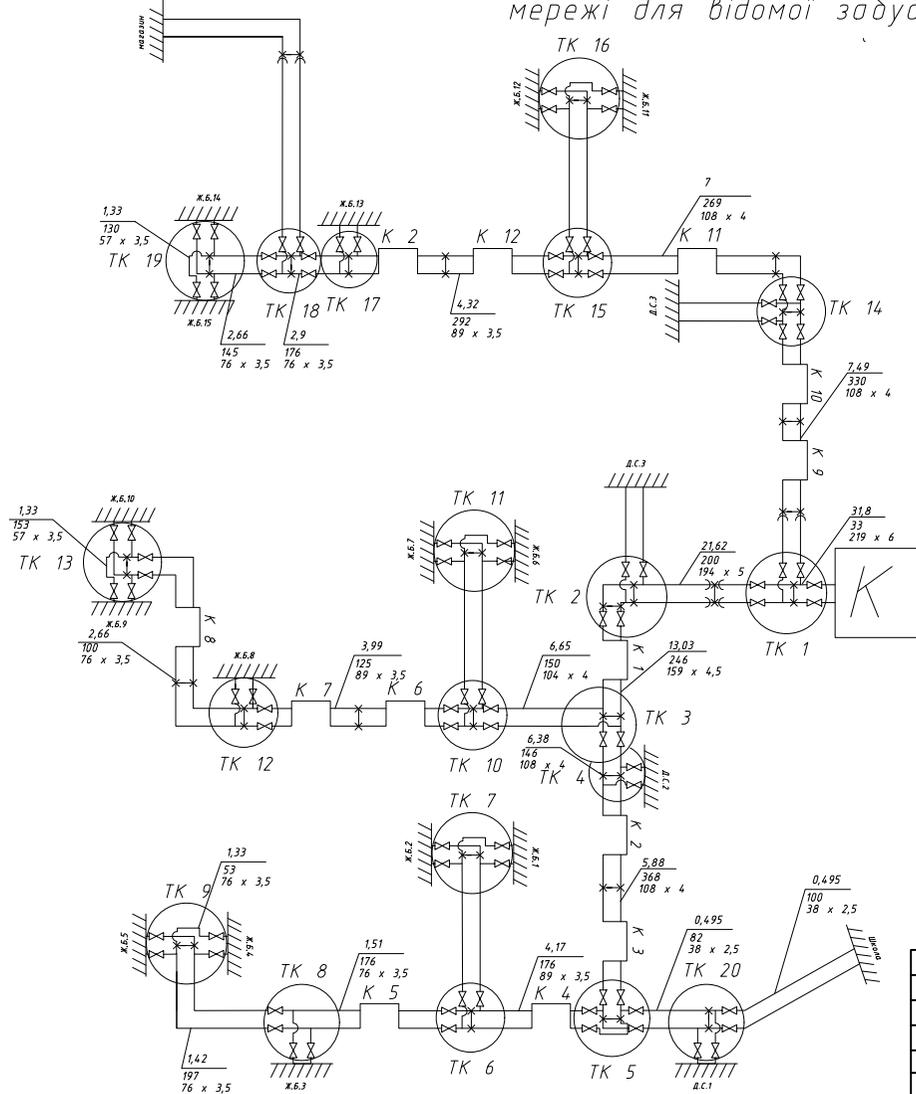


Ключ 1



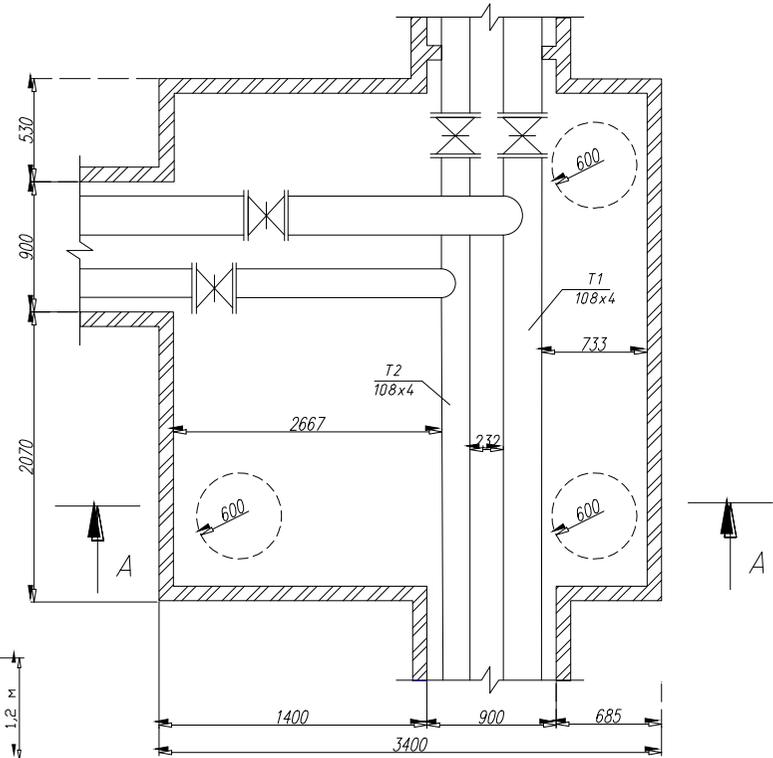
					201-пНТ.10421166.БР				
					Дипломний проект системи теплопостачання для умов міста Умань		Стадія	Аркуш	Аркушів
Зм	Кільк	№ докум	Підпис	Дата				3	8
					Монтажна схема теплової мережі мікрорайону		НЧ«ПП ім. Юрія Кондратюка»		
Н контр		Крот О.П.							
Зав кафедр		Голік Ю.С.							

