

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

ФІСЕ

(факультет)

Теплотехніки

(назва випускової кафедри)

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

на тему:

«Проект централізованої системи теплопостачання групи будинків
у м. Києві»

Панченко Антон Олександрович

Київ 2025 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА
І АРХІТЕКТУРИ**

ФІСЕ

(факультет)

Теплотехніки

(назва випускової кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

„___” _____ 2025 року

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

«Проект централізованої системи теплопостачання групи будинків
у м. Києві»

Виконав: Панченко Антон Олександрович

192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Теплогазопостачання і вентиляція

(освітня програма)

Група ТВ – 21-2

Керівник Приймак О. В.

(прізвище та ініціали)

проф., доктор. техн. наук

(вчене звання, науковий ступінь)

Ідентичність підтверджую

Київ 2025 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: ФІСЕ

Випускова кафедра: Теплотехніки

Освітній ступінь: Бакалавр

Спеціальність: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітня програма: Теплогазопостачання та вентиляція .

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____”____”_____2025 року

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

Панченко Антон Олександрович

1. Тема роботи «Проект централізованої системи теплопостачання групи будинків у м. Києві» затверджена наказом ректора КНУБА № 736/24/25 від «13» 06 2025 року.

2. Керівник роботи Приймак Олександр Вікторович, проф., д. т. н.

3. Строк подання здобувачем роботи до захисту _____

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Р. 1. Природно-кліматичні, геологічні, сейсмічні та екологічні умови району будівництва

Р. 2. Зовнішні теплові мережі

Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1. Природно-кліматичні, геологічні, сейсмічні та екологічні умови району будівництва	2025
Розділ 2. Зовнішні теплові мережі	2025
Направлення роботи для перевірки на плагіат	2025
Попередній захист роботи на випусковій кафедрі	2025
Направлення роботи на рецензування	2025

Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірів	
		дата	підпис
Розділ 1.			
Розділ 2.			

Дата видачі завдання _____

Зав. кафедри _____ Кириченко М.А.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Керівник _____ Приймак О.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Здобувач _____ Панченко А.О.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Зміст

Вступ.....2-3

Розділ 1. Природно-кліматичні, геологічні, сейсмічні та екологічні умови району

будівництва	4
1.1. Загальні дані	5
1.2 Кліматичні характеристики	5
1.3 Атмосферне повітря	6-8
1.4 Геологічні умови	8-10
1.5 Сейсмічні умови	10-12
1.6 Рослинний і тваринний світ	12-13
1.7 Екологічна ситуація	13

Розділ 2. Зовнішні теплові мережі 14

2.1 Загальна частина	...	15-17
2.2 Ділянки теплової мережі		17-25
2.3 Монтажні вузли трубопроводів		25-30
2.4 Тепломеханічна частина		30-31
2.5 Розрахунок максимального об'єму мережної води, що циркулює протягом години		31-36
2.6 Визначення гідравлічних характеристик теплової мережі		36-51
2.7 Охорона праці і техніка безпеки при будівництві і монтажі		51-53
2.8 Акт перевірки прихованих робіт		53-54
2.9 Постачання, транспортування та вимоги до системи теплопостачання		54-56
2.10 Охорона навколишнього середовища при будівництві та експлуатації теплових мереж		56-58
2.11 Монтажні роботи теплових мереж		58-60
2.12 Випробування трубопроводів		60
2.13 Зварювальні роботи та контроль якості теплових мереж		60-61
2.14 Протипожежні заходи теплових мереж		61-62
2.15 Очищення та промивка трубопроводів теплових мереж		62-63
2.16 Аварійна сигналізація теплових мереж		63-65
2.17 Будівельні конструкції теплових камер		65-68

Висновки 69-71

Література 72-74

						Кваліфікаційна робота бакалавра			
Зм.	Кіл.	Арк.	№док.	Підп.	Дата				
Розробив		Панченко А. О.				Загальна пояснювальна записка	Стадія	Аркуш	Аркушів
Керівник		Приймак О.В					КР	1	74
Зав.кафедри		Кириченко М.А					ТВ -21-2		

Вступ

Системи теплопостачання відіграють ключову роль у створенні комфортних умов проживання населення та забезпеченні нормального функціонування житлової інфраструктури. У сучасних умовах підвищених вимог до енергоефективності, економічності та екологічної безпеки інженерних систем особливої уваги потребують питання модернізації існуючих та впровадження нових теплопостачальних рішень, здатних забезпечити стабільне теплозабезпечення за оптимальних експлуатаційних витрат.

Одним із пріоритетних напрямів розвитку тепло генеруючих систем у містах є децентралізація джерел тепла, зокрема впровадження поквартальних, групових та дахових котельнь. Такі системи дозволяють скоротити довжину теплових мереж, зменшити теплові втрати, забезпечити гнучке регулювання параметрів теплоносія відповідно до погодних умов, а також підвищити загальну надійність та енергоефективність теплопостачання.

У рамках даної дипломної роботи розглядається **централізована система теплопостачання для групи житлових будинків №10.7, №10.8 та №10.9**, які утворюють локальний житловий квартал. Особливістю розглянутої системи є те, що **джерелом теплової енергії виступає дахова котельня, розміщена на покрівлі будинку №10.8**. Такий підхід дозволяє ефективно обслуговувати не лише сам будинок, у якому розташована котельня, а й сусідні будинки, об'єднані в єдину теплову схему.

Запропоноване технічне рішення має на меті забезпечити:

- безперебійне теплопостачання систем опалення, гарячого водопостачання та вентиляції всіх трьох житлових будинків;
- зниження втрат тепла у мережах шляхом скорочення їх протяжності;

						ПЗ		Арк.
								2
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата			

- раціональне використання паливно-енергетичних ресурсів за рахунок застосування сучасного котельного обладнання з високим ККД та автоматизованого регулювання.

У процесі виконання дипломного проекту передбачено:

- аналіз архітектурно-будівельних характеристик об'єктів тепло споживання;
- визначення теплових навантажень кожного будинку;
- розробка теплотехнічної та гідравлічної схем централізованого теплопостачання;
- вибір котельного обладнання, насосів, арматури, теплоізоляційних матеріалів;
- розрахунок внутрішньо будинкових теплових мереж та зовнішніх трубопроводів;
- оцінка енергоефективності та економічної доцільності прийнятих технічних рішень;
- дотримання вимог чинних нормативних документів (ДБН, ДСТУ, ТУ).

<i>Зм.</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>

4

1.1. Загальні відомості

Житлові будинки №10.7, №10.8 та №10.9, для яких проектується централізована система теплопостачання, розташовані в межах міста Києва — столиці України, великого промислового, наукового та культурного центру, з розвиненою житловою, транспортною та інженерною інфраструктурою. Місцевість належить до центральної частини лісостепової зони, має складні інженерно-геологічні та урбаністичні умови, що потребує врахування при проектуванні теплотехнічних систем, зокрема дахової котельні.

1.2. Кліматичні характеристики

За даними Українського гідрометеорологічного центру та відповідно до ДБН В.1.1-27:2021, клімат Києва відноситься до помірно континентального, із холодною зимою та спекотним літом. Перехідні сезони (весна й осінь) тривають до 2–3 місяців і характеризуються нестійкими погодними умовами з частими опадами.

Основні кліматичні параметри:

Параметр	Значення
Середньорічна температура повітря	+8,4 °С
Розрахункова температура зовнішнього повітря для опалення	–22 °С
Середня температура січня	–5,8 °С
Середня температура липня	+20,5 °С
Абсолютний мінімум температури	–30 °С
Абсолютний максимум температури	+38 °С
Середня річна кількість опадів	620 мм
Середня відносна вологість	75–80 %

						Абсолютний мінімум температури		−30 °С				
						Абсолютний максимум температури		+38 °С				
						Середня річна кількість опадів		620 мм				
						Середня відносна вологість		75–80 %				
						ПЗ						Арк.
												5
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата							

Параметр

Значення

Середня тривалість опалювального періоду

170 діб

Переважаючі вітри — західного та північно-західного напрямків, з середньою швидкістю 3,5 м/с. Максимальні пориви вітру можуть досягати 15–20 м/с у зимовий період. Сніговий покрив утворюється на 50–60 діб на рік, середня висота снігу — до 20 см.

Ці характеристики впливають на вибір типу котельного обладнання, потужність, типи автоматики, теплоізоляцію трубопроводів і заходи із запобігання тепловим втратам.

1.3. Атмосферне повітря

Атмосферне повітря є ключовим елементом довкілля, якість якого безпосередньо впливає як на санітарно-гігієнічні умови проживання населення, так і на екологічну безпеку функціонування інженерних об'єктів. У межах території м. Києва стан повітряного середовища за останні роки характеризується **стабільно підвищеним рівнем забруднення**, що зумовлено зростанням інтенсивності автомобільного руху, концентрацією промислових та комунально-енергетичних об'єктів, а також щільністю міської забудови.

Основні характеристики атмосферного середовища

Відповідно до щорічних аналітичних звітів Центральної геофізичної обсерваторії ім. Бориса Срезневського та Державної екологічної інспекції України, в місті фіксується **стійке перевищення гранично допустимих концентрацій (ГДК)** за рядом показників. Основні забруднюючі речовини, що впливають на якість атмосферного повітря:

- **Діоксид азоту (NO₂)** — утворюється при високотемпературному згорянні палива; має подразнювальну дію на дихальні шляхи.
- **Оксид вуглецю (CO)** — продукт неповного згорання органічного палива; при високих концентраціях викликає гіпоксію.

						ПЗ	Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата		6

- **Діоксид сірки (SO_2)** — викидається при спалюванні сірковмісного палива; спричиняє кислотні опади.
- **Пил зважений (PM_{10} та $\text{PM}_{2.5}$)** — фракції дрібнодисперсного аерозолю, які проникають у легені та мають канцерогенну дію.
- **Формальдегід (CH_2O)** — продукт вторинних фотохімічних реакцій у міській атмосфері.

У центральних та транспортно-навантажених районах Києва середньорічні концентрації NO₂ та пилу перевищують ГДК у 1,5–2,5 рази. Найвищі показники фіксуються на перехрестях та вздовж автомагістралей, а також поблизу локальних джерел тепла — малих котельнь і ТЕЦ.

Природно-кліматичні умови впливу на розсіювання викидів

Умови мікроклімату (температурна стратифікація повітря, швидкість і напрямок вітру, інверсійні явища) значною мірою визначають ступінь розсіювання забруднюючих речовин. Згідно з кліматичними даними, в м. Києві переважають **вітри західного та північно-західного напрямку** із середньою швидкістю 3,5 м/с. У холодний період року часто спостерігається **інверсія температури**, що обмежує вертикальне перемішування повітря та сприяє накопиченню домішок у приземному шарі атмосфери.

Ці особливості обов'язково враховуються при розміщенні джерел викидів (труби котельнь), проектуванні висоти димових каналів, виборі пального обладнання та режимів горіння палива.

Вплив локальної дахової котельні

Проектована дахова котельня призначена для теплопостачання житлових будинків №10.7, 10.8, 10.9, що розташовані в межах щільної міської забудови. З екологічної точки зору, **локальна система теплопостачання має низку переваг** у порівнянні з традиційною централізованою подачею тепла:

- зменшення довжини тепломереж $\rightarrow$ зниження теплових втрат та енергоспоживання;

Інженерно-геологічна структура ділянки в межах м. Києва формується четвертинними та палеогеновими відкладами. У межах території проектування переважають лесові суглинки, супіски, піски дрібні та середньої крупності, із прошарками глин та делювіальних відкладів.

Основні геологічні характеристики:

- Категорія ґрунтів — II (умовно слабкі);
- Глибина промерзання ґрунтів — 1,2 м;
- Рівень ґрунтових вод — 3,5–7,0 м залежно від рельєфу;
- Несуча здатність природної основи — достатня для стандартних навантажень від тепломереж та котельного обладнання.

Для дахової котельні важливо враховувати несучу здатність перекриття, вітрові та снігові навантаження, а також можливі осідання ґрунтів при прокладанні підземних мереж.

З геоморфологічної точки зору, ділянка, на якій планується розміщення об'єкта теплозабезпечення, розташована в межах моренно-піщаної акумулятивної рівнини, що сформувалася під впливом давніх льодовикових та тектонічних процесів четвертинного періоду. Зазначена рівнинна територія є складовою частиною Балтійського морфоструктурного підняття — стабільної платформної геоструктури, властивої для північного заходу України. Для цієї морфологічної формації характерна сейсмогеологічна стійкість і відсутність проявів сучасних небезпечних геодинамічних процесів.

Рельєф місцевості характеризується помірно хвилястою поверхнею з плавним зниженням у напрямку місцевого водозбору — струмка Сирець, що виконує природну дренажну функцію для прилеглої території. За результатами інструментального топографічного знімання, відмітки поверхні змінюються в діапазоні від 138,98 до 173,45 м над рівнем Балтійського моря. Такий перепад висот (близько 34,5 м) обумовлює формування терасованого

						ПЗ		Арк.
								9
						Зм.	Кільк.	Арк.
			№ док	Підпис	Дата			

рельєфу та вимагає врахування ухилів при проектуванні інженерних комунікацій, систем водовідведення й благоустрою.

Територія забудови належить до щільно урбанізованої частини міста, оточена об'єктами житлового, комунального та громадського призначення. Незважаючи на високу ступінь техногенного освоєння, на окремих ділянках зберігаються залишки природного дернового покриву, що сприяє частковій інфільтрації атмосферних опадів і покращенню водно-повітряного режиму верхніх ґрунтових горизонтів. Товщина гумусового шару в межах ділянки становить у середньому 15–30 см.

У процесі інженерно-геологічного обстеження на території забудови **не виявлено небезпечних геоморфологічних процесів**, зокрема зсувів, карсту, ерозійної діяльності або підтоплення. Такі умови вважаються сприятливими для використання стандартних конструктивних рішень при влаштуванні фундаментів та підземної частини будівель. Однак з урахуванням наявного ухилу рельєфу доцільним є впровадження заходів з **організованого поверхневого водовідведення**, зокрема облаштування відкосів, водовідвідних лотків та дренажних систем у понижених зонах.

Таким чином, геоморфологічні особливості ділянки характеризуються як **сприятливі для будівництва**, за умови врахування локальних перепадів висот у проектних рішеннях щодо прокладання теплових мереж, організації рельєфу території та влаштування гідроізоляційних систем.

1.5. Сейсмічні умови

Оцінка сейсмічної активності є важливою складовою інженерних вишукувань при проектуванні та будівництві об'єктів, що входять до складу систем централізованого теплопостачання. Стан сейсмічної безпеки в районі розташування прокованої дахової котельні визначається згідно з чинним нормативом — ДБН В.1.1-12:2006 «Будівництво в сейсмічних районах

						ПЗ		Арк.
								10
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата			

України» та Картами загального сейсмічного районування території України (ЗСР-97).

Геотектонічне положення Києва

Територія міста Києва розташована в межах Центральноєвропейської платформи, а саме — у межах Українського щита, що є стабільною геоструктурою з низькою геодинамічною активністю. У сейсмічному відношенні ця платформа вважається несейсмічною зоною, де максимальна розрахункова інтенсивність сейсмічних коливань не перевищує 5 балів за шкалою MSK-64 (умовно-безпечний рівень).

Найближчі активні сейсмотектонічні зони розташовані на значній відстані — зокрема:

Зона Вранча (Карпати, Румунія) — ≈ 400 км на південний захід,

Кримсько-Чорноморський регіон — ≈ 600 км на південь.

Сейсмічні хвилі з епіцентрів вказаних зон можуть досягати території Києва лише у вигляді ослаблених хвиль далекої дії, що не спричиняють руйнівних наслідків.

Типи можливих сейсмічних впливів

Умовна сейсмічна інтенсивність до 5 балів включає такі сценарії:

короткочасні коливання ґрунту без візуальних пошкоджень будівель;

мікросейсмічні поштовхи, не сприймані більшістю людей;

відсутність загрози для монолітних та збірних залізобетонних конструкцій;

незначні коливання устаткування, що не порушують його роботи.

Таким чином, у межах м. Києва не передбачаються руйнівні або деформаційні сейсмічні процеси, здатні вплинути на експлуатаційну надійність дахових котельнь чи зовнішніх теплових мереж.

Вимоги до конструкцій згідно з ДБН

деформаційні сейсмічні процеси, здатні вплинути на експлуатаційну надійність дахових котельнь чи зовнішніх теплових мереж.

Вимоги до конструкцій згідно з ДБН

Хоча територія забудови належить до несейсмічного району, відповідно до п. 4.2 ДБН В.1.1-12:2006, під час проєктування об'єктів інженерної інфраструктури рекомендується забезпечити мінімальний сейсмічний запас міцності конструкцій, що включає:

жорстке кріплення обладнання на даху будівлі (котли, насосні агрегати, димовідвідні системи);

встановлення антивібраційних опор і компенсаторів для трубопроводів;

передбачення конструктивного захисту від можливого зсуву або розгерметизації у випадку динамічного впливу.

Особливу увагу слід приділити кріпленню димових труб, розширювальних баків, елементів автоматики та електрощитового обладнання, яке має бути надійно фіксоване до несучих конструкцій покрівлі.

Висновок щодо сейсмічної придатності

Таким чином, територія проєктування дахової котельні та суміжної теплової інфраструктури належить до зони з низькою сейсмічною активністю, що не вимагає спеціальних проти сейсмічних заходів. Проте з урахуванням загальних вимог надійності та безпеки, проектом передбачаються локальні конструктивні заходи щодо забезпечення стійкості обладнання до можливих незначних коливань ґрунту.

1.6. Рослинний і тваринний світ

Місцевість у межах міста Києва відзначається урбанізованим ландшафтом із збереженими елементами природної рослинності. У зоні розміщення об'єктів переважають декоративні та захисні насадження, а також фрагменти паркових зон.

Поширені види дерев:

- липа дрібнолиста (*Tilia cordata*),
- клен гостролистий (*Acer platanoides*),

						ПЗ		Арк.
								12
						Зм.	Кільк.	Арк.
			№ док	Підпис	Дата			

- **тополя чорна,**
- **каштан кінський,**
- **ясен звичайний.**

Кущі: бузок, жимолость, тощо.

Типові представники фауни: горобці, голуби, синиці, білки, кажани, їжаки, а також синантропні види мишоподібних гризунів.

Згідно з «Правилами утримання зелених насаджень у населених пунктах України», під час будівництва та прокладання інженерних мереж заборонено знищення дерев та кущів без відповідного дозволу комунальних служб або місцевої влади.

1.7. Екологічна ситуація

Місто Київ зазнає високого рівня техногенного навантаження, що впливає на загальний екологічний стан:

- **щільна автомобільна інфраструктура;**
- **значна забудова;**
- **зростаюче споживання енергоресурсів;**
- **дефіцит зелених зон у нових житлових масивах.**

Проектована система тепlopостачання з даховою котельнею сприятиме зниженню екологічного навантаження завдяки:

- **відмові від централізованого тепла з великими втратами;**
- **локалізації джерела тепла в безпосередній близькості до споживача;**
- **зменшенню викидів за рахунок автоматизованого режиму роботи котлів;**
- **використанню сучасних пальників з повним згорянням газу.**

Крім того, скорочення довжини теплових мереж знижує ризик витоків теплоносія, аварій і надмірного водоспоживання.

						ПЗ	Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата		13

Розділ 2. Зовнішні теплові мережі

						<i>ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		14

2.1. Загальна частина.

Для забезпечення теплопостачання споживачів обрано двотрубну схему прокладання теплової мережі, яка передбачає роздільне транспортування теплоносія по падаючому та зворотному трубопроводах. Така система є найбільш ефективною з точки зору гідравлічної стійкості та гнучкості регулювання теплових потоків у розгалужених мережах.

Регулювання подачі тепла здійснюється якісним способом відповідно до температурного графіка 85/65 °С. Температурні параметри теплоносія коригуються залежно від температури зовнішнього повітря, що забезпечує енергоефективне споживання теплової енергії та комфортні мікрокліматичні умови у внутрішніх приміщеннях протягом усього опалювального періоду.

Проектний тиск у системі становить 1,6 МПа (16 кгс/см²), що відповідає вимогам для мереж середнього тиску, з урахуванням застосування сучасних сталевих труб у попередній теплоізоляції, здатних витримувати зазначені експлуатаційні навантаження.

Вихідні кліматологічні дані для теплотехнічних розрахунків прийнято відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія». Територія забудови характеризується такими метеорологічними параметрами:

- **розрахункова температура зовнішнього повітря для опалення — -22 °С;**
- **середня температура протягом опалювального періоду — -0,1 °С;**
- **тривалість опалювального сезону — 176 діб;**
- **максимальна абсолютна температура повітря — +28 °С;**
- **мінімальна абсолютна температура — -29 °С;**
- **нормативна глибина промерзання ґрунтів — 1,10 м.**

Зазначені кліматичні умови мають важливе значення для вибору глибини закладання підземних мереж, теплоізоляції трубопроводів та гідравлічного

						ПЗ	Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата		15

режиму теплопостачання. Особливу увагу при цьому слід приділити захисту мереж від промерзання у випадку аварійного припинення циркуляції.

Прогресивні технічні рішення

У проекті передбачено влаштування теплових мереж із безканалним способом прокладання, що реалізується шляхом укладання попередньо ізольованих сталевих труб заводського виробництва з підвищеними тепло- та гідроізоляційними властивостями. Ізоляційна система складається з поліуретанового пінного шару та зовнішньої поліетиленової або сталевий захисної оболонки, що забезпечує тривалий термін служби трубопроводу в складних ґрунтових умовах.

Труби комплектуються вбудованою системою контролю вологості та герметичності Nordic, яка забезпечує автоматичний моніторинг стану ізоляції по всій довжині тепломережі. Завдяки цьому можлива оперативна локалізація пошкоджень ізоляційного покриву до моменту їх критичного розвитку, що значно підвищує експлуатаційну надійність системи.

Використання попередньо ізольованих трубопроводів дозволяє:

- зменшити теплові втрати під час транспортування теплоносія;
- знизити обсяг земляних робіт та витрати на будівництво;
- продовжити термін безаварійної експлуатації мережі незалежно від рівня ґрунтових вод або агресивності ґрунту;
- підвищити енергоефективність системи в цілому.

Крім того, у проекті передбачено встановлення кульових запірних пристроїв, що мають високу ступінь герметичності та зносостійкості. Їх застосування сприяє надійній експлуатації теплових вводів, забезпечує можливість швидкого відсічення окремих ділянок мережі під час ремонтних робіт та аварій, а також знижує ймовірність виникнення протікань у з'єднаннях.

						ПЗ	Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата		16

Загалом, обрані конструктивні рішення зумовлюють високий рівень технічної надійності, довговічності та експлуатаційної ефективності системи теплопостачання.

2.2. Ділянки теплової мережі

Проектом передбачено будівництво теплової мережі, що забезпечує централізоване теплопостачання житлових будинків №10.7, №10.8 та №10.9. Розподільчі ділянки мережі реалізуються з використанням попередньо ізольованих сталевих труб з високоефективною тепло гідроізоляцією. Прокладання трубопроводів виконується переважно безканальним способом, з урахуванням місцевих умов рельєфу, забудови та існуючих інженерних комунікацій. У окремих місцях передбачено прокладання в канальних конструкціях.