Аксенометрична схема теплової мережі для відомої забудови

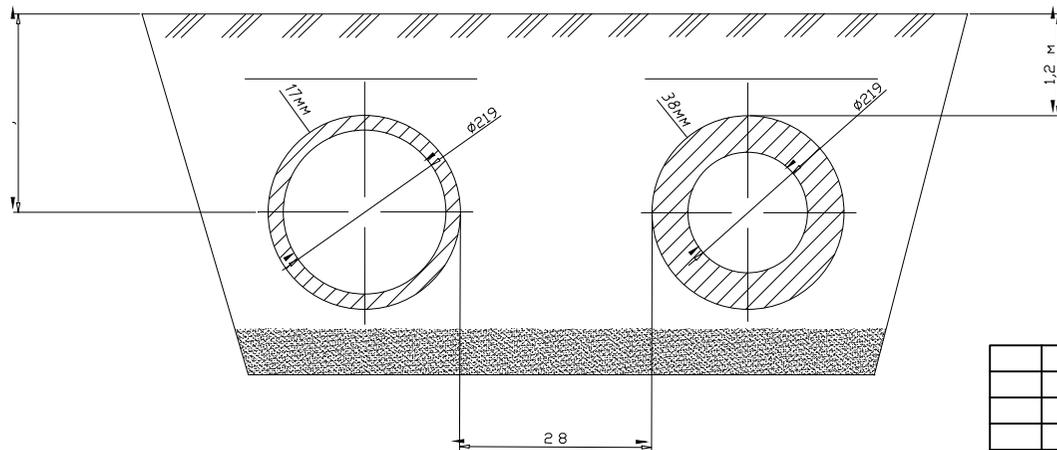


201-пНТ.10421166.БР				
Зм.	Кільк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розробив	Лисенко Р.			
Керівник	Крот О.П.			
Н.контр.	Крот О.П.			
Зав. кафедри	Голік Ю.С.			
Дипломний проект системи теплопостачання для умов міста Умань				
			Старія	Аркуш
			4	8
Аксенометрична схема теплової мережі для відомої забудови				
НЧ«ПП ім. Юрія Кондратюка»				