Конфігурація теплової мережі включає наступні функціональні ділянки:

1. Ділянка від житлового будинку №10.8 до теплової камери ВТ-1:

- тип прокладання: комбінований (безканальний з переходом у канал на окремих фрагментах траси);

-діаметр трубопроводів: 2×Ø219×6/315 мм.

2. Ділянка від теплової камери ВТ-1 до житлового будинку №10.9:

- тип прокладання: безканальний;

-діаметр трубопроводів: 2×Ø159×4,5/250 мм.

3. Ділянка від теплової камери ВТ-1 до теплової камери ВТ-2:

- тип прокладання: безканальний;

діаметр трубопроводів: 2×Ø159×4,5/250 мм.

4. Ділянка від теплової камери ВТ-2 до житлового будинку №10.7:

- тип прокладання: безканальний;

діаметр трубопроводів: 2×Ø159×4,5/250 мм.

						ПЗ	Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата		17

Запроектована структура мережі забезпечує ефективний розподіл теплової енергії з урахуванням мінімальних втрат, високої ремонтпридатності та зручності експлуатації. Усі ділянки передбачають можливість оперативного відключення за допомогою запірної арматури, встановленої в теплових камерах.

Технічне виконання прокладання труб

Проектом передбачено підземне прокладання теплових мереж, яке виконується переважно безканальним способом, а також лотковим та канальним — у місцях, де це обумовлено специфікою ділянки, перетином із комунікаціями або потребою підвищеної механічної захищеності трубопроводів.

Основним матеріалом є попередньо ізольовані сталеві труби заводського виготовлення, які мають багат шарову конструкцію з високими теплоізоляційними властивостями. Вибір конструктивного рішення забезпечує довговічність трубопроводів, зменшення тепловтрат та стійкість до впливу вологи й агресивного ґрунтового середовища.

Безканальне прокладання

Укладання труб безканальним способом здійснюється у траншею з піщаною основою завтовшки не менше 100 мм. Відстань від дна траншеї до нижньої точки зовнішньої оболонки труби має становити не менше 0,10 м. Для засипки використовують пісок дрібної або середньої фракції, очищений від каміння, глинистих домішок та сторонніх включень. Після засипання труб першим піщаним шаром на висоті 100–150 мм над верхом оболонки труб розміщується попереджувальна кольорова стрічка по всій довжині траси.

Лоткове прокладання

У місцях, де необхідна підвищена механічна або експлуатаційна захищеність трубопроводів (наприклад, при перетині транспортних шляхів, під'їздів, зон з підвищеним навантаженням), застосовується лотковий спосіб прокладання.

розміщується попереджувальна кольорова стрічка по всій довжині траси.

Лоткове прокладання

У місцях, де необхідна підвищена механічна або експлуатаційна захищеність трубопроводів (наприклад, при перетині транспортних шляхів, під'їздів, зон з підвищеним навантаженням), застосовується лотковий спосіб прокладання.

- Сигналізаційних провідників, вбудованих у піну, для підключення до системи контролю герметичності.

Схематичне зображення конструкції труби, прийнятої в проєкті, наведено на рисунку 2.1

Рис.2.2

						ПЗ	Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата		20

Рис.2.2



Рис.2.5. Поперечний переріз засипаної двохпровідної мережі трубопроводу в місці встановлення компенсаційних подушок

Мінімальні відстані в траншеї див. рис.2.3

[illegible]

1. Попередньоізолювана труба
2. Підсіпка піском
3. Засіпка піском
4. Засіпка ґрунтом
5. Основний ґрунт
6. Стрічка сигнальна

табл 5.1

d_y	d_3	A	B	C	h_o	H*
		min	min	min	min	
MM	MM	MM	MM	MM	MM	MM
25	90	240	630	150	750	890
32	110	260	670	150	760	910
40	110	260	670	150	760	910
50	125	275	700	150	770	930
65	140	290	730	150	770	940
80	160	310	770	150	780	960
100	200	350	850	150	800	1000
100	200	350	850	150	800	1000
125	225	425	1050	200	820	1025
150	250	450	1100	200	830	1050
200	315	515	1230	200	860	1115
250	400	600	1400	200	900	1200
300	450	650	1500	200	930	1250
350	500	700	1600	200	950	1300
400	560	760	1720	200	980	1360
450	630	830	1860	200	1020	1430
500	710	910	2020	200	1060	1510
600	800	1000	2200	200	1100	1600
700	900	1100	2400	200	1150	1700
800	1000	1200	2600	200	1200	1800
900	1100					
1000	1200					

Табл.2.4

У товщі ізоляційного шару передбачено розміщення електричних сигнальних провідників, які є складовою системи оперативного виявлення порушень герметичності або зволоження теплоізоляції. Дана система дозволяє забезпечити раннє виявлення пошкоджень ізоляційного покриття, що значно підвищує ефективність експлуатаційного контролю та знижує ризики аварійних ситуацій у процесі тривалої роботи мережі.

Розрахункові гідравлічні та температурні параметри теплоносія, прийняті для вибору типорозмірів трубопроводів, арматури, а також для виконання розрахунків на міцність і визначення діючих навантажень, становлять:

- робочий тиск – 1,6 МПа (що еквівалентно 16 кгс/см²);
- номінальна температура – 85 °С.

Зазначені параметри відповідають умовам експлуатації мереж централізованого тепlopостачання для систем опалення житлових та громадських будівель. Підбір трубопровідної арматури, опор, компенсаторів, а також матеріалів ізоляції здійснюється з урахуванням цих проектних величин.

Усі трубопровідні елементи та з'єднання повинні відповідати вимогам нормативного документа — ДБН В.2.5-39:2008 «Теплові мережі». Також враховуються рекомендації виробників трубопровідної продукції та чинні стандарти щодо монтажу та випробувань трубопровідних систем.

Компенсація температурних подовжень сталевих труб передбачається за рахунок геометрії прокладання трубопроводу, а саме — за допомогою трасових кутів повороту. Такий підхід дозволяє уникнути застосування дорогих осьових або лінзових компенсаторів, зменшуючи складність монтажних робіт та подальшого технічного обслуговування.

Стики між окремими секціями трубопроводів ізолюють спеціальними комплектами ізоляції стиків типу ЕР-3, які включають термоусадкові муфти. Монтаж муфтових з'єднань здійснюється на об'єкті безпосередньо після виконання зварювальних робіт. Всі роботи з муфтування повинні виконуватися виключно відповідно до технічного регламенту підприємства-виробника ізоляційних комплектів. Контроль якості муфтових з'єднань здійснюється представником експлуатаційної організації, присутність якого є обов'язковою під час виконання відповідних операцій.

Після завершення зварювання та до остаточного ізолювання з'єднань, трубопровід підлягає гідравлічному випробуванню на міцність та

						ПЗ	Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата		24

герметичність. Тиск під час випробування приймається на рівні 1,25 від розрахункового робочого тиску. Гідравлічне випробування повинно бути проведено до монтажу терм усадкових муфт, що дозволяє вчасно виявити можливі дефекти у зварних стиках без пошкодження ізоляційного шару.

Враховуючи технологічні особливості та режим експлуатації, у розрахунках приймається, що запуск теплової мережі з холодного стану (при перепаді температури $\Delta t = 85\text{ }^{\circ}\text{C}$) здійснюється один раз на рік, а при менших перепадах температур — до 24 разів на рік. Це дозволяє точно визначити розрахункову кількість циклів навантаження при теплових деформаціях, що важливо для оцінки ресурсу трубопроводу та ефективності обраної схеми компенсації.

Перевірка на міцність трубопроводів та обґрунтування конфігурації траси виконані на основі відповідних інженерних розрахунків, які підтверджують допустимі напруження в трубах та ефективність прийнятих технічних рішень щодо компенсації температурних подовжень.

2.3. Монтажні вузли трубопроводу

У рамках розробленого проекту передбачено монтаж сучасних теплових камер типу ВТ-1 та ВТ-2, які виконують функції регулювання, розподілу і обслуговування теплової мережі. У цих камерах на основних трубопроводах заплановано встановлення повно прохідних засувок марки TEMPER, що забезпечують надійне перекриття потоку теплоносія та мінімальний гідравлічний опір (детальніше – див. рис. 2.5). Для дренажних трубопроводів, які виконують роль системи відведення теплоносія при аварійних ситуаціях чи планових роботах, запроектовано застосування фланцевих засувок тієї ж виробничої серії (див. рис. 2.7), що дозволяє стандартизувати комплектуючі та оптимізувати запасні частини.

						ПЗ		Арк.
								25
						Зм.	Кільк.	Арк.
			№ док	Підпис	Дата			

Захист металевих частин трубопровідної системи від корозії здійснюється шляхом нанесення багатошарового лакофарбового покриття. Попередньо металеві поверхні проходять підготовчі роботи, що включають очищення до ступеня St2 за стандартом DIN 55928, який передбачає ручне або механічне видалення іржі, окалини, пилу, жирових забруднень і неміцних нашарувань до

Захист металевих частин трубопровідної системи від корозії здійснюється шляхом нанесення багат шарового лакофарбового покриття. Попередньо металеві поверхні проходять підготовчі роботи, що включають очищення до ступеня St2 за стандартом DIN 55928, який передбачає ручне або механічне видалення іржі, окалини, пилу, жирових забруднень і неміцних нашарувань до

появи рівномірного легкого металевго блиску. Така підготовка є необхідною для забезпечення оптимального зчеплення захисних матеріалів з основою.

Наступним етапом є нанесення ґрунтовки типу ГФ-021, яка служить основою для фінішного шару емалі БТ-177. Лакофарбове покриття наноситься в два шари із дотриманням міжшарової сушки, що гарантує високу стійкість до атмосферних впливів, хімічних речовин і механічних пошкоджень. Особливу увагу приділяють зонам зварних з'єднань і місцям, пошкодженим під час монтажу. Ці ділянки додатково очищаються, знежирюються і повторно покриваються антикорозійним складом відповідно до затверджених технологічних регламентів.

Товщина зварних швів визначається відповідно до найменшої товщини деталей, що з'єднуються, і повинна забезпечувати механічну міцність, сумісну з робочими параметрами трубопроводу. Комплексний підхід до захисту металу та дотримання технології монтажу є запорукою довготривалої експлуатації теплових мереж із мінімальними витратами на ремонт та обслуговування.

Рис.2.5



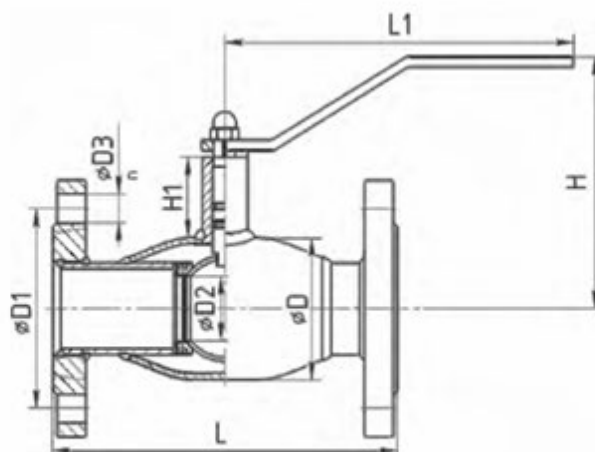
						ПЗ		Арк.
								27
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата			

Табл.2.6

Параметр	Значення.
Умовний діаметр (DN)	150 мм
Тип приєднання	Приварний (butt-weld)
Прохід	Повно прохідний (full bore)
Конструкція корпусу	Зварний (fully welded)
Номінальний тиск (PN)	PN16, PN25, PN40 (1.6–4.0 МПа)
Температурний діапазон	–60 °C ... +200 °C
Матеріал корпусу	Вуглецева сталь або нержавіюча сталь (опійна)
Матеріал кулі та штоку	Нержавіюча сталь AISI 316 / CF8M
Ущільнення (сідла)	PTFE або NYPATITE® (PTFE з наповнювачем)
Тип керування	Черв'ячний редуктор (worm-gear) або ручний привід
Клас герметичності	Клас А (EN 12266-1)
Робочі середовища	Вода, природний газ, нафтопродукти, інертні гази, теплоносії
Довжина корпусу (L)	~400 мм (орієнтовно, залежить від виконання)
Висота з редуктором (H)	~260–300 мм
Вага	~26–36 кг
Ресурс роботи	≥10 000 циклів
Гарантія	3 роки або 10 000 циклів
Сертифікати відповідності	EN 1983, EN 12266-1, ISO 7121, ДСТУ, техрегламенти України

Рис.2.7

						ПЗ	Арк.
							28
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата		



Гарантія / ресурс	Близько 10 000 циклів або 3 роки
Сертифікації	Відповідає EN 13774, API 608, ДСТУ (за потреби)

2.4. Тепломеханічна частина

Проектні максимальні теплові навантаження систем тепло споживання, які приєднані до дахової котельні через проектні теплові мережі, визначені на основі технічних завдань розділів опалення і вентиляції (ОВ) та водопостачання і каналізації (ВК), наведені у таблиці 2.9.

Ці показники відображають максимальні розрахункові значення теплової потужності, що необхідні для забезпечення ефективної роботи систем тепло споживання в заданих експлуатаційних умовах. Отримані дані служать базою для подальшого проектування та вибору обладнання котельні, а також визначення параметрів теплових мереж.

Значення теплових навантажень враховують особливості кліматичних умов, режимів роботи об'єктів, а також технічні вимоги до систем опалення, вентиляції, гарячого водопостачання та інших теплових споживачів, підключених до дахової котельні.

						ПЗ	Арк.
							30
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

Табл. 2.9

Житлові будинки	Проектне теплове навантаження, кВт (Гкал/год)				
	Опалення	Споживання гарячої води (середнє/максимальне)	Вентиляція	Технологічні цілі	Повна витрата теплової енергії (середня/максимальна)
Ж.Б. №10.8	1330 (1,140)	329/870 (0,283/0,748)	-	-	1659/2200 (1,426/1,892)
Ж.Б. №10.7	859 (0,739)	223/606 (0,192/0,521)	-	-	1082/1465 (0,930/1,260)
Ж.Б. №10.9	944 (0,812)	243/657 (0,209/0,565)	-	-	1187/1601 (1,020/1,377)
Навантаження на дахову котельню 10.8	3133 (2,691)	795/2133 (0,6840/1,834)	- -	- -	3928/5266 (3,377/4,528)

2.5. Розрахунок максимального об'єму мережної води, що циркулює протягом години.

2.5.1. Розрахунок витрат теплоносія для забезпечення розрахункового теплового режиму опалення

$$G_{O \max} = \frac{3,6 \cdot Q_{O \max}}{c \cdot (t_1 - t_2)}, \text{ т/год, де:}$$

$Q_{O \max}$ — кількість теплової енергії, необхідної для підтримання нормативного теплового режиму в опалюваних приміщеннях, кВт;

$T_1 = 85^\circ\text{C}$ — температура теплоносія на вході в систему (лінія подачі);

$T_2 = 65^\circ\text{C}$ — температура на виході з системи (зворотна лінія);

c — табличне значення питомої теплоємності води, що становить 4,187 кДж/(кг·°C).

Ж.Б. №10.8

						ПЗ	Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата		31

$$G_{O \max} = \frac{3,6 \cdot Q_{O \max}}{c \cdot (t_1 - t_2)} = \frac{3,6 \cdot 1330}{4,187 \cdot (85 - 65)} = 57,18 \text{ , т/год, де:}$$

- на напірному трубопроводі $V_{\Pi \max} = \frac{G_{\max}}{\rho} = \frac{57,18}{0,972} = 58,83 \text{ м}^3/\text{год};$
- на зворотній нитці тепломережі $V_{3 \max} = \frac{G_{\max}}{\rho} = \frac{57,18}{0,983} = 58,17 \text{ м}^3/\text{год};$

Ж.Б. №10.7

$$G_{O \max} = \frac{3,6 \cdot Q_{O \max}}{c \cdot (t_1 - t_2)} = \frac{3,6 \cdot 859}{4,187 \cdot (85 - 65)} = 36,99 \text{ , т/год, де:}$$

- на напірному трубопроводі $V_{\Pi \max} = \frac{G_{\max}}{\rho} = \frac{36,99}{0,972} = 38,05 \text{ м}^3/\text{год};$
- на зворотній нитці тепломережі $V_{3 \max} = \frac{G_{\max}}{\rho} = \frac{36,99}{0,983} = 37,63 \text{ м}^3/\text{год};$

Ж.Б. №10.9

$$G_{O \max} = \frac{3,6 \cdot Q_{O \max}}{c \cdot (t_1 - t_2)} = \frac{3,6 \cdot 944}{4,187 \cdot (85 - 65)} = 40,58 \text{ , т/год, де:}$$

- на напірному трубопроводі $V_{\Pi \max} = \frac{G_{\max}}{\rho} = \frac{40,58}{0,972} = 41,75 \text{ м}^3/\text{год};$
- на зворотній нитці тепломережі $V_{3 \max} = \frac{G_{\max}}{\rho} = \frac{40,58}{0,983} = 41,28 \text{ м}^3/\text{год};$

2.5.2. Розрахунок витрат теплоносія для забезпечення розрахункового теплового режиму ГВП

При зимових температурних режимах

$$G_{\text{ГВП} \max} = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{ГВП} \max}}{c \cdot (t'_1 - t'_3)} \text{ , т/год, де:}$$

						ПЗ		Арк.
								32
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата			

$Q_{\text{ГВП max}}$ — кількість теплової енергії, необхідної для підтримання нормативного теплового режиму в ГВП, кВт;

t'_1 — температурний показник теплоносія в подаю чому трубопроводі, визначений у місці перегину температурної залежності, дорівнює 70°C ;

t'_3 — температура теплоносія після водопідігрівача, підключеного паралельно, за точкою перегину графіка температур води, складає $53,3^\circ\text{C}$.

c — табличне значення питомої теплоємності води, що становить $4,187 \text{ кДж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$.

Ж.Б. №10.8

$$G_{\text{ГВП max}} = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{ГВП max}}}{c \cdot (t'_1 - t'_3)} = \frac{3,6 \cdot 870}{4,187 \cdot (70 - 53,3)} = 44,79, \text{ т/год, де:}$$

- на напірному трубопроводі $V_{\text{п max}} = \frac{G_{\text{ГВП max}}}{\rho} = \frac{44,79}{0,972} = 46,08 \text{ м}^3/\text{год};$

- на зворотній нитці тепломережі $V_{\text{з max}} = \frac{G_{\text{ГВП max}}}{\rho} = \frac{44,79}{0,983} = 45,56 \text{ м}^3/\text{год};$

Ж.Б. №10.7

$$G_{\text{ГВП max}} = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{ГВП max}}}{c \cdot (t'_1 - t'_3)} = \frac{3,6 \cdot 606}{4,187 \cdot (70 - 53,3)} = 31,20, \text{ т/год, де:}$$

- на напірному трубопроводі $V_{\text{п max}} = \frac{G_{\text{ГВП max}}}{\rho} = \frac{31,20}{0,972} = 32,10 \text{ м}^3/\text{год};$

- на зворотній нитці тепломережі $V_{\text{з max}} = \frac{G_{\text{ГВП max}}}{\rho} = \frac{31,20}{0,983} = 31,74 \text{ м}^3/\text{год};$

Ж.Б. №10.9

$$G_{\text{ГВП max}} = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{ГВП max}}}{c \cdot (t'_1 - t'_3)} = \frac{3,6 \cdot 657}{4,187 \cdot (70 - 53,3)} = 33,83, \text{ т/год, де:}$$

						ПЗ		Арк.
								33
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата			

- на напірному трубопроводі $V_{\Pi \max} = \frac{G_{\text{ГВП} \max}}{\rho} = \frac{33,83}{0,972} = 34,80 \text{ м}^3/\text{год};$
- на зворотній нитці тепломережі $V_3 \max = \frac{G_{\text{ГВП} \max}}{\rho} = \frac{33,83}{0,983} = 34,42 \text{ м}^3/\text{год};$

Поза опалювальним сезоном

$$G_{\text{ГВП} \max} = \beta \cdot G_{\text{ГВП} \max}, \text{ т/год, де:}$$

$G_{\text{ГВП} \max}$ Розрахункова максимальна годинна витрата води на систему ГВП, т/год;

Коефіцієнт β , який відображає зменшення середньої витрати води на гаряче водопостачання у неопалювальний період, $\beta = 0,8$;

C — питома теплоємність води, прийнята як $4,187 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$.

Ж.Б.№10.8

$$G_{\text{ГВП} \max}^{\text{Л}} = \beta \cdot G_{\text{ГВП} \max} = 0,8 \cdot 44,79 = 35,83, \text{ т/год, де:}$$

- на напірному трубопроводі $V_{\Pi \max}^{\text{Л}} = \frac{G_{\text{ГВП} \max}^{\text{Л}}}{\rho} = \frac{35,83}{0,978} = 36,64 \text{ м}^3/\text{год};$
- на зворотній нитці тепломережі $V_3 \max^{\text{Л}} = \frac{G_{\text{ГВП} \max}^{\text{Л}}}{\rho} = \frac{35,83}{0,995} = 36,01 \text{ м}^3/\text{год}.$

Ж.Б. №10.7

$$G_{\text{ГВП} \max}^{\text{Л}} = \beta \cdot G_{\text{ГВП} \max} = 0,8 \cdot 31,20 = 24,96, \text{ т/год, де:}$$

- на напірному трубопроводі $V_{\Pi \max}^{\text{Л}} = \frac{G_{\text{ГВП} \max}^{\text{Л}}}{\rho} = \frac{24,96}{0,978} = 25,52 \text{ м}^3/\text{год};$
- на зворотній нитці тепломережі $V_3 \max^{\text{Л}} = \frac{G_{\text{ГВП} \max}^{\text{Л}}}{\rho} = \frac{24,96}{0,995} = 25,08 \text{ м}^3/\text{год}.$

Ж.Б. №10.9

						ПЗ		Арк.
								34
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата			

$$G_{ГВП\ max}^Л = \beta \cdot G_{ГВП\ max} = 0,8 \cdot 33,83 = 27,06, \text{ т/год, де:}$$

$$\text{- на напірному трубопроводі } V_{П\ max}^Л = \frac{G_{ГВП\ max}^Л}{\rho} = \frac{27,06}{0,978} = 27,67 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$\text{- на зворотній нитці тепломережі } V_{З\ max}^Л = \frac{G_{ГВП\ max}^Л}{\rho} = \frac{27,06}{0,995} = 27,20 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Сезонний період зміни температурних режимів

Проектна максимальна годинна витрата теплоносія для системи опалення

Ж.Б. №10.8

$$Q = Q \cdot \frac{t_{ВН} - t_{ЗОВН}}{t_{ВН} - t_{р.оп}} = 1330 \cdot \frac{20 - 8}{20 - (-22)} = 380,00 \text{ кВт}$$

$$G = \frac{3,6 \cdot Q}{C \cdot (t_1 - t_2)} = \frac{3,6 \cdot 380,00}{4,187 \cdot (70 - 53,3)} = 19,56 \text{ т/год, де:}$$

$$\text{- на напірному трубопроводі } V_{П\ max} = \frac{G}{\rho} = \frac{19,56}{0,978} = 20,0 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$\text{- на зворотній нитці тепломережі } V_{З\ max} = \frac{G}{\rho} = \frac{19,56}{0,987} = 19,18 \text{ м}^3/\text{год}$$

Ж.Б. №10.7

$$Q = Q \cdot \frac{t_{ВН} - t_{ЗОВН}}{t_{ВН} - t_{р.оп}} = 859 \cdot \frac{20 - 8}{20 - (-22)} = 245,43 \text{ кВт}$$

$$G = \frac{3,6 \cdot Q}{C \cdot (t_1 - t_2)} = \frac{3,6 \cdot 245,43}{4,187 \cdot (70 - 53,3)} = 12,64 \text{ т/год, де:}$$

$$\text{- на напірному трубопроводі } V_{П\ max} = \frac{G}{\rho} = \frac{12,64}{0,978} = 12,92 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$\text{- на зворотній нитці тепломережі } V_{З\ max} = \frac{G}{\rho} = \frac{12,64}{0,987} = 12,81 \text{ м}^3/\text{год}$$

Ж.Б. №10.9

$$Q = Q \cdot \frac{t_{ВН} - t_{ЗОВН}}{t_{ВН} - t_{р.оп}} = 944 \cdot \frac{20 - 8}{20 - (-22)} = 269,71 \text{ кВт}$$

$$G = \frac{3,6 \cdot Q}{C \cdot (t_1 - t_2)} = \frac{3,6 \cdot 269,71}{4,187 \cdot (70 - 53,3)} = 13,89 \text{ т/год, де:}$$

$$\text{- на напірному трубопроводі } V_{П\ max} = \frac{G}{\rho} = \frac{13,89}{0,978} = 14,20 \text{ м}^3/\text{год};$$

						ПЗ		Арк.
								35
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата			

Розрахунок здійснено на підставі вхідних даних щодо теплових навантажень споживачів, довжин ділянок, типу та діаметру трубопроводів, гідравлічних характеристик арматури, температурного графіка системи, щільності та в'язкості теплоносія. В усіх обчисленнях враховано питомі втрати тиску в прямому та зворотному трубопроводах, місцеві опори (арматура, відводи, трійники) та гідравлічний опір труб.