План теплової камери М 1:25

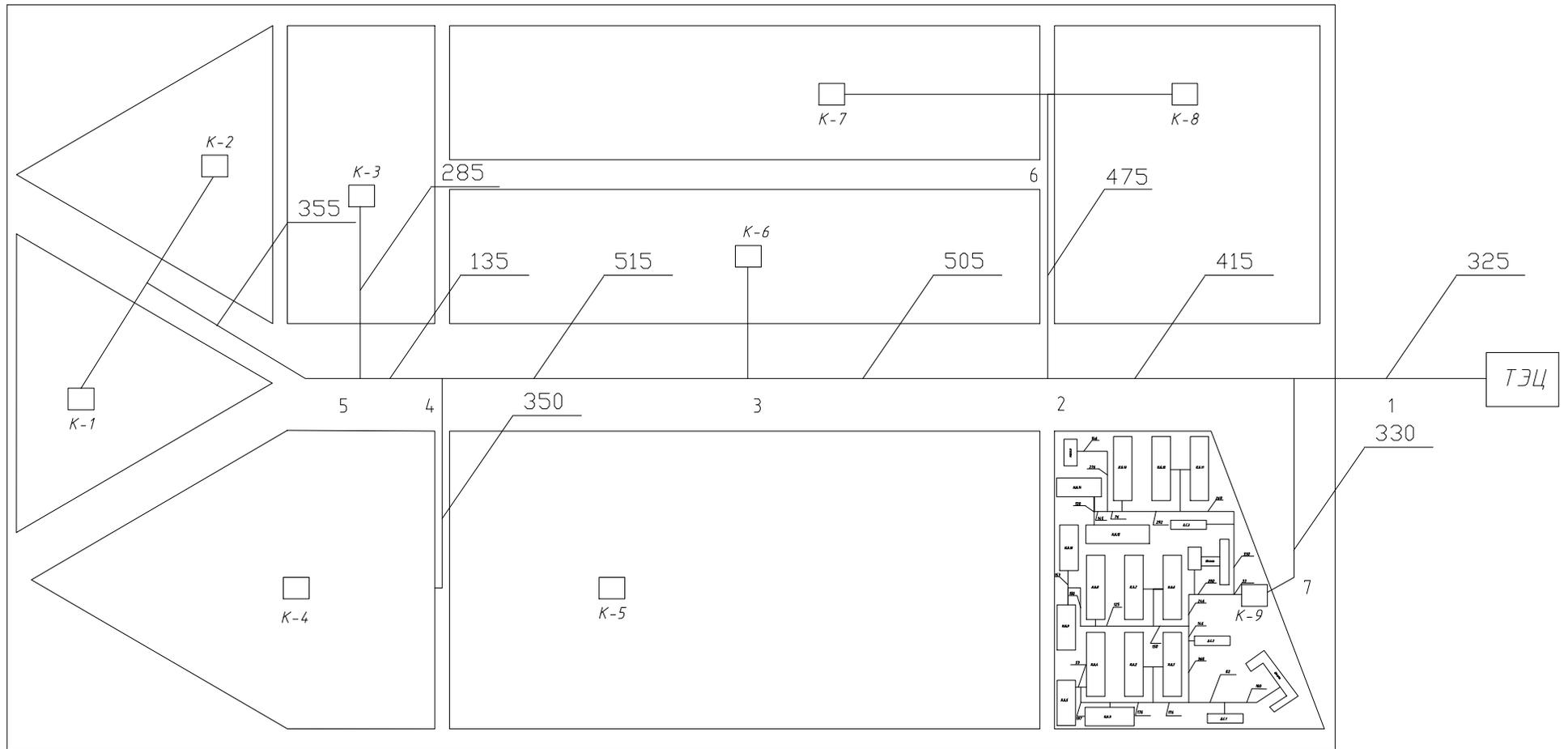


Безканална прокладка трубопроводу



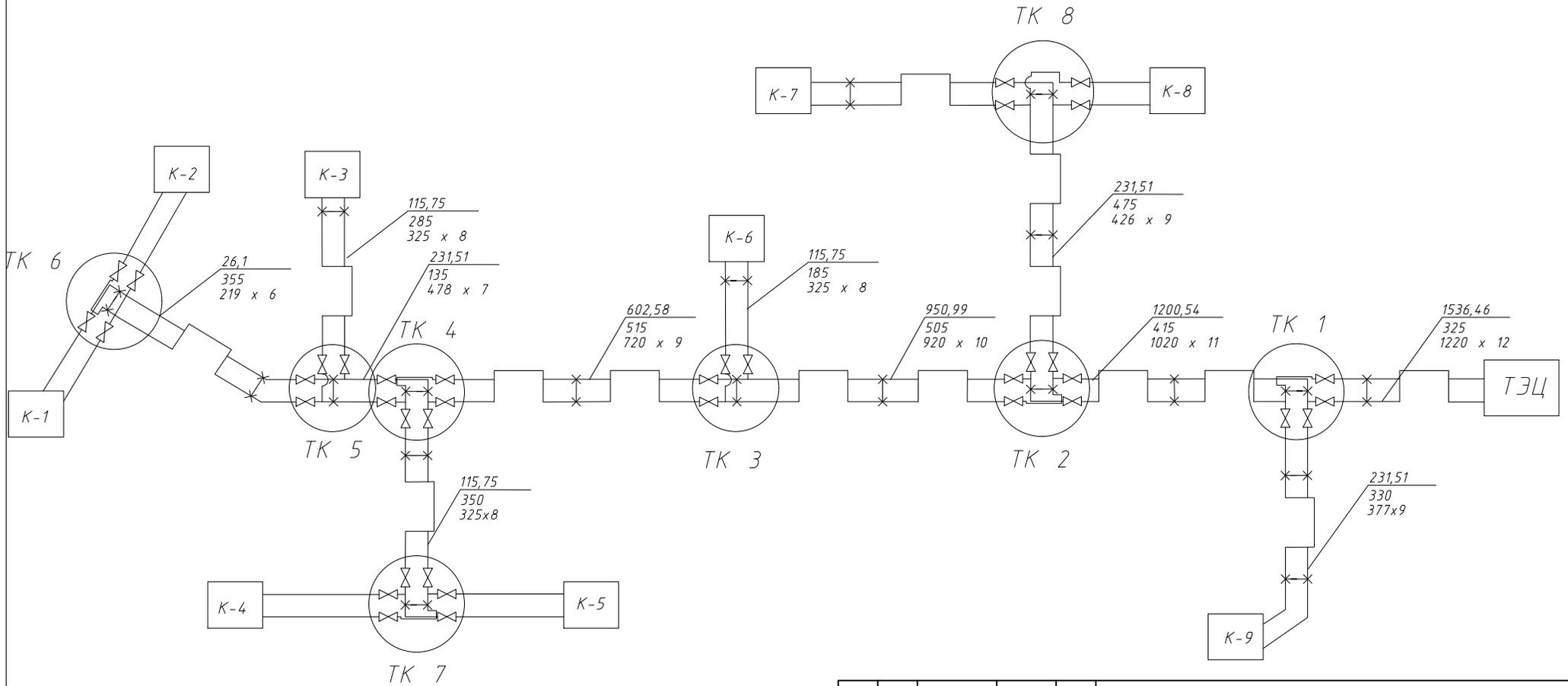
				201-пНТ.10421166.БР			
Зм	Кільк	№ докум	Підпис	Дата	Стадія	Аркуш	Аркушів
						5	8
Розробив Лисенко Р. Керівник Крот О.П.					Дипломний проект системи тепlopостачання для умов міста Умань		
Н.контр. Крот О.П. Зав. кафедри Голік Ю.С.					Розріз теплової камери та безканална прокладка трубопроводу		
					НУ«ПП ім. Юрія Кондратюка»		