Для кожної ділянки тепломережі розраховано:

- витрату теплоносія (кг/год або т/год);
- внутрішній діаметр трубопроводів відповідно до діючих стандартів;
- швидкість руху теплоносія;
- лінійні втрати тиску;
- загальні втрати тиску по трасі (Па або м вод. ст.);
- вибір насосного обладнання за розрахунковим напором.

Результати гідравлічного розрахунку представлено у вигляді таблиць та графіків, побудованих безпосередньо в середовищі Excel. Застосування формул та функцій дало змогу забезпечити гнучкість обчислень, швидку перевірку альтернативних варіантів, а також інтеграцію з іншими розділами проекту.

Перевірка відповідності нормативним вимогам

У результаті виконаного розрахунку було встановлено, що:

- швидкість руху теплоносія в усіх ділянках мережі знаходиться в допустимих межах, відповідно до вимог ДБН В.2.5-39:2008 та інших чинних нормативів (не перевищує 1,5 м/с для сталевих труб і 2,0 м/с для полімерних труб);
- втрати тиску по трасі не перевищують допустимих значень, що забезпечує економічно доцільну експлуатацію насосного обладнання;

						ПЗ	Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата		37

Причина гідроудару полягає в інерційності рідини. Коли рухомий потік теплоносія різко зупиняється або змінює напрям, кінетична енергія маси теплоносія переходить у потенціальну енергію тиску. Згідно з рівнянням:

$$\Delta P = \rho \cdot a \cdot \Delta v$$

де:

- ΔP — надлишковий тиск, Па;
- ρ — густина теплоносія, кг/м³;
- a — швидкість поширення тиску (звуку в рідині), м/с;
- Δv — зміна швидкості потоку, м/с.

У водяних тепломережах значення a може досягати 1000–1300 м/с. Таким чином, навіть зміна швидкості потоку на 1 м/с може викликати тиск понад 1 МПа, що критично для трубопроводів із робочим тиском 0,6–1,6 МПа.

3. Типові ситуації, що спричиняють гідроудар:

- Аварійне відключення насосного агрегату.
- Раптове закриття засувки чи зворотного клапана.
- Пошкодження трубопроводу або зупинка циркуляції.
- Утворення та раптове вивільнення повітряної пробки.
- Вмикання резервного живлення або зміна схеми перетікання.

4. Наслідки гідравлічного удару в теплових мережах

- Пошкодження зварних і різьбових з'єднань.
- Розрив гумових ущільнень, прокладок, сальників.
- Порушення герметичності компенсаторів.
- Деформація трубопроводів і зміщення напрямних опор.

						ПЗ	Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата		39

- Засмоктування повітря в систему з подальшою кавітацією.
- Втрата керованості системою, потреба в аварійному відключенні.

5. Інженерні засоби та методи захисту

5.1 Плавний пуск і зупинка насосів

Застосування частотне-регульованих приводів (ЧРП) або пристроїв плавного пуску (Soft-Start) дозволяє:

- лінійно змінювати швидкість обертання ротора;
- уникати імпульсного тиску на трубопровід;
- регулювати дебіт відповідно до споживання.

У сучасних котельнях та ЦТП це обов'язковий елемент безпеки, особливо для потужностей від 100 кВт і вище.

5.2 Гідроаккумулятори / демпфери тиску

Встановлюються:

- у зоні підвищеного тиску або на виході з насосів;
- заповнюються стисненим азотом або повітрям;
- мають мембрану або поршень, що амортизує удар.

Типові моделі: Flamco, Reflex, Zilmet, Wates.

5.3 Обвідні (байпасні) лінії з регулюванням тиску

- Знижують тиск між прямим і зворотним трубопроводами.
- Можуть працювати в автоматичному або напівавтоматичному режимі.

						ПЗ		Арк.
						Зм.	Кільк.	Арк.
			№ док	Підпис	Дата			40

- ДБН В.2.5-39:2008 – Теплові мережі. Загальні положення.
- ISO 4413:2020 – Hydraulic fluid power — General rules and safety.
- EN 13480 – Metallic industrial piping (в частині міцності трубопроводів).

8. Аналітична оцінка впливу гідроудару (опційно)

Найбільш зручним і економічно доцільним способом забезпечення компенсації температурних подовжень на поворотах теплотраси є використання гнучких Г-подібних компенсаційних петель, так званих компенсаційних матів. Такі елементи формуються шляхом монтажу труби з певним резервом довжини під прямим кутом, утворюючи ділянку, яка здатна змінювати свою форму внаслідок температурного впливу.

Компенсаційна петля на повороті є елементом гнучкості системи, який дозволяє трубі прогинатися у площині повороту під дією температурного подовження основного (довгого) прямолінійного трубопроводу. Завдяки такому прогину виникають лише допустимі згинальні напруження, які не призводять до перевищення межі пружності сталі.

У випадку раціонального розташування таких компенсаційних ділянок відпадає потреба у застосуванні лінзових, сильфонних або інших дорогих типів компенсаторів. Це забезпечує економічність та простоту обслуговування теплової мережі.

Температурна деформація визначається за формулою:

$$\Delta L = \alpha \cdot L \cdot \Delta T$$

де:

- ΔL — абсолютне температурне подовження, м;
- α — коефіцієнт лінійного теплового розширення сталі (для сталі $\approx 12 \cdot 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$);
- L — довжина прямої ділянки трубопроводу, м;
- ΔT — температурна різниця між робочою і монтажною температурою, $^{\circ}\text{C}$, зазвичай $\Delta T = 85 - 10 = 75 \text{ } ^{\circ}\text{C}$

- $12 \cdot 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C}$);
- L — довжина прямої ділянки трубопроводу, м;
- ΔT — температурна різниця між робочою і монтажною температурою, $^\circ\text{C}$, зазвичай $\Delta T = 85 - 10 = 75 \text{ }^\circ\text{C}$

Розрахунок розмірів Г-подібної компенсаційної петлі проводиться з урахуванням допустимих згинальних напружень у металі труби. Згідно з методикою ДБН В.2.5-39:2008, довжина плеча компенсаційної петлі обчислюється за формулою:

$$1 = \sqrt[4]{((E \times d^3 \times \Delta L) / (2.65 \times \sigma \times \delta))}$$

де:

1 — довжина одного плеча компенсаційної петлі, м;

E — модуль пружності сталі ($\approx 2 \times 10^5$ МПа);

d — зовнішній діаметр труби, м;

 ΔL — температурне подовження, м;

σ — допустиме напруження, МПа;

δ — товщина стінки труби, м.

У практиці проектування, якщо розрахунок не виконується вручну, допускається використання нормативних табличних значень мінімальної довжини плеча петлі, які залежать від зовнішнього діаметра труби, довжини прямої ділянки та температурного режиму.

Поворотні компенсаційні петлі формуються шляхом:

- укладання труби з кутом 90° , із забезпеченням довжини плеча, що дозволяє деформацію в площині;
- встановлення напрямних опор до і після петлі — для забезпечення напрямку руху труби;
- розміщення закріпленої (нерухомої) опори у місці, де закінчується компенсаційна зона;
- у разі потреби — додаткового армування повороту (опорними рамами, роликами тощо).

• розміщення закріпленої (нерухомої) опори у місці, де закінчується компенсаційна зона; • у разі потреби — додаткового армування повороту (опорними рамами, роликами тощо).						ПЗ	Арк.
							44
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

Усі згинальні деформації в такій конструкції відбуваються в межах допустимих напружень при багаторазовому циклічному навантаженні.

Компенсаційні петлі та розрахунки деформацій трубопроводів виконуються згідно з вимогами таких нормативних документів:

- ДБН В.2.5-39:2008 – Теплові мережі. Проектування та будівництво.
- ДСТУ Б В.2.5-34:2007 – Інженерні системи. Загальні вимоги.
- ISO 15649, EN 13480 – Індустріальні металеві трубопроводи.

Переваги використання поворотних компенсаторів

- **Економічність:** не потребують закупівлі готових сильфонних компенсаторів.
- **Надійність:** відсутність рухомих елементів підвищує довговічність.
- **Простота монтажу та обслуговування:** стандартне зварювання, прості опори.
- **Енергоефективність:** забезпечують нормальну роботу трубопроводу без втрат на деформації.
- **Універсальність:** можуть застосовуватись для більшості типів прокладки — підземної та надземної.

Компенсаційні петлі (мати) на поворотах теплових мереж є ефективним конструктивним рішенням для сприйняття температурних деформацій трубопроводів. Завдяки простоті виготовлення, надійності та високій ефективності вони широко застосовуються у практиці проектування систем теплопостачання. Правильне проектування таких компенсаторів із урахуванням довжини плеча, типу опор та напрямку деформації забезпечує безпечну, довговічну та безаварійну експлуатацію теплових мереж.

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

ПЗ

Арк.

45

Розрахунок теплового подовження трубопроводу між нерухомими опорами
(температурний графік 85/65 °C)

Металеві трубопроводи, які застосовуються у теплових мережах для транспортування гарячої води або пари, зазнають значних температурних впливів. Під час експлуатації температура теплоносія значно перевищує температуру навколишнього середовища, в якій проводиться монтаж труб. Як наслідок, у процесі нагріву трубопровід зазнає лінійного подовження, величина якого прямо пропорційна довжині ділянки, коефіцієнту теплового розширення матеріалу та перепаду температур. У теплових мережах широко використовується графік температур 85/65 °C (вода на подачу – 85 °C, на звороті – 65 °C). Це типовий температурний режим для систем центрального опалення та гарячого водопостачання в умовах помірного клімату, зокрема в Україні. При монтажі трубопроводів зазвичай береться монтажна температура в межах +10...+20 °C, що дає значний температурний перепад, який обов'язково необхідно враховувати.

Якщо ділянка трубопроводу обмежена нерухомими (жорсткими) опорами, вона не має можливості вільно змінювати свою довжину. У такому випадку теплове розширення викликає внутрішні осьові напруження, які призводять до:

- втрати герметичності зварних з'єднань;
- деформації труб і їх зміщення;
- виходу з ладу фланцевих з'єднань і арматури;
- порушення цілісності теплової ізоляції;
- небезпечних аварійних ситуацій.

Саме тому на етапі проєктування теплової мережі обов'язково виконується розрахунок теплового подовження трубопроводів.

						ПЗ		Арк.
								46
						Зм.	Кільк.	Арк.
			№ док	Підпис	Дата			

Розрахунок теплового подовження виконується за класичною фізичною формулою:

$$\Delta L = \alpha \cdot L \cdot \Delta T$$

де:

- ΔL — величина подовження трубопроводу, м;
- α — коефіцієнт лінійного теплового розширення сталі (для сталі $\approx 12 \cdot 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C}$);
- L — довжина прямолінійної ділянки труби між нерухомими опорами, м;
- ΔT — різниця температур між температурою експлуатації та монтажу, $^\circ\text{C}$.

Нехай довжина прямолінійної ділянки трубопроводу становить 50 м. Температура експлуатації — 85°C , монтажна температура — 15°C .

$$\Delta T = 85 - 15 = 70^\circ\text{C}$$

$$\Delta L = 12 \cdot 10^{-6} \cdot 50 \cdot 70 = 0.042 \text{ м}$$

Отже, при температурному графіку $85/65^\circ\text{C}$ і монтажі трубопроводу при $+15^\circ\text{C}$, подовження сталевих труби довжиною 50 м становитиме 42 мм. Ця величина є критично важливою для врахування при проектуванні — зокрема, при розміщенні фіксованих опор, компенсаторів та напрямних елементів.

Розрахунок температурного подовження трубопроводів регламентується:

- ДБН В.2.5-39:2008 – «Теплові мережі. Проектування»;
- ДСТУ Б В.2.5-34:2007 – «Інженерне обладнання. Теплова ізоляція трубопроводів».

						ПЗ	Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата		47

У документах визначено нормативні параметри теплового подовження, допустимі напруження та способи компенсації деформацій. Використання компенсаторів (сильфонних, осьових, П- або Г-подібних петель) є обов'язковим при довжині ділянок трубопроводу понад допустимі межі без компенсації. Особливо важливо враховувати температурне подовження у надземних мережах, де труба має можливість вільно переміщатися у площині.

Урахування теплового подовження трубопроводів між нерухомими опорами — важливий аспект інженерного розрахунку теплових мереж. Незначні на перший погляд подовження (десятки міліметрів) можуть призводити до значних механічних проблем у мережі, якщо їх не компенсувати належним чином. Саме тому попередній розрахунок подовження і грамотне розміщення компенсаторів є запорукою довговічності, безаварійної роботи та енергоефективності всієї системи теплопостачання.

Вільні сильфонні компенсатори для теплових мереж

Вільні сильфонні компенсатори — це спеціальні пристрої, які призначені для компенсації осьових теплових деформацій трубопроводів за рахунок пружного розтягування або стиснення еластичного сильфона (гофрованої металеві оболонки).

Вони застосовуються у теплових мережах для:

- зменшення напружень у трубах через теплове розширення;
- захисту від механічних пошкоджень, що виникають при температурних деформаціях;
- підвищення довговічності системи.

						ПЗ		Арк.
								48
						Зм.	Кільк.	Арк.
						№ док	Підпис	Дата

- ΔT — різниця температур, °C.

Щоб компенсатор виконав свою функцію, його осьове подовження L_c має бути не менше ΔL :

$$L_c \geq \Delta L$$

Жорсткість сифонного компенсатора у осьовому напрямку — це сила, необхідна для осьового переміщення компенсатора на одиницю довжини (Н/м):

$$k = F / \delta$$

де:

- k — жорсткість компенсатора, Н/м;
- F — сила, що виникає при осьовому стисненні або розтягуванні, Н;
- δ — осьове зміщення компенсатора, м.

Жорсткість визначається виробником і залежить від типорозміру і матеріалу.

Важливі моменти монтажу

- Вільний сифонний компенсатор вимагає наявності напрямних опор, які забезпечують рух тільки в осьовому напрямку та запобігають боковим деформаціям.
- Монтаж повинен забезпечувати вільний ковзний рух компенсатора без зусиль, що викликають додаткові напруження.
- Потрібно враховувати можливість термічного подовження трубопроводу з обох сторін компенсатора.

Переваги вільних сифонних компенсаторів

- Висока ефективність поглинання осьових деформацій;

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

ПЗ				

Арк.
50

регулярні перевірки, навчання та інструктажі, організовують медичні огляди і тренінги з надання першої допомоги. Дотримання вимог охорони праці і техніки безпеки, визначених у чинних ДБН і ДСТУ, є запорукою безпечного і ефективного виконання будівельно-монтажних робіт, збереження здоров'я і життя працівників, а також забезпечення тривалої і безаварійної роботи систем теплопостачання.

2.8. Акти перевірки прихованих робіт

У процесі будівництва теплових мереж на об'єкті передбачено обов'язкове оформлення актів перевірки прихованих робіт. Такі акти є офіційними документами, що підтверджують відповідність виконаних монтажних операцій проектній, нормативній і технічній документації до моменту їх закриття будівельними або ізоляційними конструкціями. Згідно з вимогами нормативних документів (зокрема, ДБН В.2.5-39:2008, ДБН А.3.1-5:2016, ДСТУ-Н Б А.3.1-23:2013), перед закриттям траншей, каналів або камер, а також перед нанесенням теплоізоляційного шару, здійснюється контроль і фіксація виконаних робіт шляхом складання акту перевірки прихованих робіт.

Акт складається комісією, до складу якої входять представники замовника, підрядної організації, технічного нагляду, а при необхідності — також представники органів державного нагляду. Перевірці підлягають елементи теплових мереж, що будуть недоступними після завершення будівництва: зварні з'єднання, встановлення компенсаторів, опорних елементів, прокладання трубопроводів, монтаж арматури, вузлів обліку тощо. У ході огляду оцінюється якість виконання зварних робіт, відповідність типів та діаметрів трубопроводів проекту, правильність монтажу запірної арматури, дотримання відстаней до конструкцій згідно з нормами пожежної та експлуатаційної безпеки.

Результати перевірки фіксуються в акті, де зазначається перелік перевірених робіт, їх відповідність проекту, а також висновок щодо можливості

						ПЗ	Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата		53

подальшого закриття. У разі відсутності зауважень, комісія надає дозвіл на подальше виконання робіт, зокрема — ізоляцію трубопроводів, зворотну засипку траншей, бетонування тощо.

Акти перевірки прихованих робіт зберігаються у складі виконавчої документації об'єкта та є необхідним елементом для подальшого введення системи в експлуатацію. Їх оформлення є обов'язковим відповідно до чинного законодавства України та регламентується положеннями будівельних норм. Наявність таких актів свідчить про технічну справність системи, контроль на всіх етапах будівництва і відповідає загальним принципам безпечної та якісної реалізації інженерних мереж.

2.9. Постачання, транспортування та вимоги до систем тепlopостачання

Процес будівництва, реконструкції та експлуатації теплових мереж передбачає чітко організовану систему логістики, а також дотримання комплексу загально технічних і нормативних вимог. Логістика в цьому контексті охоплює усі етапи забезпечення об'єкта необхідними матеріалами, обладнанням, транспортом, а також організацію постачання, складування, переміщення та монтажу трубопровідної продукції, арматури, ізоляційних матеріалів та супутніх елементів. Ефективне логістичне управління дозволяє мінімізувати строки будівництва, скоротити витрати, уникнути простоїв та забезпечити безперервність монтажних робіт.

Основні вимоги до організації логістичних процесів при прокладанні теплових мереж включають:

- Раціональне планування постачань труб, фасонних частин, арматури, компенсаторів, опор та ізоляційних матеріалів з урахуванням графіка монтажу;
- Вибір постачальників, які мають сертифіковану продукцію згідно з чинними стандартами (ДСТУ, EN, ISO);

- Організацію тимчасових складів з твердим покриттям та умовами для зберігання теплоізоляційних матеріалів (захист від вологи, прямих сонячних променів тощо);
- Контроль якості продукції при прийманні, включаючи вхідний огляд труб і зварювальних матеріалів, перевірку маркування, наявності сертифікатів відповідності, паспортів та технічних характеристик;
- Використання спеціалізованого транспорту і вантажопідйомної техніки для доставки труб великого діаметру та важкого обладнання з урахуванням вантажних габаритів, стану під'їзних шляхів та умов майданчика.

Загальні вимоги до теплових мереж визначаються нормативною базою України, зокрема ДБН В.2.5-39:2008 «Теплові мережі», ДСТУ Б В.2.5-34:2007 «Теплова ізоляція трубопроводів», ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека», а також іншими технічними регламентами. Відповідно до цих документів, до теплових мереж висуваються наступні основні вимоги:

1. Надійність та довговічність – проектні рішення повинні забезпечувати безаварійну роботу трубопроводів протягом нормативного строку служби (не менше 25–30 років для сталевих мереж зі якісним захистом).
2. Гідравлічна ефективність – внутрішній діаметр трубопроводів, втрати напору, розрахункові витрати теплоносія визначаються шляхом гідравлічного розрахунку відповідно до умов теплопостачання.
3. Теплотехнічна ефективність – теплові втрати мають бути мінімізовані шляхом застосування сучасних ізоляційних систем, які відповідають вимогам ДСТУ та забезпечують тепловий опір конструкцій на необхідному рівні.
4. Безпека експлуатації – трубопроводи мають бути надійно захищені від гідравлічних ударів, температурних деформацій, механічних

						ПЗ		Арк.
								55
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата			

пошкоджень та корозії. Використовуються компенсатори, сильфонні вставки, підпружинені опори тощо.

5. Ремонтопридатність та доступність – теплові мережі мають проектуватися з урахуванням можливості доступу до камер, з'єднань, арматури для планового обслуговування, випробувань та аварійного ремонту.
6. Енергоефективність – системи мають бути оптимізовані за витратами енергії на транспортування теплоносія, з урахуванням мінімізації витрат на експлуатацію насосного обладнання та ізоляційних втрат.
7. Екологічність – при проектуванні враховуються вимоги щодо охорони навколишнього середовища, недопущення втрат теплоносія, викидів у ґрунт, порушень санітарних зон.

Також важливими є вимоги до прокладання: вибір типу (канальне, безканальне, надземне), глибини закладання, врахування рівня ґрунтових вод, перетину з іншими мережами. Особливої уваги потребує облік температурних подовжень труб та застосування компенсаційних пристроїв, згідно з формулами теплового подовження та нормативними таблицями.

Таким чином, логістика та загальні вимоги до теплових мереж становлять фундамент якісного, безпечного і довговічного функціонування системи тепlopостачання. Раціональна організація матеріальних потоків, дотримання нормативних вимог та інтеграція сучасних технічних рішень забезпечують ефективне впровадження проєктів у сфері енергетичної інфраструктури.

2.10. Охорона навколишнього середовища при будівництві та експлуатації теплових мереж

Під час проектування, будівництва та експлуатації теплових мереж важливе місце займає дотримання вимог охорони навколишнього природного середовища. Згідно з положеннями Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища», а також екологічних норм,

теплових мереж

Під час проектування, будівництва та експлуатації теплових мереж важливе місце займає дотримання вимог охорони навколишнього природного середовища. Згідно з положеннями Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища», а також екологічних норм,

викладених у ДБН А.2.2-1-2003, ДБН В.2.5-39:2008 та ДСТУ ISO 14001, діяльність, пов'язана з будівництвом і функціонуванням тепломереж, не повинна призводити до забруднення ґрунтів, водних ресурсів, атмосферного повітря та деградації природних екосистем.

У процесі будівництва основними екологічними чинниками є: порушення ґрунтового покриву при розробці траншей, ризик потрапляння нафтопродуктів чи будівельних матеріалів у ґрунт або воду, підвищення запиленості повітря, шумове навантаження, забруднення побутовими та будівельними відходами. З метою запобігання негативному впливу передбачаються такі заходи:

- зберігання будівельних матеріалів та ПММ виключно у визначених і герметичних зонах;
- влаштування тимчасових захисних бар'єрів (плівкові покриття, лотки) для запобігання стіканню розчинів, ґрунтів, бітумних сумішей у дощову каналізацію чи водойми;
- ущільнення та рекультивація ґрунту після завершення будівництва;
- організоване збирання та вивіз будівельного сміття відповідно до вимог ДСТУ 3587;
- зниження рівня шуму за рахунок використання механізмів у справному стані в денний час доби, а також акустичне огороження в межах населених пунктів.

На етапі експлуатації теплових мереж ключовим завданням є запобігання втратам теплоносія, його витоку в навколишнє середовище, руйнуванню ізоляційного шару та виникненню аварійних ситуацій. Для цього застосовується сучасна попередньо ізольована продукція (ПІТ), що відповідає вимогам ДСТУ Б В.2.5-34:2007, а також виконується регулярний технічний контроль стану трубопроводів, камер, компенсаторів.

Особливу увагу приділяють запобігання витоку хімічно активних речовин, які можуть входити до складу антикорозійних покриттів або

						ПЗ		Арк.
								57
						Зм.	Кільк.	Арк.
			№ док	Підпис	Дата			

теплоносія в закритих системах. У разі використання хімічно стабілізованої води з добавками (інгібіторами корозії, антипінними тощо) її облік та дозування повинні відповідати вимогам екологічної безпеки.

У разі демонтажу або реконструкції старих ділянок тепломереж проводиться обов'язкове очищення трубопроводів від залишків забрудненого теплоносія, з подальшим вивозом промивної рідини на спеціалізовані підприємства, які мають дозвіл на поводження з рідкими відходами.

Важливим є дотримання нормативних розривів між тепловими мережами та елементами навколишнього середовища: деревами, насадженнями, водними об'єктами, що встановлюється згідно з ДБН Б.2.2-12:2019. Проектування має передбачати мінімальне втручання у природні ландшафти, особливо в охоронних, прибережних та рекреаційних зонах.

Крім того, відповідно до вимог екологічного законодавства, при масштабному будівництві або проходженні тепломереж через території, що мають статус охоронних чи цінних природних об'єктів, необхідне проведення оцінки впливу на довкілля (ОВД) згідно з Законом України «Про оцінку впливу на довкілля» №2059-VIII.

Таким чином, екологічний супровід усіх етапів – від проектування до експлуатації теплових мереж – є обов'язковою складовою сучасного підходу до проектів теплопостачання. Його реалізація сприяє мінімізації негативного впливу на довкілля, збереженню природних ресурсів, покращенню якості життя населення та досягненню принципів сталого розвитку.

2.11. Монтажні роботи теплових мереж

Монтаж теплових мереж із трубопроводами діаметром Ду40, Ду150, Ду200 передбачає застосування вантажопідіймальної техніки для переміщення та встановлення труб, фасонних частин, арматури та елементів камер. У якості основного монтажного обладнання використовується автокран КС-45717К-

						ПЗ		Арк.
								58
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата			

ЗР, який є стріловим самохідним краном на базі шасі автомобіля КамАЗ або аналогічного вантажного автомобіля підвищеної прохідності.

Кран КС-45717К-ЗР забезпечує:

- вантажопідіймальність до **25 тон**;
- максимальний виліт стріли — **21 м**;
- можливість роботи з трубами довжиною до **12 м** та масою до **5–6 т** без додаткової опори;
- точне позиціонування труб у траншеї або на опорах при надземному прокладанні.

Застосування крана регламентується вимогами **ДБН В.2.8-10:2001** «Техніка безпеки у будівництві. Вантажопідіймальні крани» та **ДСТУ EN 13000:2016** «Мобільні крани. Вимоги безпеки». Усі вантажопідіймальні операції виконуються відповідно до **проекту виконання робіт (ПВР)**, із дотриманням зон безпеки, нормативних навантажень на ґрунт та стійкості під час роботи.

Перед початком робіт:

- проводиться перевірка технічного стану крану;
- оформлюється наряд-допуск;
- організовується зона дії крана з відповідним огороженням;
- здійснюється інструктаж робітників на об'єкті;
- кран встановлюється на вивірену горизонтальну площадку з урахуванням несучої здатності ґрунту.

Під час монтажу трубопроводів кран КС-45717К-ЗР виконує:

- розвантаження та подачу труб із транспортного засобу;
- опускання труб у траншею (або підйом на опори у разі надземного прокладання);
- підтримку труб під час зварювання та стикування;
- монтаж арматури, люків, компенсаторів, теплових камер;

Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата

ПЗ				

Арк.
59

- встановлення захисних кожухів і сталевих обшивок на ізоляцію.

Кран може експлуатуватися при температурі від $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$, на ухилах місцевості до 5° , із врахуванням вітрових навантажень (до 10 м/с на висоті 10 м). Усі операції виконуються сертифікованим крановим машиністом, відповідно до **Правил охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів (НПАОП 0.00-1.01-07)**.

2.12. Випробування трубопроводів

Після завершення монтажу та ізоляції трубопроводів теплових мереж виконується обов'язкове гідравлічне випробування на міцність і щільність згідно з вимогами **ДСТУ-Н Б В.2.5-40:2009** та **ДБН В.2.5-39:2008**. Метою випробування є перевірка герметичності зварних з'єднань, якості арматури, а також здатності системи витримувати тиск, що перевищує робочий.

Гідравлічне випробування проводиться водою при температурі не нижче $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$, із заповненням трубопроводу поступово, уникаючи утворення повітряних пробок. Випробувальний тиск становить **1,25–1,5** від розрахункового робочого тиску системи, але не менше ніж **1,6 МПа** — для магістральних трубопроводів. Тиск підтримується протягом **10–30 хвилин** із контролем за манометрами, візуальною перевіркою стиків та оглядом арматури.

Випробування вважається успішним, якщо протягом усього періоду не зафіксовано падіння тиску понад допустимі межі, немає ознак витoku, вологи чи деформацій. За результатами складається відповідний **акт гідравлічного випробування**, що додається до виконавчої документації.

У випадку теплових мереж з попередньо ізольованими трубами, додатково передбачено перевірку **сигнального кабелю** на обрив або коротке замикання, що виконується спеціальним тестером.

2.13. Зварювальні роботи та контроль якості теплових мереж

Після зварювання трубопроводів кожен шов підлягає обов'язковому контролю якості, що включає візуальний огляд та неруйнівний контроль

						ПЗ	Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата		60

Монтаж трубопроводів теплових мереж здійснюється відповідно до технології, передбаченої проектом виконання робіт, а також із урахуванням вимог ДБН В.2.6-135:2010 «Конструкції будинків і споруд. Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу» та ДСТУ-Н Б В.2.5-66:2012 «Настанова з будівництва, монтажу та контролю якості теплових мереж». Роботи включають розвантаження, розкладку, точне позиціонування та з'єднання сталевих трубопроводів згідно з проектною документацією.

2.14. Протипожежні заходи теплових мереж

Для запобігання займання утеплювальних матеріалів застосовується негорюча або само загасаюча теплоізоляція, а металеві поверхні піддаються фарбуванню вогнетривкими складами. Під час монтажних і ремонтних робіт

тепловими трубопроводами та будівлями, обладнання пожежними розривами та ізоляційними матеріалами з негорючих або важко займистих властивостей.

Для запобігання займання утеплювальних матеріалів застосовується негорюча або само загасаюча теплоізоляція, а металеві поверхні піддаються фарбуванню вогнетривкими складами. Під час монтажних і ремонтних робіт

						ПЗ	Арк.
							61
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

суворо дотримуються правил пожежної безпеки, зокрема заборонено проводити відкритий вогонь у безпосередній близькості до трубопроводів.

Теплові камери, колодязі та насосні станції обладнуються первинними засобами пожежогасіння (вогнегасниками, пожежними кранами), системами аварійної сигналізації та автоматичним відключенням у разі виявлення пожежі. Регулярно проводиться інструктаж персоналу щодо заходів пожежної безпеки та планів евакуації.

2.15. Очищення та промивка трубопроводів теплових мереж

Очищення та промивка трубопроводів є важливим етапом підготовки теплових мереж до експлуатації, що виконується відповідно до вимог ДБН В.2.5-39:2008 та ДСТУ-Н Б В.2.5-66:2012. Ці роботи здійснюють перед введенням системи в дію, після монтажу, ремонту або тривалої консервації для забезпечення безперебійної та ефективної роботи тепломережі.

Процес очищення включає механічне видалення з внутрішніх поверхонь трубопроводів шлаку, іржі, пилу, залишків будівельних матеріалів та інших забруднень, які можуть погіршувати гідравлічні характеристики та призводити до прискореної корозії. Механічне очищення може виконуватися за допомогою спеціального обладнання — ерліфтів, піскоструминних установок або скребків.

Промивка трубопроводів здійснюється водою або теплоносієм під контрольованим тиском і швидкістю потоку, що сприяє змиванню та видаленню залишкових забруднень. При необхідності застосовують хімічні реагенти для розчинення накипу, окалини та корозійних відкладень, що особливо актуально для мереж з тривалою експлуатацією або після ремонту.

Контроль якості промивки проводиться шляхом аналізу чистоти зливної рідини, а також, за можливості, візуальним оглядом через оглядові люки або за допомогою приладів. Відповідне оформлення результатів очищення і промивки включається до технічної документації.

						ПЗ		Арк.
								62
						Зм.	Кільк.	Арк.
			№ док	Підпис	Дата			

Дотримання цих заходів забезпечує нормальний гідравлічний режим у системі, знижує ризик утворення корозійних процесів і подовжує строк служби теплових мереж.

2.16. Аварійна сигналізація теплових мереж

Аварійна сигналізація є ключовим елементом системи безпеки теплових мереж, що забезпечує своєчасне виявлення аварійних ситуацій та оперативне інформування відповідальних осіб про небезпечні відхилення технологічних параметрів. Впровадження таких систем має на меті мінімізацію ризиків пошкоджень трубопроводів, зменшення аварійних втрат, підвищення надійності та безпеки експлуатації теплових систем.

Основні функції системи аварійної сигналізації

Система призначена для автоматичного моніторингу критичних параметрів теплоносія та обладнання, таких як:

- тиск у трубопроводах;
- температура теплоносія;
- наявність витоків теплоносія;
- цілісність ізоляції труб;
- робота насосного обладнання та арматури.

При виході параметрів за встановлені межі система формує аварійні сигнали, які передаються на диспетчерські пункти, пульти управління та місцеві системи оповіщення (звукові сирени, світлові індикатори). Це забезпечує швидку локалізацію аварії та оперативне початок заходів з її усунення.

Структура системи аварійної сигналізації

До складу системи входять:

- **Датчики контролю параметрів** — безперервно вимірюють температуру, тиск, виток, вологість та інші показники. Для виявлення

						ПЗ	Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата		63

витоків часто застосовуються датчики вологості та спеціальні сенсори, встановлені у колодязях, камерах і вздовж трас трубопроводів.

- **Контролери та обробні пристрої** — аналізують сигнали в реальному часі, порівнюють з нормативами та активують аварійну сигналізацію за потреби.
- **Інтерфейси оповіщення** — звукові і світлові індикатори, а також диспетчерські пульти із відображенням стану мережі.
- **Комунікаційні засоби** — передають аварійні повідомлення на пульти керування або центральні диспетчерські служби через дротові лінії, радіоканали, GSM або Інтернет.

Автоматизована система контролю вологості ізоляції Nordic

Для здійснення постійного моніторингу стану ізоляційного шару попередньо ізольованих трубопроводів у системах тепlopостачання застосовується автоматизована система контролю вологості типу Nordic. Вона забезпечує оперативне виявлення порушень герметичності ізоляції завдяки інтегрованим сигнальним провідникам, розташованим у структурі пінополіуретанового шару теплоізоляції.

Принцип роботи полягає в аналізі електричних характеристик сигнальних кабелів, що дозволяє з точністю до 1 % визначити місце можливого проникнення вологи. Це сприяє своєчасному усуненню дефектів і запобігає розвитку корозії сталевих труб.

Кожна ділянка обладнана двома провідниками:

- **Контрольний** — луджений провід, який реєструє зміни електричного опору через наявність вологи;
- **Інформаційний** — мідний дріт, що передає сигнали до центрального блоку аналізу DU4-2000 RU.

опору через наявність вологи; • Інформаційний — мідний дріт, що передає сигнали до центрального блоку аналізу DU4-2000 RU.							
						ПЗ	Арк.
							64
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

Обробка даних здійснюється централізовано. Система підтримує підключення до чотирьох незалежних зон довжиною до 2 км кожна, з періодичністю перевірки раз на годину, що гарантує оперативну реакцію на позаштатні ситуації.

Інформація відображається на індикаторах: зелений — нормальний стан, червоний — несправність (вологість, обрив, коротке замикання), а також на інформаційному табло із деталізацією зони та типу несправності.

Монтаж сигнальних кабелів виконується відповідно до проектних рішень з урахуванням зовнішніх факторів (механічні навантаження, вібрація, вологість, температурні коливання). Для захисту кабелів використовуються гофровані трубки, метало рукави, кабель-канали та надійні фіксатори, які запобігають пошкодженням і ослабленню кріплень.

Нормативні вимоги та експлуатаційні переваги

Системи аварійної сигналізації та контролю вологості повинні відповідати вимогам:

- ДБН В.2.5-39:2008 «Теплові мережі. Загальні технічні умови»;
- ДСТУ-Н Б В.2.5-66:2012 «Настанова з будівництва, монтажу та контролю якості теплових мереж»;
- Правилам пожежної безпеки та охорони праці.

Впровадження таких систем підвищує технічний рівень обслуговування тепломереж, знижує кількість аварій, скорочує витрати на ремонт та подовжує термін безаварійної експлуатації трубопроводів.

2.17. Будівельні конструкції теплових камер

Будівельна частина теплової камери є одним із ключових елементів інженерної інфраструктури теплових мереж і призначена для розміщення трубопроводів систем гарячого водопостачання, опалення та допоміжного

						ПЗ	Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата		65

обладнання, що забезпечує регулювання, облік та контроль параметрів теплоносія. Камера повинна гарантувати надійний захист інженерних систем від зовнішніх впливів, таких як атмосферні опади, пил, механічні навантаження, а також створювати безпечні умови для монтажу, експлуатації, огляду та ремонту трубопроводів і обладнання. Залежно від умов експлуатації, теплові камери можуть бути виконані як капітальні монолітні або збірні залізобетонні конструкції, рідше — із цегли або металоконструкцій з утепленням, що відповідають вимогам міцності, довговічності, герметичності та корозійної стійкості.

Корпус камери, як правило, виготовляється з бетону класу не нижче В25 з армуванням арматурою класу А400, що забезпечує достатню міцність та стійкість до експлуатаційних навантажень. Фундамент під камеру розраховується з урахуванням типу ґрунту та розподілу навантажень і виконується з армованого бетону, що запобігає осіданням та перекосам конструкції. Перекриття теплової камери може бути плоским або скатним, виготовляється із залізобетону або металу з утепленням і призначене для захисту від атмосферних опадів, пилу та інших зовнішніх впливів. Для забезпечення доступу до внутрішніх елементів камери передбачаються металеві двері, люки або кришки, які оснащуються засобами фіксації, замками та утепленням для попередження промерзання і проникнення вологи.

Однією з найважливіших складових будівельної частини теплової камери є отвори, які забезпечують проходження трубопроводів, вентиляції, а також прокладання кабелів і приладів автоматики. Відкриття для трубопроводів виконуються відповідно до діаметрів труб із урахуванням зовнішньої теплоізоляції і технологічних зазорів, які зазвичай становлять не менше 30–50 мм з кожного боку для монтажу та технічного обслуговування. Отвори можуть бути круглими або овальними залежно від типу трубопроводу і місця монтажу.

						ПЗ	Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата		66

Технічні отвори для кабельних вводів, трубок сигналізації, датчиків та іншого обладнання також враховуються на етапі проектування. Вони оснащуються спеціальними ущільнювачами, які забезпечують герметичність і захист від агресивного середовища, а також електромагнітні перешкоди. Відстані між отворами та їхні розміри повинні забезпечувати можливість монтажу обладнання, доступ для обслуговування та подальшої модернізації системи.

До основних технічних вимог щодо отворів у теплових камерах належать точність виконання відповідно до проектної документації, забезпечення герметичності і надійного ущільнення, стійкість матеріалів ущільнювачів до температурних коливань та хімічно активних середовищ, а також дотримання відстаней між отворами для запобігання механічним пошкодженням трубопроводів і теплоізоляції. Усі металеві конструкції в камерах підлягають обов'язковому антикорозійному захисту шляхом оцинковування або фарбування спеціальними довговічними фарбами.

Будівельна частина теплової камери повинна відповідати нормативам і стандартам, зокрема ДБН В.2.5-39:2008 «Теплові мережі. Проектування», ДБН В.2.5-14-2008 «Інженерне обладнання будинків і споруд», ДСТУ Б В.2.5-

камерах підлягають обов'язковому антикорозійному захисту шляхом оцинковування або фарбування спеціальними довговічними фарбами.

Будівельна частина теплової камери повинна відповідати нормативам і стандартам, зокрема ДБН В.2.5-39:2008 «Теплові мережі. Проектування», ДБН В.2.5-14-2008 «Інженерне обладнання будинків і споруд», ДСТУ Б В.2.5-

						ПЗ	Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата		67

34:2007 «Інженерне обладнання. Теплова ізоляція трубопроводів», а також вимогам пожежної безпеки згідно з ДБН В.1.1-7:2016. Дотримання цих норм гарантує надійну, безпечну та довговічну експлуатацію теплової камери в комплексі теплових мереж.

Важливим аспектом є забезпечення безпеки обслуговуючого персоналу: конструкція камери повинна запобігати травмам, мати належну вентиляцію, наявність дренажних систем для видалення конденсату, а також засоби фіксації люків і дверей у відкритому положенні. Електрообладнання та автоматика, розміщені в камері, повинні бути захищені від вологи, пилу і механічних пошкоджень.

У підсумку, будівельна частина теплової камери є комплексною інженерною системою, що включає міцну, довговічну конструкцію, точне виконання отворів для трубопроводів і вентиляції, надійні засоби доступу, а також відповідає вимогам експлуатаційної безпеки та нормативної документації. Правильне проектування і виконання цієї частини забезпечує ефективну і безаварійну роботу всієї теплової мережі, тривалий термін служби обладнання та комфортні умови для технічного персоналу.

						ПЗ	Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата		68

Висновки

У ході виконання проектно-розрахункових робіт з теплопостачання групи житлових будинків у місті Києві було здійснено комплексний аналіз і розробку основних елементів теплової мережі, що забезпечують ефективне та надійне теплопостачання.

Для трубопроводів теплових мереж було обрано попередньо ізольовані труби ПІТ із зовнішнім діаметром 315 мм та товщиною стінки 6 мм, а також 150 мм діаметру з товщиною 4,5 мм виробництва компанії «Енергобудпостач». Вибір саме цих труб обумовлений їхніми високими експлуатаційними характеристиками, зокрема міцністю, стійкістю до корозії та теплоізоляційними властивостями, що дозволяє значно зменшити теплові втрати під час транспортування теплоносія до споживачів.

Особливу увагу приділено трубопроводам від дахової котельні, для яких використано сталеві попередньо ізольовані труби ПІТ діаметром 219 мм із товщиною стінки 6 мм і 159 мм із товщиною 4,5 мм того ж виробника. Ці труби мають підвищену корозійну стійкість та надійний теплоізоляційний шар, що забезпечує мінімальні теплові втрати в умовах зовнішнього середовища та значних температурних коливань. Конструкція ізоляції з поліуретану та захисним поліетиленовим покриттям гарантує довговічність експлуатації та зменшує витрати на ремонтні роботи, що є важливим фактором для мереж дахових котельнь, які працюють під відкритим небом.

Порівняно з централізованою міською мережею, теплові мережі від дахової котельні мають ряд суттєвих переваг. По-перше, локальне джерело тепла дозволяє зменшити втрати енергії при транспортуванні, оскільки теплоносії подається безпосередньо до споживачів на невеликі відстані. Це підвищує загальну енергоефективність системи. По-друге, дахова

						ПЗ	Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата		69

котельня забезпечує більшу автономність, що знижує залежність від міських тепломереж і мінімізує ризики відключень у разі аварій або планових ремонтів. По-третє, система від дахової котельні дозволяє гнучке регулювати теплові потоки відповідно до потреб конкретної групи будинків, що забезпечує комфортні умови для мешканців та оптимізує споживання енергоресурсів.

Для підвищення безпеки експлуатації теплових мереж впроваджено систему аварійної сигналізації на базі обладнання компанії «Онікс». Ця система забезпечує оперативне виявлення аварійних ситуацій, таких як витoki теплоносія, порушення цілісності трубопроводів або непередбачені гідравлічні перевантаження, що дозволяє мінімізувати можливі збитки та звести до мінімуму час реагування ремонтних служб.

Розроблено повздовжній профіль теплових мереж, що відображає рельєф місцевості та дозволяє оптимізувати трасування трубопроводів із урахуванням висотних перепадів. Це особливо важливо для забезпечення правильного гідравлічного режиму та запобігання виникненню гідравлічних ударів чи застоїв у системі.

У проекті також передбачено будівництво теплових камер типів ВТ-1 та ВТ-2, розміром відповідно $3 \times 3 \times 2,1$ м і $2,4 \times 1,8 \times 2,1$ м, які слугуватимуть вузлами доступу до мережі для проведення ремонтних та регламентних робіт. Аналогічно, розроблено дренажні колодязі типів ДК-1 та ДК-2 висотою 3,64 м, призначені для збору та відведення конденсату та інших технологічних стоків, що забезпечує безперебійну і безпечну експлуатацію мережі.

Для розрахунку гідравлічних параметрів теплових мереж застосовано програмне забезпечення Excel, що дозволило врахувати усі необхідні характеристики системи, такі як довжина труб, діаметри, швидкість руху теплоносія, втрати напору та інші параметри. Цей

						ПЗ		Арк.
								70
						Зм.	Кільк.	Арк.
			№ док	Підпис	Дата			

розрахунок став підґрунтям для вибору насосного обладнання, арматури та систем автоматичного регулювання.

В якості запірної арматури використано засувки фірми TEMPER, які відзначаються надійністю, довговічністю та можливістю герметичного перекриття потоку теплоносія. Застосування якісної арматури є ключовим для забезпечення контролю режимів роботи мережі та безпечної її експлуатації.

Таким чином, виконані інженерні рішення забезпечують ефективне, надійне та безпечне теплопостачання житлових будинків з урахуванням сучасних вимог до енергозбереження та екологічної безпеки. Застосування високоякісних матеріалів та обладнання, а також проведення комплексних розрахунків гарантують довговічність мережі та оптимальні умови експлуатації. Впроваджені системи контролю і сигналізації дозволяють своєчасно виявляти та ліквідовувати аварійні ситуації, що суттєво підвищує рівень експлуатаційної надійності системи теплопостачання в цілому.