Генеральний план міста Умань М1:5000



				201-пНТ.10421166.БР			
				Дипломний проект системи теплопостачання для умов міста Умань			
				Генеральний план міста			
				НУ «ПП ім. Юрія Кондратюка»			
Зм.	Кільк.	№ докум.	Підпис	Дата	Стаття	Аркуш	Аркушів
Розробив	Лисенко Р.					6	8
Керівник	Крот О.П.						
Н. контр.	Крот О.П.						
Зав. кафедри	Голік Ю.С.						

Аксенометрична схема теплової мережі для невідомої забудови



				201-пНТ.10421166.БР		
				Дипломний проект системи теплопостачання для умов міста Умань		
				Стадія	Аркуш	Аркушів
Зм.	Кільк.	№ докум.	Підпис			
Розробив	Лисенко Р.					
Керівник	Крот О.П.			7 8		
Н.контр.	Крот О.П.					
Зав. кафедри	Голік Ю.С.			НУ«ПП ім. Юрія Кондратюка»		

201-пНТ.10421166.БР

Дипломний проект системи теплопостачання для умов міста Умань

Стадія Аркуш Аркушів

7 8

Аксенометрична схема теплової мережі для невідомої забудови

НУ«ПП ім. Юрія

Кондратюка»

Висновок

Під час виконання дипломного проекту було визначення кліматичні дані з яких я дізнався тривалість опалювального періоду яка склала 189 доба розрахункова температура зовнішнього повітря для проектування системи опалення - 22°C для вентиляції - 9°C .

Далі була характеристика об'єкту теплопостачання спочатку для відомої забудови потім для не відомої.

За цим був гідравлічний розрахунок який поділяється на остаточний та попередній для невідомої та відомої забудови.

Оптимальний градієнт тиску по головній магістралі був після гідравлічного розрахунку. Далі я розрахував тепловий розрахунок завдяки якому дізнався втрати тепла через трубопровід і ізоляцію. Також розрахував п-подібний компенсатор, та ділянку самокомпенсації.

Та підібрав насос по витраті води (подачі) та по тиску, який повинен розвивати насос. Остання була економічна частина.

						201-пНТ.10421166.БР			
							Стагія	Аркуш	Аркушів
Зм.	Кільк.	№ докум.	Підпис	Дата	Дипломний проект системи теплопостачання для умов міста Умань		8	8	
Розробив		Лисенко Р.							
Керівник		Крот О.П.							
Н.контр.		Крот О.П.			Висновок	НУ«ПП ім. Юрія Кондратюка»			
Зав. кафедри		Голік Ю.С.							