Подальший розвиток системи теплопостачання може бути спрямований на впровадження інтелектуальних систем автоматизації, дистанційного моніторингу та енергоефективних технологій, що дозволить підвищити комфорт та безпеку мешканців, а також знизити експлуатаційні витрати.

[illegible]

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ ТА НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ, НА ЯКІ ПОСИЛАЮТЬСЯ

1. ДБН В.2.5-39:2008. «Теплові мережі».=
2. Санітарні правила і норми ДСанПіН 2.2.4-171-10. Гігієнічні вимоги до атмосферного повітря населених місць.
3. ХУДЕНКО, Анатолій Андрійович; КИРИЧЕНКО, Михайло Анатолійович. Методика розрахунку електричних повітрянагрівачів електрокалориферів з ТЕН. Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання, 2001, 3: 43-49.
4. ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування та забудова територій»;
5. ДБН В.2.5-56-2014 «Системи протипожежного захисту
6. Podenezhko, Y., Kirichenko, M., & Chepurnyi, N. C. V. Study of Heating Devices Based on a First-Order Phase Transition. VENTYLIATSIIA, OSVITLENNIA TA TEPLOHAZOPOSTACHANNIA, 70.
7. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія».
8. Правила пожежної безпеки України.
9. Довідник з опалення, вентиляції та теплогазопостачання / За ред. проф. В.І. Сидоренка. – К.: Вища школа, 2009.
10. ДСТУ Б А.2.4-4:2009 “Система проектної документації для будівництва”;
11. Теплові мережі: Підручник / М.В. Малік, В.І. Сафронов. – К.: Либідь, 2011.
12. О.В. Гвоздецький , В.І. Романтовський, І.І. Уланченко. Методичні вказівки до курсового проекту «Гаряче водопостачання та тепловий пункт жилого будинку».- Харків: ХНУБА, 2015.- 88с.
13. Боженко М.Ф. Джерела теплопостачання та споживачі тепла. Методичні вказівки -. К.: НТУУ «КПІ», ТЕФ. 2008.-64с.

						ПЗ	Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата		72

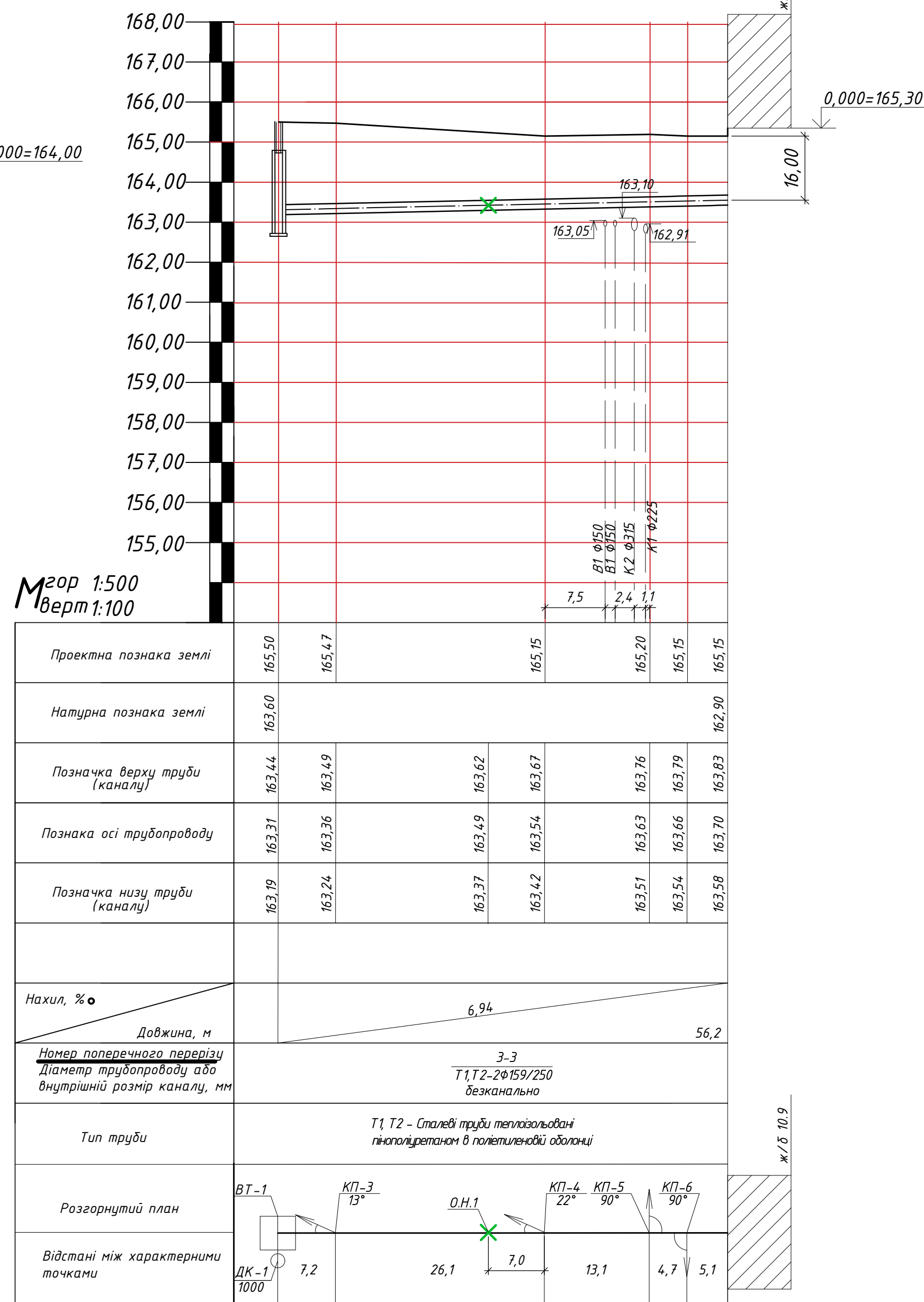
14. Малявина О. М. Теплопостачання : конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної і заочної форм навчання зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, освітньо-професійна програма «Теплогазопостачання і вентиляція» / О. М. Малявіна, В. А. Міланко; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2023. – 147 с.
15. Боженко М.Ф. Джерела теплопостачання та споживачі тепла / М.Ф. Боженко, В.П. Салко. К.: ІВЦ «Видавництво Політехніка» , 2004.- 192с.
16. Єнін П.М., Швачко Н.А. Є 63 Теплопостачання (частина І “Теплові мережі та споруди”). Навчальний посібник. – К.: Кондор, 2007, – 244 с.
17. Гідравлічні розрахунки теплових мереж / О.М. Кузнєцов. – Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2016
18. Методика розрахунку та встановлення обмежувальних пристроїв у системах теплопостачання. ПАТ «КИЇВЕНЕРГО», Київ-2014 р.
19. НПАОП 0.00-1.81-18.«Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском»;
20. Правила будови і безпечної експлуатації трубопроводів пари та гарячої води.
21. ДБН В.2.5-64:2012 «Теплопостачання» — Державні будівельні норми України. Основні вимоги до систем теплопостачання житлових і громадських будівель.
22. Гаврилюк І.І., Коваленко В.П. «Теплопостачання житлових будинків» — Навчальний посібник. Київ, 2015.
23. Ковальчук О.М. «Теплотехніка та теплопостачання» — Підручник. Львів, 2018.

						ПЗ	Арк.
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата		73

24. Теплопостачання будинків. Теорія і практика» / За ред. О.В. Петрова
— К.: Наукова думка, 2019.
25. Савченко В.В. «Проектування систем теплопостачання та вентиляції»
— Монографія. Харків, 2017.

						ПЗ	Арк.
							74
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док	Підпис	Дата		

Формат	Копіював	Зам. інв. №	Погоджено:
інв. № ор.	Підпис і дата		



Відомості деталей	
Поз.	Ескіз
3	

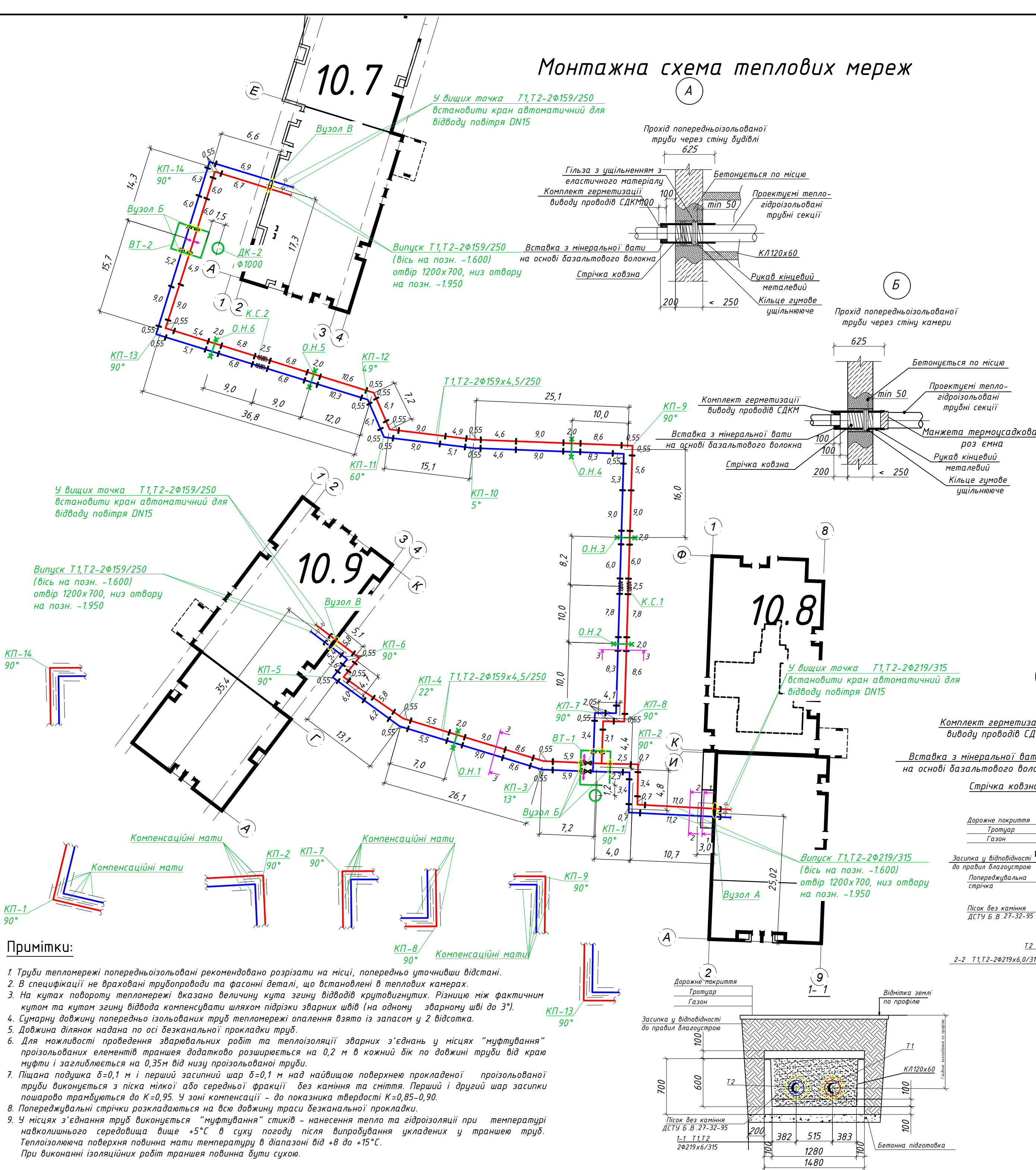
Найменування з'єднання			Фланець поз. 1 ДСТУ ISO 70005-1:2005				Прокладка ізолююча поз. 2				Шайба ізолююча поз. 3				Втулка ізолююча поз. 4				Болт поз. 5 ДСТУ EN ISO 4014:2022			Гайка поз. 6 ДСТУ 5915		Шайба поз. 7 ДСТУ 22355:2008			
Матеріал			Ст3пс ДСТУ 2651:2005				Пароніт ПОН-2																				
Ду, мм	Рч, МПа	Ваг, ваг	D1, мм	S1, мм	кільк.	D2, мм	d2, мм	S2, мм	кільк.	D3, мм	d3, мм	S3, мм	кільк.	D4, мм	d4, мм	S4, мм	L4, мм	кільк.	O5, мм	L, мм	кільк.	d6, мм	кільк.	D7, мм	d7, мм	S7, мм	кільк.
40	1,6	2,6	145	17	1	87	48	2	1	36	18,5	4	8	18	16	1	48	4	M16	85	4	M16	4	30	17	3	8

						Кваліфікаційна робота бакалавра				
						Проект централізованої системи теплопостачання групи будинків у м. Києві.				
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	Теплопостачання		Старія	Аркуш	Аркушів
Розробив		Панченко А.О.						КР	2	
Керівник		Приймак О.В.								
За кафедрою		Кирченко М.А.				Пов'язаний профіль теплових мереж. Ізольовані фланець на трубопроводі. Графік металеві ГМ-1		ТВ-21-2		

Специфікація елементів опори

Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од. кг	Примітка
Деталі					
1		12 А400С ДСТУ 3670:2006 L=1650 16	1,47		
2		12 А400С ДСТУ 3670:2006 L=460 4	0,41		
3		12 А400С ДСТУ 3670:2006 L=170 2	0,15		
4		12 А400С ДСТУ 3670:2006 L=950 26	0,85		
5		12 А400С ДСТУ 3670:2006 L=335 8	0,30		
6		12 А400С ДСТУ 3670:2006 L=400 32	0,36		
7		8 А240С ДСТУ 3670:2006 L=420 34	0,17		
Матеріали					
8		Бетон класу C20/25 м3	0,5		
9		Бетон класу C8/10, м3	0,1		

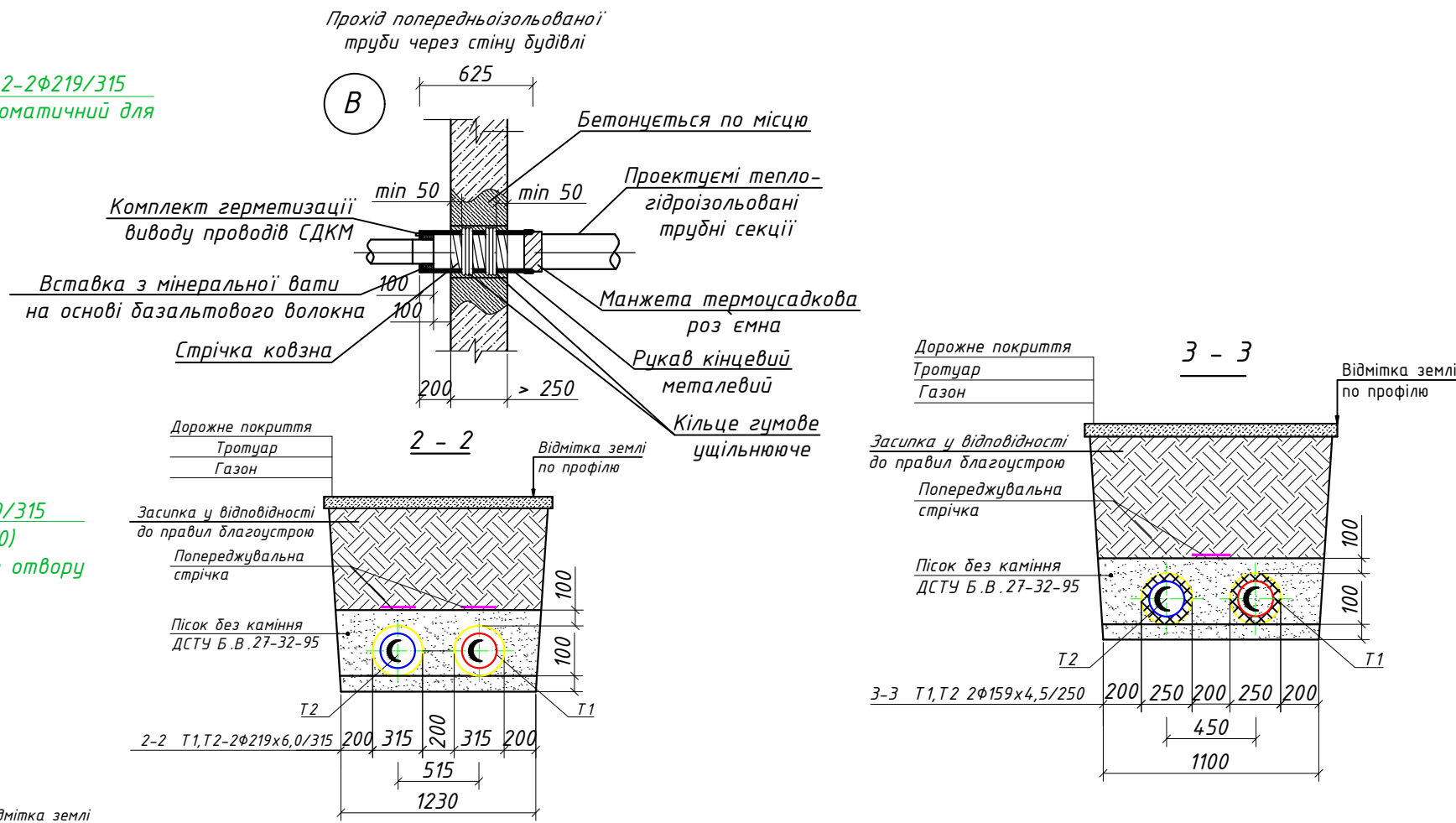
Монтажна схема теплових мереж



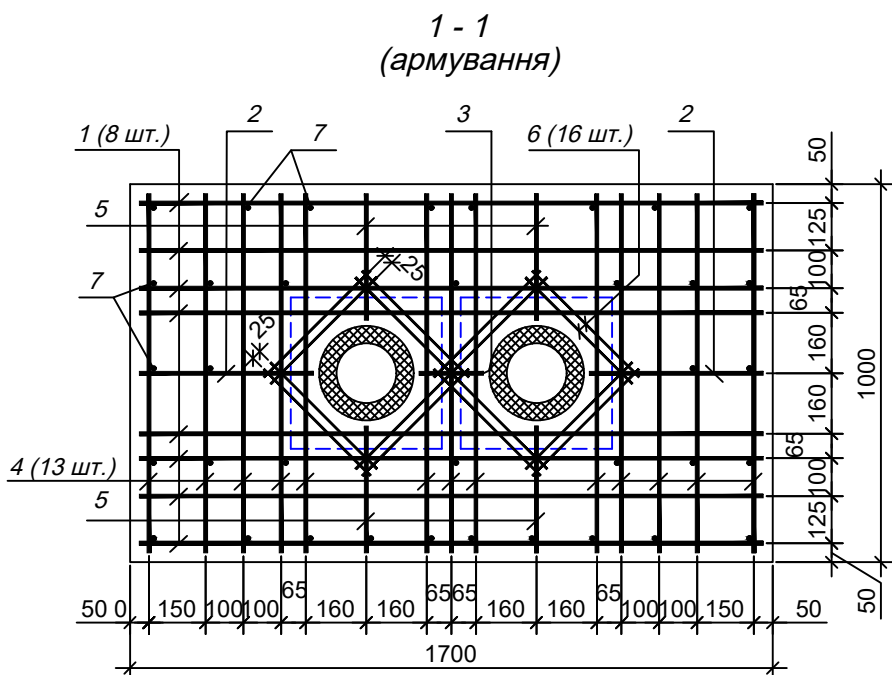
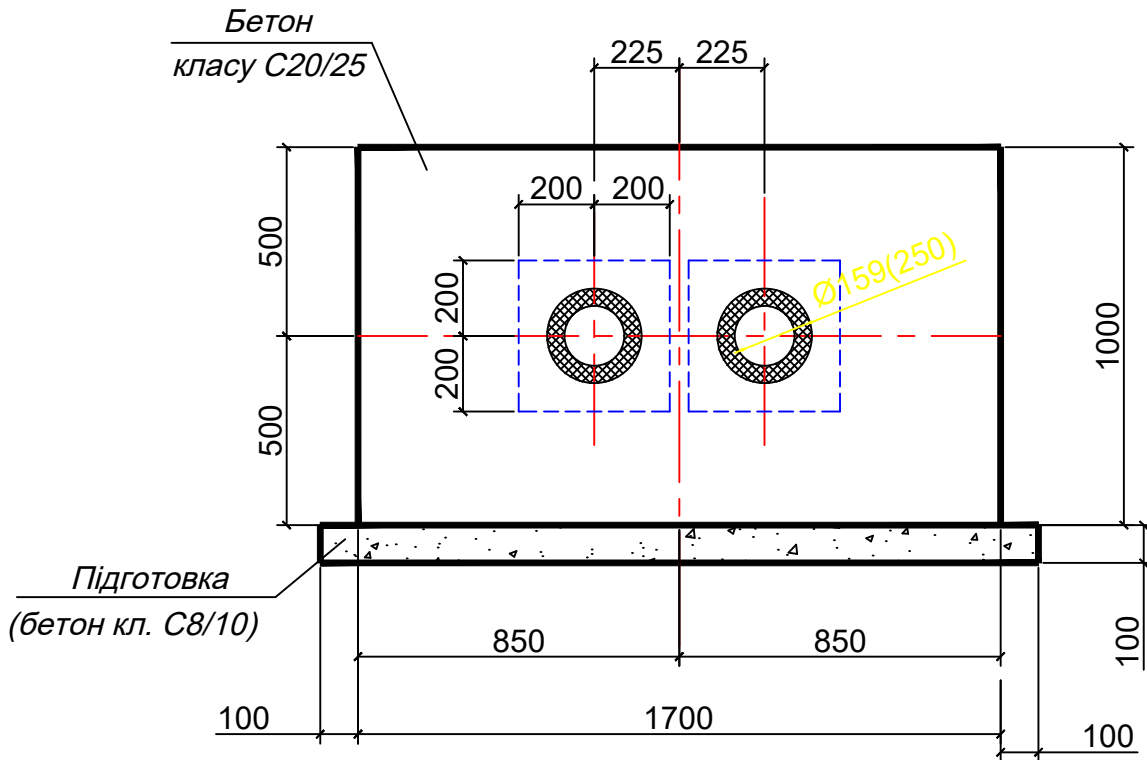
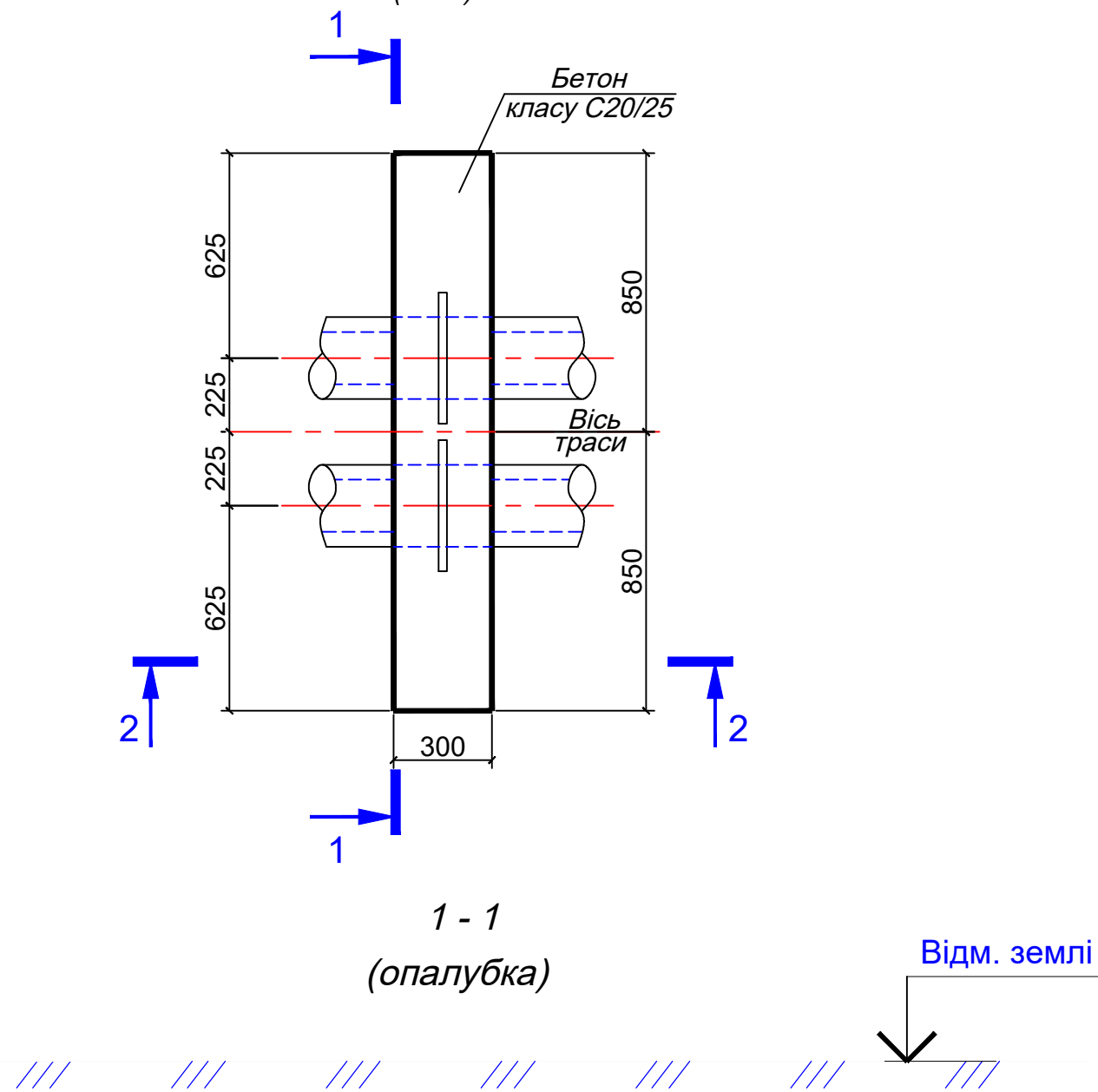
- 1 Трубопроводы устанавливаются за технологичными креплениями розділу "ЗТМ".
- 2 Основой залізобетонної нерухомої опори служить грунт ІГЕ-3д: пісок дрібний, жовтуватو-сірий, жовтий, малого ступеня водонасичення, середньої щільності з наступними фізико-механічними характеристиками: щільність $\rho_s = 1,77 \text{ г/см}^3$, кут внутрішнього тертя $\varphi = 30^\circ\text{C}$, питоме зчеплення $s = 2 \text{ кПа}$, модуль деформації $E = 23 \text{ МПа}$.
- Якщо поблизу місця встановлення нерухомої опори, під час проведення попередніх земляних робіт глибина розробки котловану буде менше, ніж глибина закладання опор, необхідно в їх основі влаштувати піщано-гравійну подушку.
- Кількісний склад суміші піщано-гравійної подушки повинен складатися: 40% крупнофракційного піску та 60% щебеню або гравію фракцією 20-40. Подушку слід улаштувати шарами товщиною не більше 20 см, при цьому кожний шар треба ретельно ущільнювати важкими тролбовками при оптимальній вологості (Куц.=0,95). Подушка повинна виходити за грані конструкції не менше ніж на 500 мм.
- 3 Для уникнення руйнування та пошкодження існуючих конструкцій і мереж під час проведення земляних та монтажних робіт при улаштуванні опор поблизу цих конструкцій, необхідно по місцю, встановити підпірні стінки.
- 4 Монолітну бетонну підготовку під опори слід влаштувати на ущільнену основу.
- 5 Арматуру опор встановлювати після прокладання трубопроводів. Арматурні стержні збирати в арматурні сітки при допомозі зварки. Тип зварювального з'єднання К1-Кт згідно ДСТУ Б В.2.6-169:2011.
- Кінці основних стрижнів сіток не повинні доходити до кроми опалубки на 25мм.
- При попаданні монтуюмих стрижнів на раніше змонтовану арматуру монтуюмі арматурні стрижні дозволяється зрушувати (чи відібати) на діаметр.
- 6 Бетонування опор виконувати після прокладання нерухомих опор трубопроводів. Бетонування вести безперервно, не допускаючи швів та з обов'язковим ущільненням бетонної суміші за допомогою глибинних вібраторів.

Специфікація

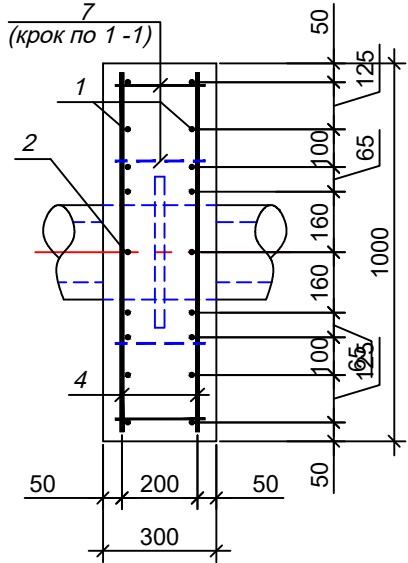
№	Позначення	Найменування	Од. виміру	К-сть	Маса од., кг	Примітки
1	01-1-219/315-11-А	Труба пряма Ø219х6,0/315	м	34,0		
2	01-1-159/250-11-А	Труба пряма Ø159х4,5/250	м	390,0		
3	02-2-1-219/315-90-11-А	Коліно крутовідгнуте 90° Ø219х6/315	шт.	4		
4	02-2-1-159/250-90-11-А	Коліно крутовідгнуте 90° Ø159х4,5/250	шт.	10		
5	02-2-1-159/250-13-11-А	Коліно крутовідгнуте 13° Ø159х4,5/250	шт.	2		на замовлення
6	02-2-1-159/250-22-11-А	Коліно крутовідгнуте 22° Ø159х4,5/250	шт.	2		на замовлення
7	02-2-1-159/250-5-11-А	Коліно крутовідгнуте 5° Ø159х4,5/250	шт.	2		на замовлення
8	02-2-1-159/250-60-11-А	Коліно крутовідгнуте 60° Ø159х4,5/250	шт.	2		
9	02-2-1-159/250-49-11-А	Коліно крутовідгнуте 49° Ø159х4,5/250	шт.	2		на замовлення
10	02-2-2-159/250-90-11-А	Коліно крутовідгнуте подовжене 90° Ø159х4,5/250 L=0,55х2,05	шт.	4		
11	14-3-219/315	Комплект ізоляції стиків ЕР-3 Ø219/315	шт.	8		
12	14-3-159/250	Комплект ізоляції стиків ЕР-3 Ø159/250	шт.	90		
13	11-3-219/315-3-625	Рукав кінцевий термоусадковий Ø219/315	шт.	4		
14	11-3-159/250-3-625	Рукав кінцевий термоусадковий Ø159/250	шт.	12		
15	10-1-159/250-16-110-1-1-А	Компенсатор сильфонний "вільний"	шт.	4		
16	06-1-90-159/250-1-1-А	Опора нерухома пряма Ø159/250	шт.	12		
17	12-315	Кільце гумове ущільнюваче Ø315	шт.	6		
18	12-250	Кільце гумове ущільнюваче Ø250	шт.	14		
19	16-219/315	Стрічка сигнальна	м	30,0		
20	16-159/250	Стрічка сигнальна	м	230,0		
21	17-219/315	Стрічка ковзна	рул.	5		
22	17-159/250	Стрічка ковзна	рул.	10		
23	15-315	Компенсаційна подушка	шт.	20		
24	15-250	Компенсаційна подушка	шт.	60		



Нерухома опора О.Н.1 - О.Н.6 (план)



2-2 (армування)

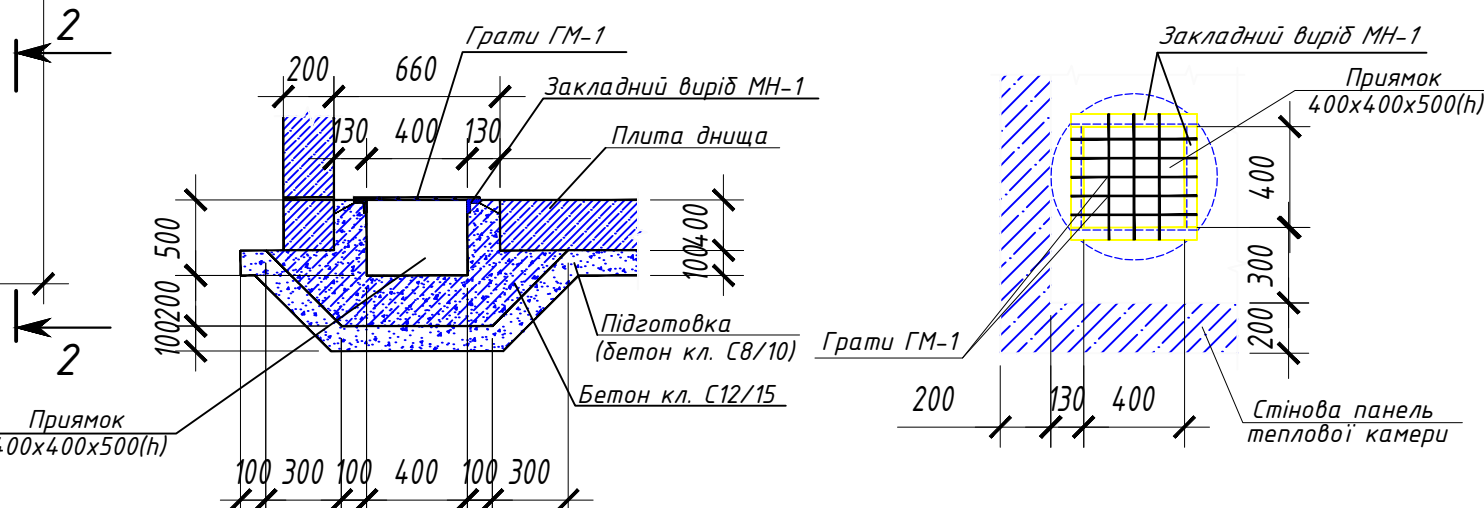


Відомість деталей

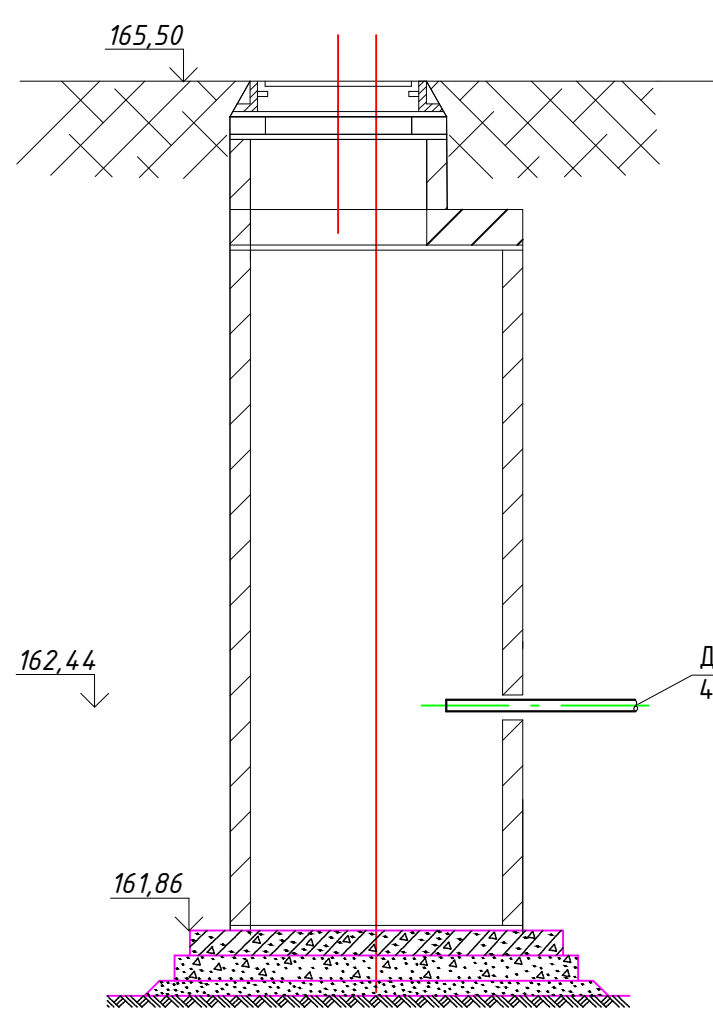
Поз.	Ескіз
7	100 100 220

Кваліфікаційна робота бакалавра					
Проект централізованої системи теплопостачання групи будинків у м. Києві.					
Зм.	Кільк.	Арк.	№арк.	Підпис	Дата
Розробив	Панченко А.О.				
Керівник	Приймак О.В.				
Заф.кафедр	Кириченко М.А.				
Теплопостачання				Спадія	Архуш
Монтажна схема теплових мереж. Опора нерухома О.Н.1 - О.Н.6				КР	3
ТВ-21-2					

Вузол А



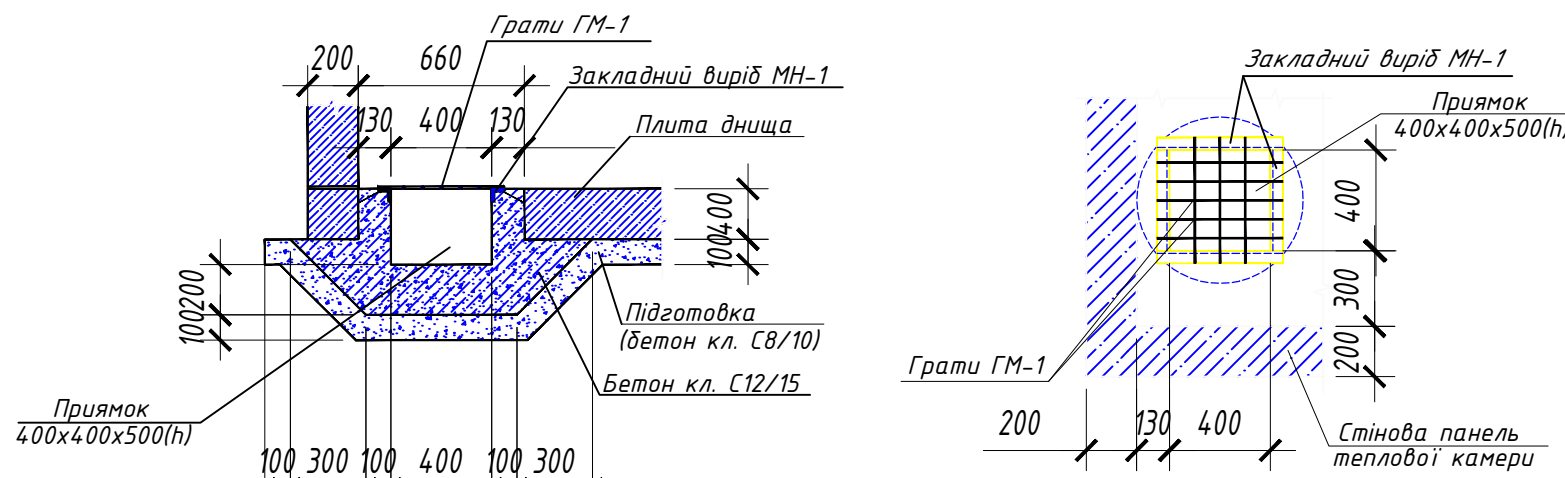
Розріз 2-2



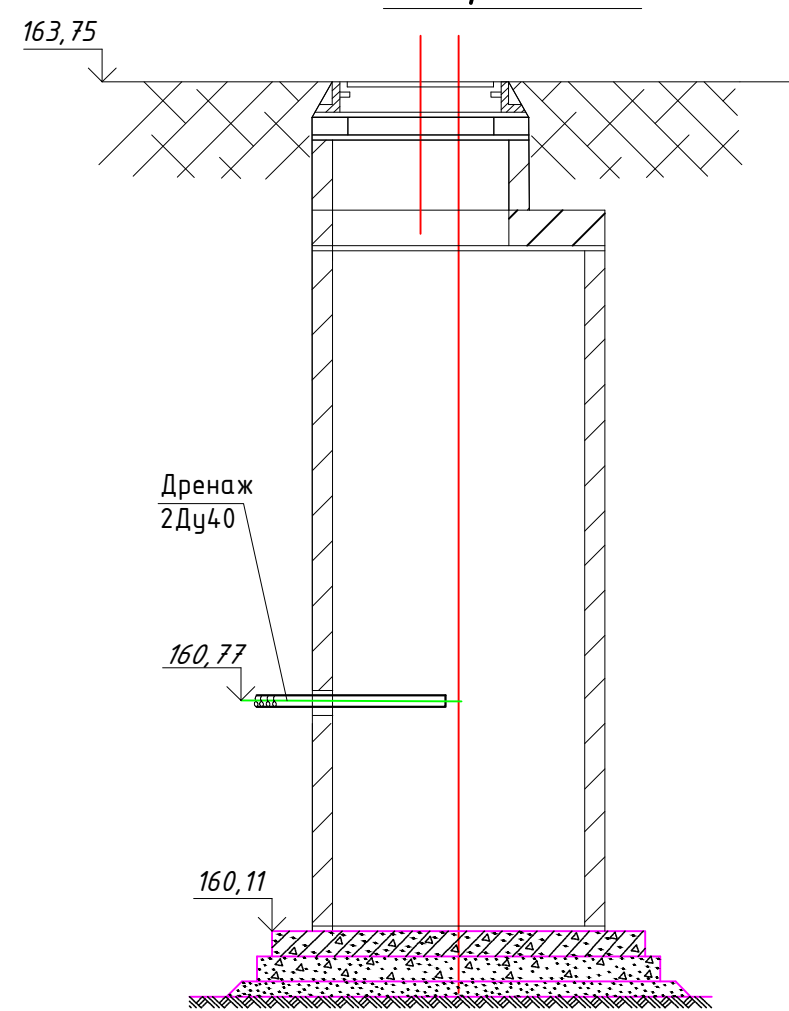
Специфікація

Поз.	Позначення	Найменування	Од. випири	Кільк.	Маса од., кг	Примітка
1	TEMPER 29220200	Кран прибарний кульбовий повнопрохідний з редуктором Ду200	шт.	-		
2	TEMPER 29220150	Кран прибарний кульбовий повнопрохідний з редуктором Ду150	шт.	4		
3	TEMPER 28320040	Кран фланцевий кульбовий стандартнопрохідний з ручкою Ду40	шт.	4		дренаж
4	ДСТУ 8943:2019	Труба сталева електрозварна Ø219х6	м.п.	2,5	31,52	
5	ДСТУ 8943:2019	Труба сталева електрозварна Ø159х4,5	м.п.	3,7	17,15	
6	ДСТУ 8943:2019	Труба сталева електрозварна Ø89х3,5	м.п.	2,0	7,38	
7	ДСТУ 8936:2019	Труба сталева водогазопровідна Ø40х3,5	м.п.	15,0	3,84	дренаж
8	ДСТУ 17375:2003	Відвід кривовизначний L=90° Ду150	шт.	3	6,1	
9	ДСТУ 17375:2003	Відвід кривовизначний L=90° Ду40	шт.	15	0,3	
10	ДСТУ 17378-01	Перехід концентричний 219-159	шт.	2	4,4	
11	Серія 5.903-13 8.1, ч.2	Штуцер Ø159х4,5 ТС-592-127	шт.	2	2,30	
12	Серія 5.903-13 8.1, ч.2	Штуцер Ø45х2,5 ТС-592-063	шт.	2	0,26	
13	Т94.127.00.000 Серія 4.903-10 8.1	Накладка Ду150/200, Δ=4 мм	шт.	2	1,0	
14	Т94.024.00.000 Серія 4.903-10 8.1	Накладка Ду40/200, Δ=4 мм	шт.	2	0,20	
15	вуд. арк. ЗТМ	Конструкція електроізольованого фланця Ду40	компл.	4		
16	ТМ 90-01 серія 5.900-2	Сальник наливний Ду80	шт.	4		
17	Серія 4.903-10 вип. 5	Опора козна Т13:16 (для Ду200)	шт.	2	3,71	
18	Серія 4.903-10 вип. 5	Опора козна Т13:01 (для Ду40)	шт.	7	0,7	

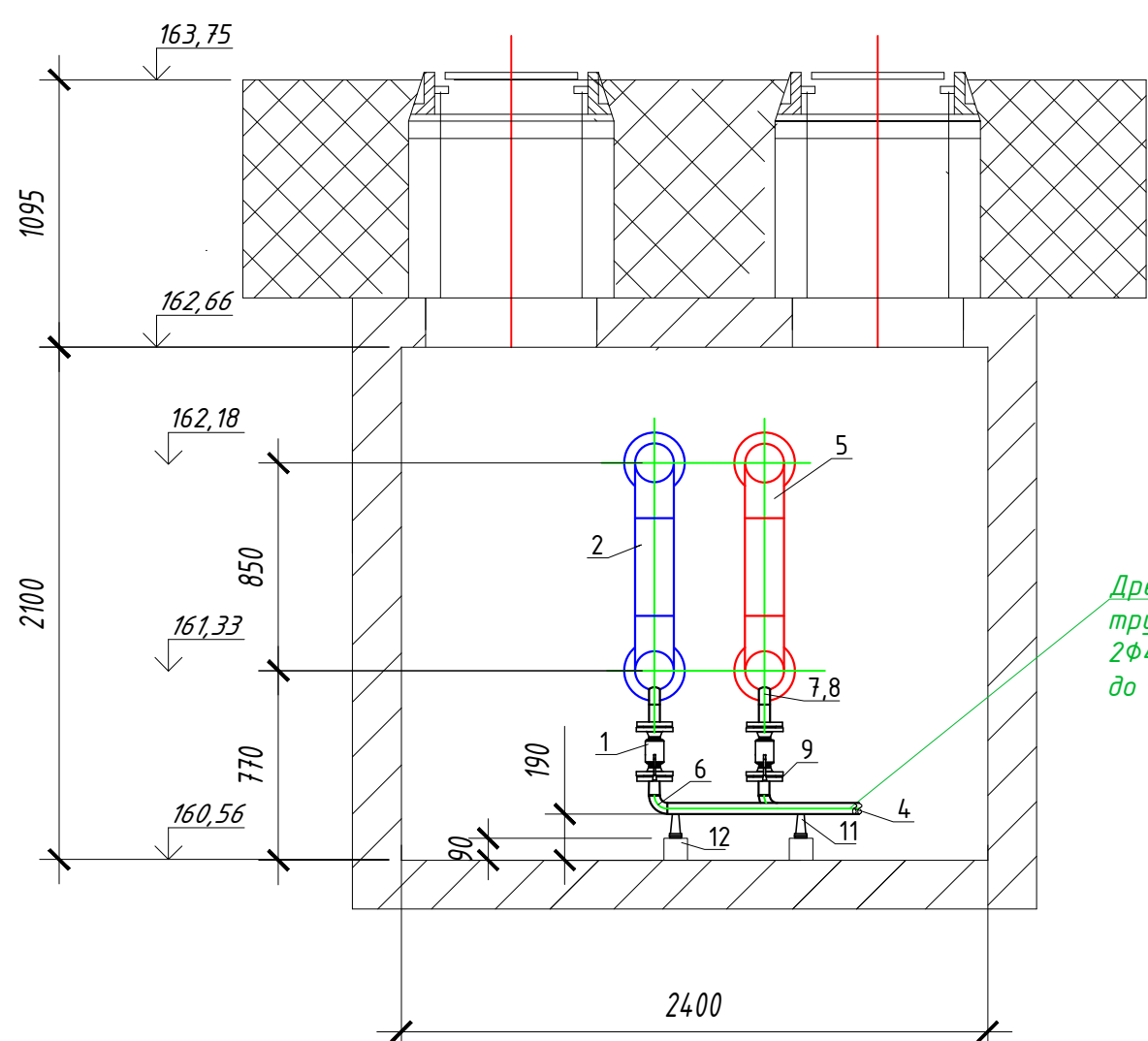
19	ТС-632.00.000-12-030 Серія 5.903-13 8.8-95	Плита опора діелектрична для труби Ду200	шт.	2	3,92
20		Бетонний стовпчик 300х300х850*(Н) для Ф200	шт.	2	
21	Серія 3.006-2.87 8ун. 2	Опора подушка ОП-1	шт.	7	10,0
22	ТУ 25-02.180335-84	Манометр МП4-У 1-150 С 3-2,5МПа	шт.	4	
23	ЗКЧ-275.00-90	Штуцер для манометра М20х15, уст.4	шт.	4	
24	11618К	Кран для манометра Ду15	шт.	4	
25	ДСТУ 17375:2003	Відхід крутовизначний $\angle=30^\circ$ Ду150	шт.	2	
26		Антикорозійне покриття трубопроводів рафін. в 117Г по єдиній Т-9-021	кг	8,0	
27		Листів теплоізоляції з мінеральної вата laminовані фольгою, $\Delta=60mm$	м ²	21,7	
28		Скотч алюмінієвий армований (50м)	шт.	1	
29		Скотч прозорий звичайний (60м)	шт.	3	
30	Серія 5.903-13 8.1. ч.2	Штуцер Ф45х2,5 ТС-592-062	шт.	2	0,26
31	Т94.022.00.000 Серія 4.903-10 8.1	Накладка Ду40/150, $\Delta=4$ мм	шт.	2	0,20

[illegible]

Розріз 2-2



Розріз 1-1



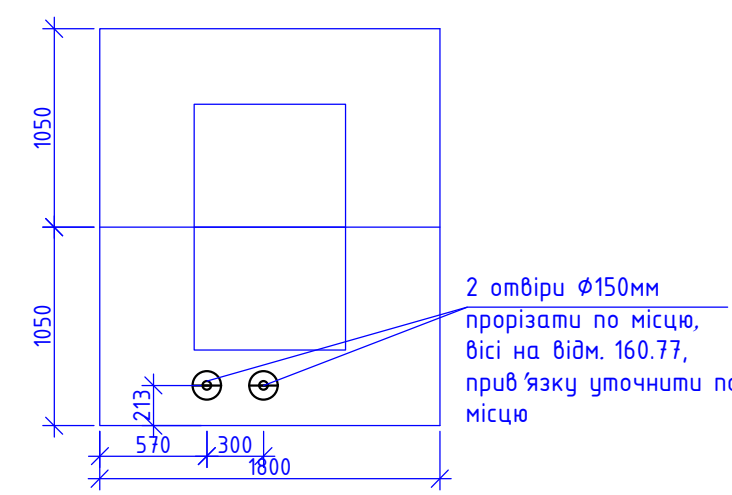
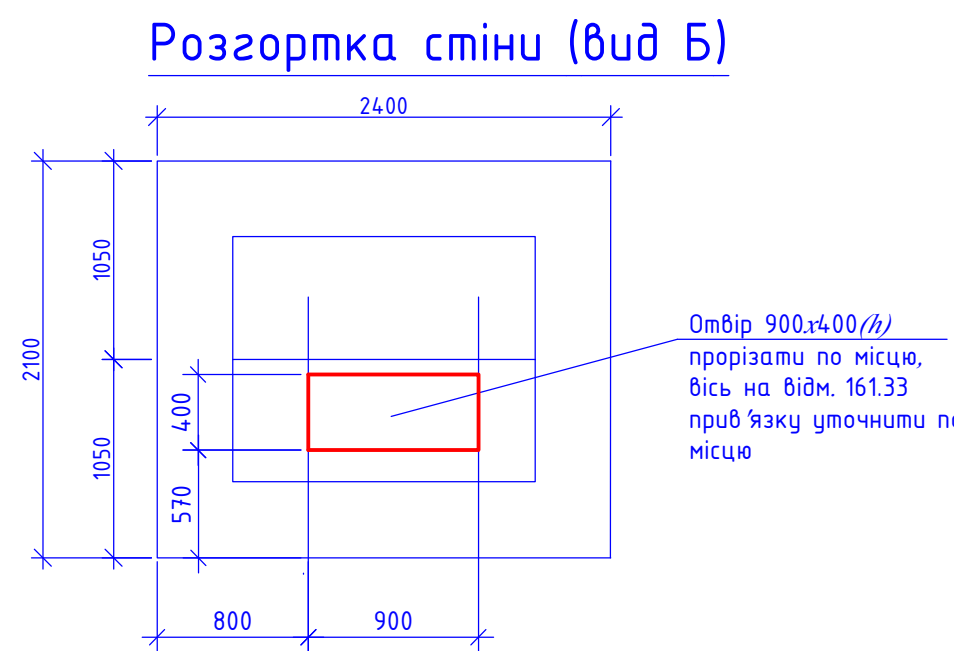
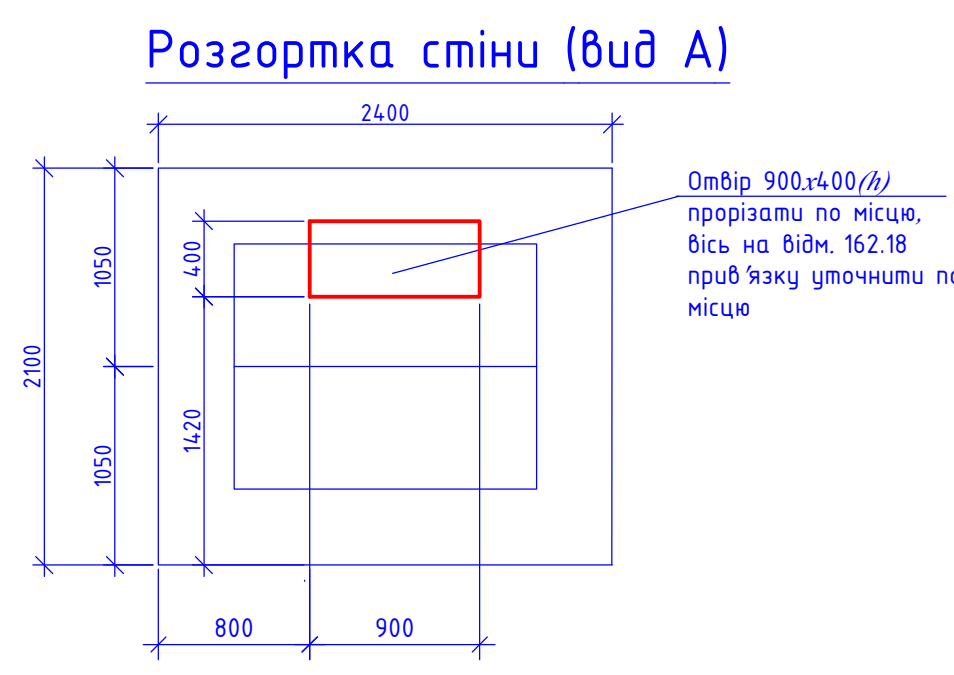
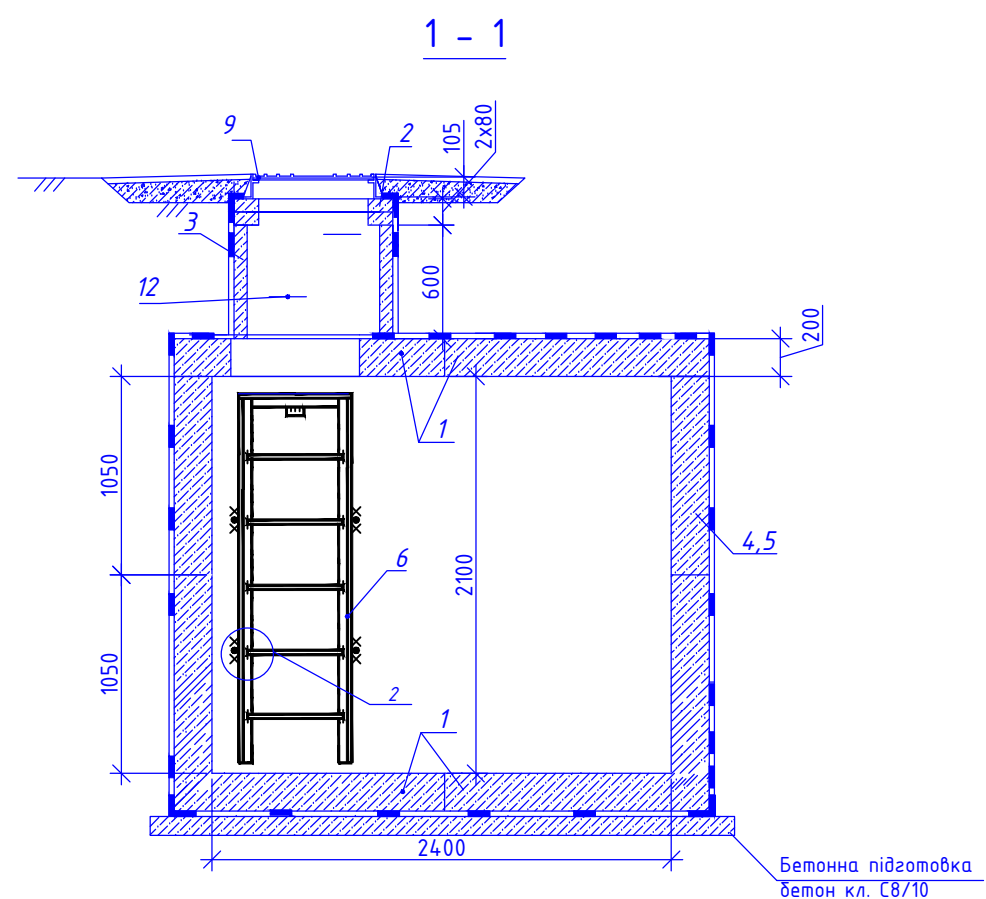
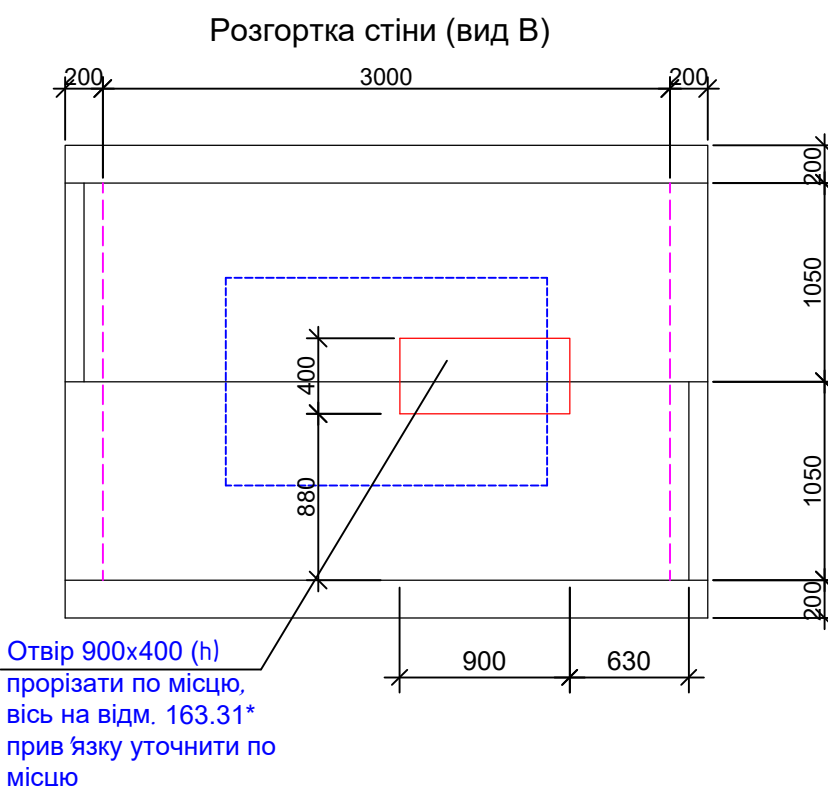
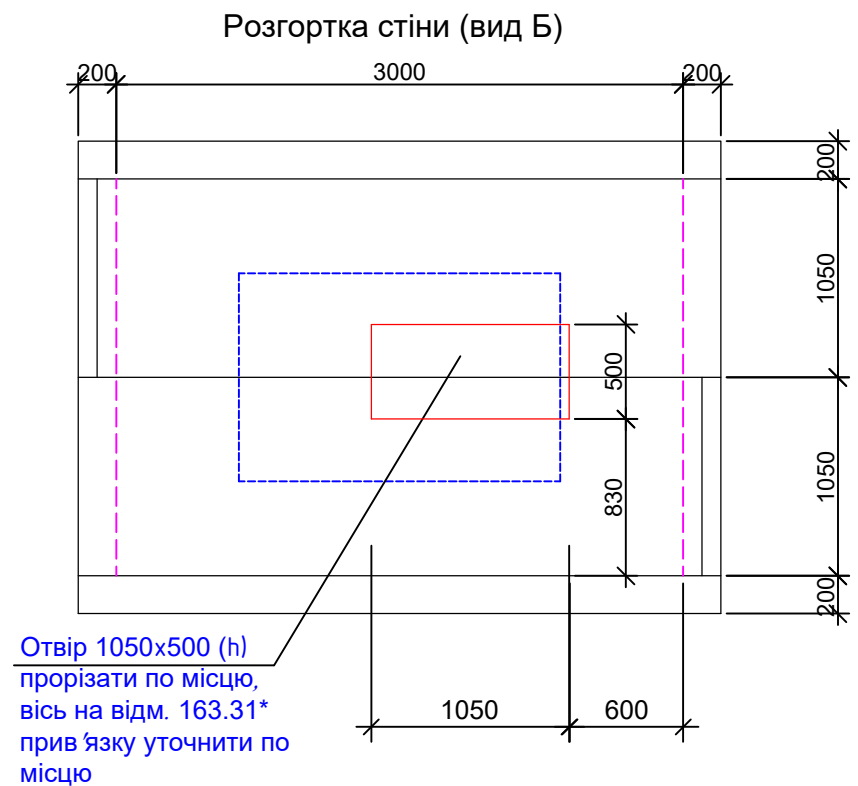
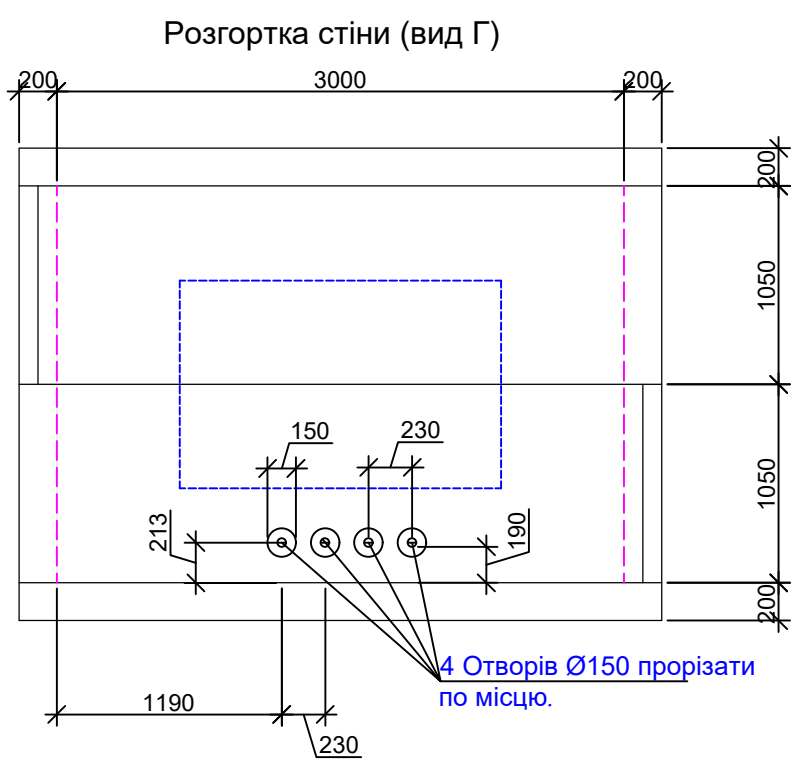
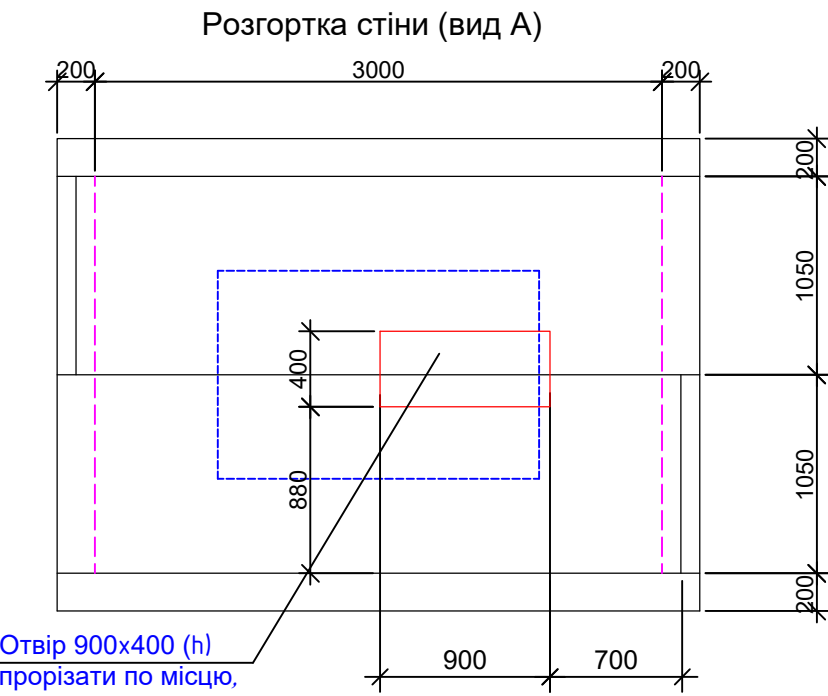
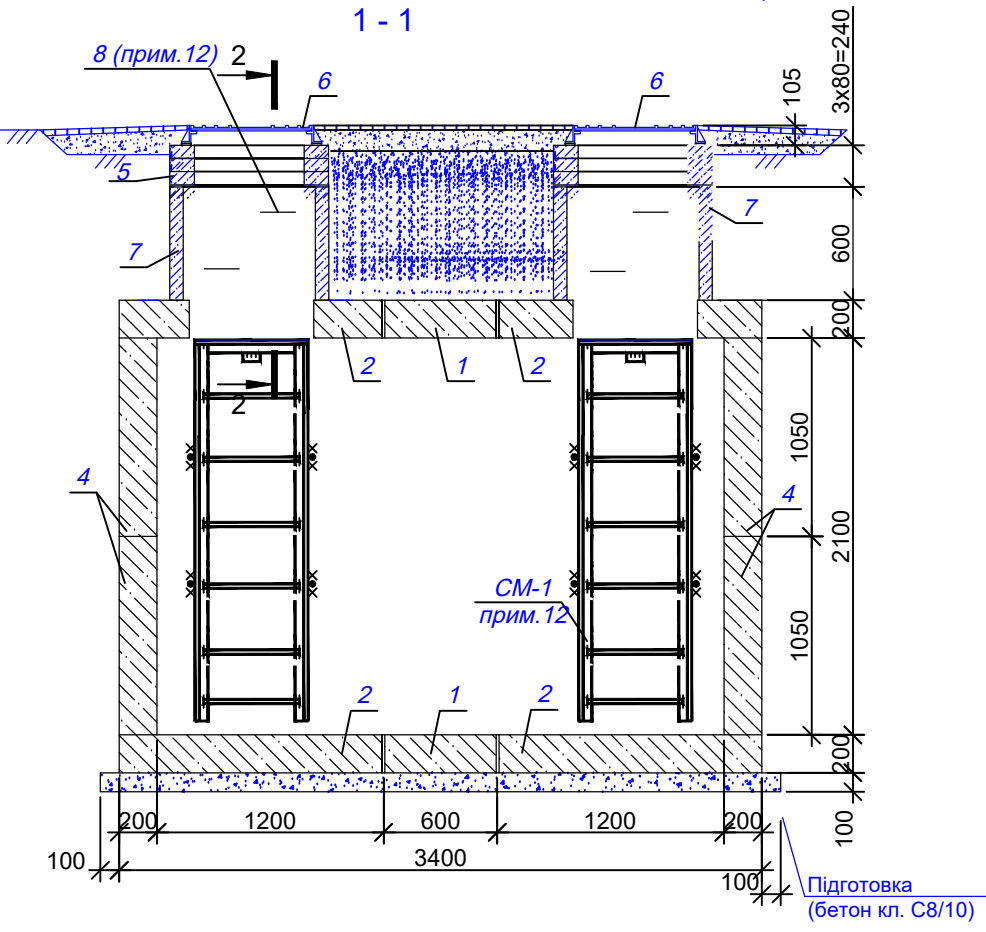
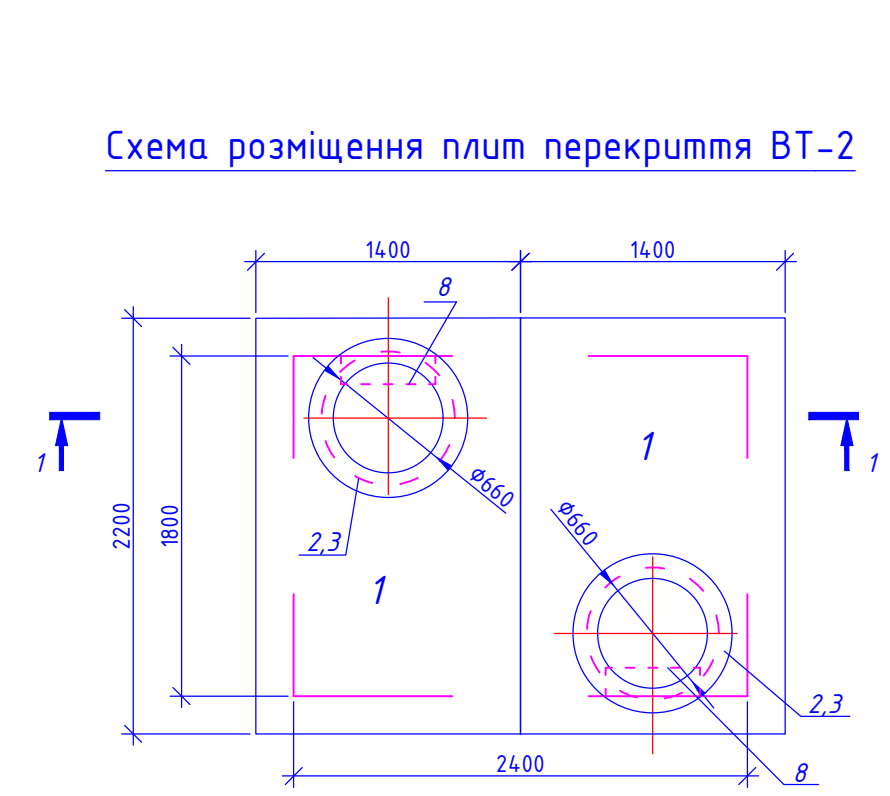
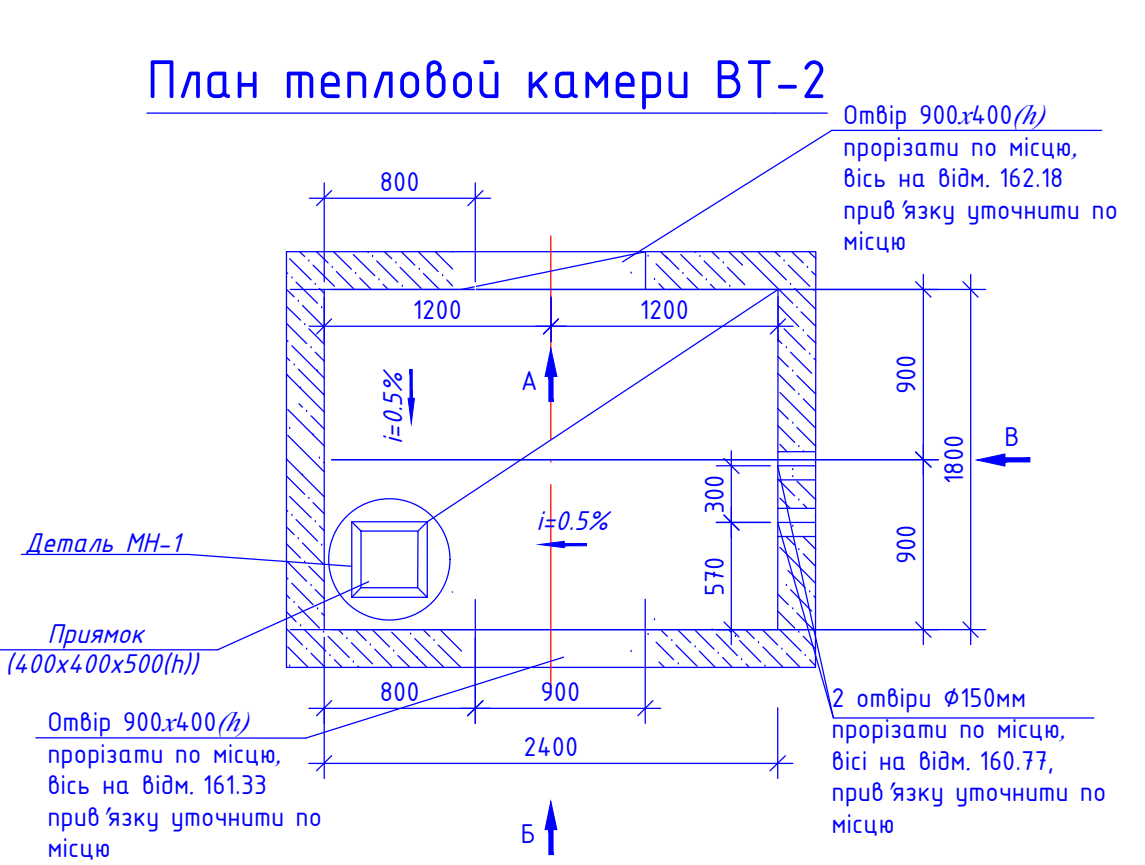
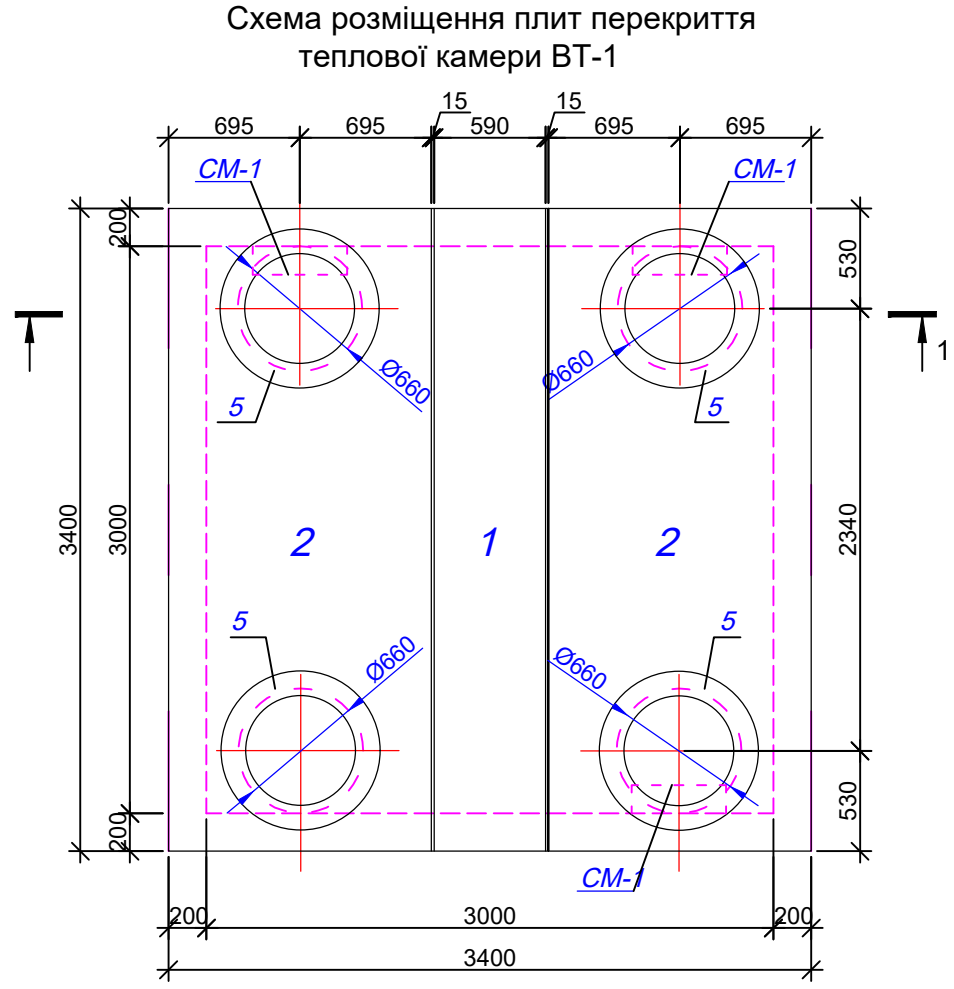
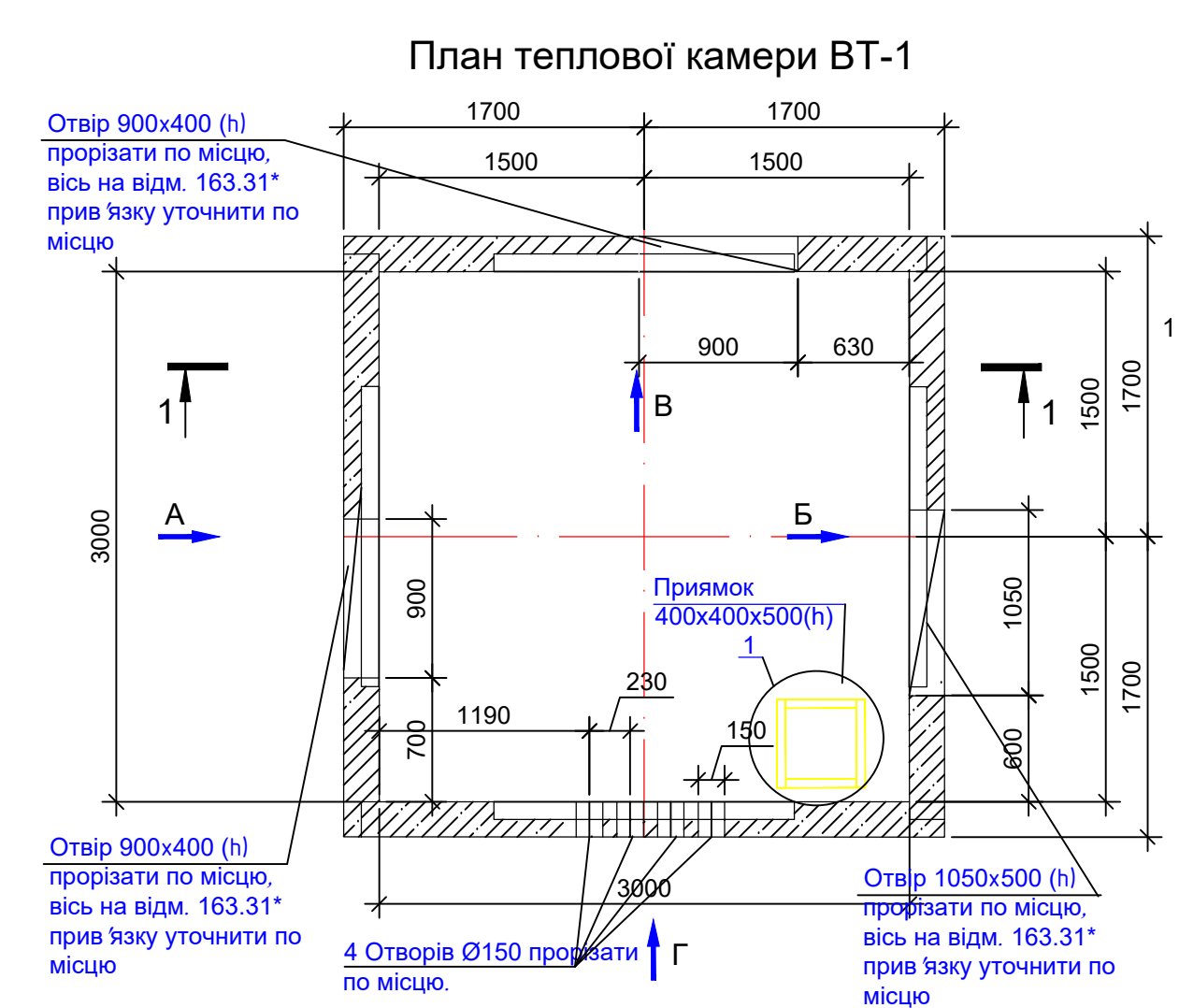
Специфікація

Поз.	Позначення	Найменування	Од. випиру	Кільк	Маса од., кг	Примітка
1	TEMPER 28320040	Кран фланцевий кульбовий стандартнопроекти з ручною Ду40	шт.	2		дренаж
2	ДСТУ 8943:2019	Труба сталеве електрозварна Ø159х4,5	м.п.	2,6	17,15	
3	ДСТУ 8943:2019	Труба сталеве електрозварна Ø89х3,5	м.п.	1,0	7,38	
4	ДСТУ 8936:2019	Труба сталеве водогазопровідна Ø40х3,5	м.п.	6,0	3,84	дренаж
5	ДСТУ 17375:2003	Відвід кривовизгинувтий L=90° Ду150	шт.	4	6,1	
6	ДСТУ 17375:2003	Відвід кривовизгинувтий L=90° Ду40	шт.	2	0,3	
7	Серія 5.903-13 8.1, ч.2	Штуцер Ø45х2,5 ТС-592-062	шт.	2	0,26	
8	Т94.022.00.000 Серія 4.903-10 8.1	Накладка Ду40/150, Δ=4 мм	шт.	2	0,20	
9	дуб. окр. ЗТМ	Конструкція електроізолюючого фланця Ду40	комп.	2		
10	ТМ 90-01 серія 5.900-2	Сальник набивний Ду80	шт.	2		
11	Серія 4.903-10 вип. 5	Опора ковзна Т13.01 (для Ду40)	шт.	3	0,7	
12	Серія 3.006-2.87 вип. 2	Опорна підшка ОП-1	шт.	3	10,0	
13	ТУ 25-02.180335-84	Манометр МП4-У 1-150 С 3-2,5МПа	шт.	2		
14	ЗКЧ-275.00-90	Штуцер для манометра М20х1,5 уст.4	шт.	2		
15	11Б18К	Кран для манометра Ду15	шт.	2		
16		Антикорозійне покриття трубопроводів фарбою БТ177 по ґрунтовці ГФ-021	кг	2,8		
17		Листи теплоізоляції із мінеральної вати ламіновані фольгою, Δ=50мм	м²	7,8		
18		Скотч алюмінієвий армований (50м)	шт.	1		
19		Скотч прозорий звичайний (60м)	шт.	3		

Примітки:

[illegible]

						Кваліфікаційна робота бакалавра					
						Проект централізованої системи теплопостачання групи будинків у м. Києві.					
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата	Теплопостачання			Стандія	Аркуш	Аркушів
Розробив		Панченко А.О.							KP	4	
Керівник		Приймає О.В.				Монтажна схема теплової камери BT-1. Монтажна схема теплової камери BT-2.			TB-21-2		
Заф.ка федр и		Кириченко М.А.									



Специфікація елементів теплової камери

Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Маса од., кг	Примітка
		Складальні одиниці			
1	Примітка 1	Панель перекриття ПП 34.6.2	2	650,0	
2	Примітка 1	Панель перекриття ПП 34.14.2	4	2020,0	
3	Примітка 1	Стінова панель ПС 33.11.2-1	4	1450,0	
4	Примітка 1	Стінова панель ПС 33.11.2	4	1450,0	
5	ДСТУ Б В.2.6-106:2010	Кільце опорне К06	12	50,0	
6	ДСТУ Б В.2.5-26:2005 (ГОСТ 3634-99)	Люк із запірним замковим пристроєм типу С (В125)-ТС-60	4	95,0	
7	ДСТУ Б В.2.6-106:2010	Кільце стінове КСТ.6	4	130,0	
8		16 А400 ДСТУ 3670:2006 L=570	4	0,9	
СМ-1		Сходи металеві СМ-1	4	39,6	
ГМ-1		Грати металеві ГМ-1	1	4,61	
МН-1		Деталь МН-1	1	8,14	
		Деталі			
		НД-1 (кутик 80x7 L=120 мм)	16		
		НД-2 (кутик 80x7 L=320 мм)	8		
		Матеріали			
		Бетон класу С12/15	м ³	0,7	
		Бетон класу С8/10	м ³	1,3	

Специфікація елементів

Марка поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Маса кг	Прим.
		Панелі перекриття			
1	прим. 1	ПП 24.14.2	4	1360	
		Кільце опорне			
2	ДСТУ Б В.2.6-106:2010	К06	4	50	
		Кільце стінове			
3	ДСТУ Б В.2.6-106:2010	КС 7.6	2	130	
		Стінові панелі			
4	прим. 1	ПС 21.11.2	4	900	
5	прим. 1	ПС 27.11.2-1	4	1170	
		Складальні одиниці			
6	Аркуш 12	Сходи металеві СМ-1	2	43,28	
7	Аркуш 13	Грати металеві ГМ-1	1	4,61	
8	Аркуш 14	Деталь МН-1	1	8,14	
		Вироби монтажні			
9	ДСТУ Б В.2.5-26-2005	Люк із запірним замковим пристроєм типу С (В125)-ТС-60	2	95	
		Металеві накладні деталі			
10	Альбом робочих креслень тресту "Київвострау"	НД-1 (кутик 80x7 L=120 мм)	24		
11		НД-2 (кутик 80x7 L=320 мм)	8		
		Деталі			
12		16 А 240С ДСТУ 3760:2006 L=550	4	0,87	
		Матеріали			
		Бетон кл. С16/20, F100	м ³	0,3	
		Бетон кл. С8/10	м ³	1,1	

- Панелі перекриття та стінові панелі прийняті по Бетон Енерго.
- Всі збірні елементи монтуються на шарі цементно-піщаного розчину марки 100, товщиною 10 мм.
- Монтаж стінових панелей ведеться шляхом встановлюються їх в пази, які передбачені в панелях днища. Після встановлення панелей в проектом положенні, панелі приварити до накладних деталей для кріплення НД1 та НД2, згідно листа КЖ-60, альбому робочих креслень залізобетонних камер теплових мереж.
- Панелі перекриття, після їх встановлення в проектом положенні, приварити до стінових панелей через накладні деталі для кріплення НД1 та НД2, згідно листа КЖ-60, альбому робочих креслень залізобетонних камер теплових мереж.
- При влаштуванні днища камери один із отворів в плитках використати для влаштування прямокут, згідно вузла 1, всі інші закласти бетоном класу С 12/15.
- По горизонтальній поверхні залізобетонних плит перекриття виконати гідроізоляцію, згідно арк. 9.
- По внутрішній поверхні камери виконати цементну стяжку (цементний розчин М 100 товщиною 20 - 50 мм) по підлозі з ухилом 0,5% до прямокут.
- Для влаштування трубопроводів в стінових панелях прорізати отвори під трубопроводи по заданих в проекті розмірах (відмітки уточнити по місцю). Отвори прорізати в спеціальних потоншеннях передбачених в стінових панелях, не застосовуючи ударних механізмів. Після прокладання трубопроводів виконати бетонну заливку отвору бетоном класу С12/15. Перед бетоннуванням отвору поверхні необхідно пропустити і зволожити. Потоншенню частину панелі добетонувати до товщини основної частини.
- В місцях проходів трубопроводів через стіни камери влаштувати ущільнюючі саліники, згідно креслень частини "ЗТМ".
- Зовнішні поверхні залізобетонних елементів після прокладання інженерних мереж в місцях їх проходів через стіну - додатково гідроізолювати шляхом обмазуванням гарячим бітумом за два рази.
- Металеві сходи СМ-1 та сходи поз.8 влаштувати по місцю. Отвори Ø 22 -24мм просвердлити по місцю, встановити в проектно положення елементи кріплення металевих сходів, та залити отвори сумішшю для анкерування Ceresit CX.
- В одному з люків камери зробити отвір Ø20мм для визначення загазованості.
- Розміри та відмітки, позначені знаком *, уточнити по місцю.

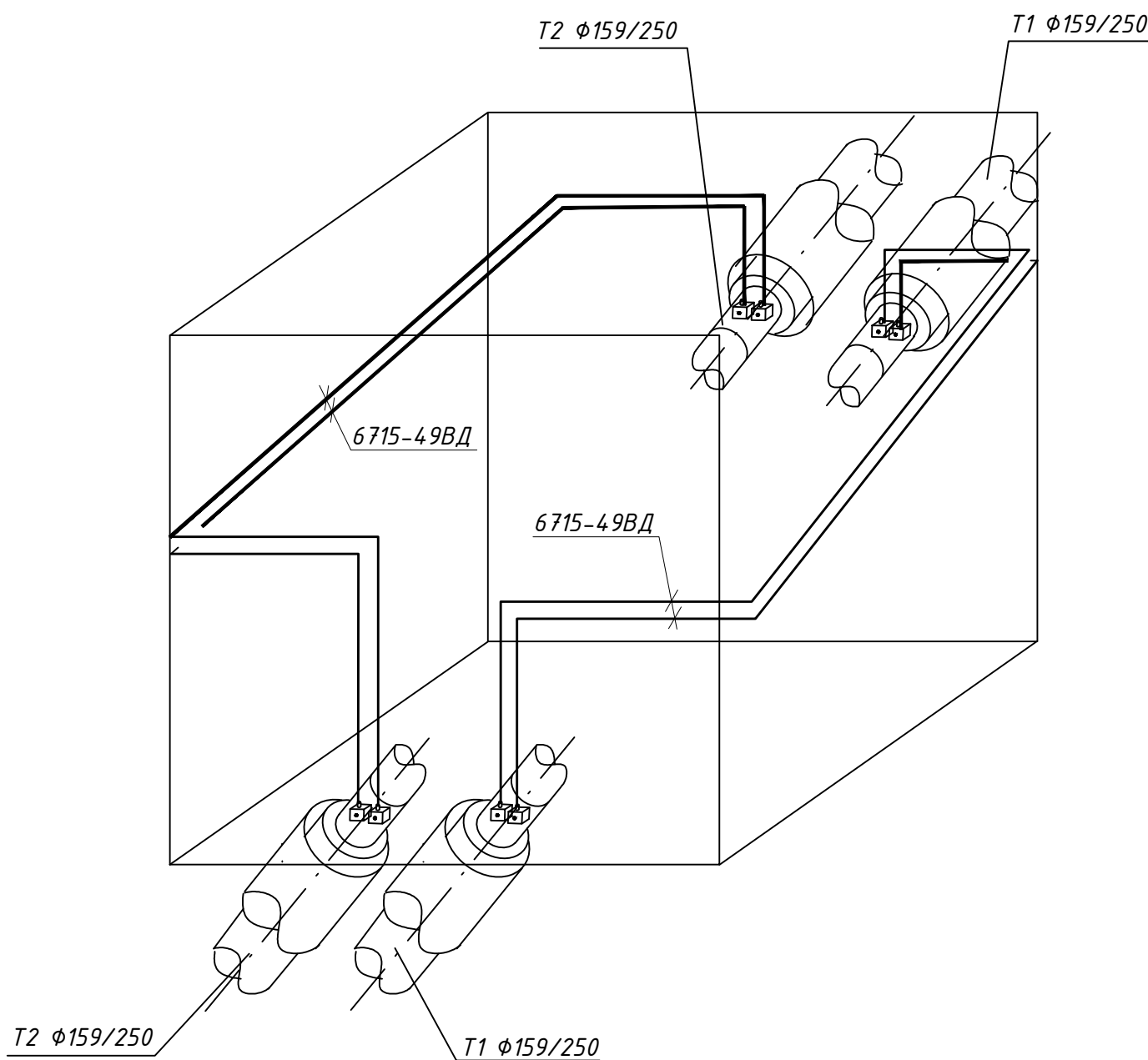
							Кваліфікаційна робота бакалавра
							Проект централізованої системи теплопостачання групи будинків у м. Києві.
Зм.	Кільк.	Арк.	№арк.	Підпис	Дата	Спадів	Аркуші
Розробив	Ланченко А.О.					КР	5
Керівник	Приймак О.В.						
Заф.кафедри	Ланченко М.А.						
							Будівельна частина теплової камери ВТ-1. Будівельна частина теплової камери ВТ-2.
							ТВ-21-2

№ п/п	Позначення (№ по каталогу "ONIKS")	Найменування та технічна характеристика	Одиниці вимірювання	Кількість	Примітки
1	6711	Заземлення нерж.сталі	шт.	20	
2	DU4-2000 RU	Детектор стаціонарний	шт.	1	
3	6715-49 ВД	Кабель з'єднання ВД	компл.	10	
4	6715-09 ВО	Кабель з'єднання ВО	компл.	4	
5	6672	Занулювач кінцевий	шт.	2	

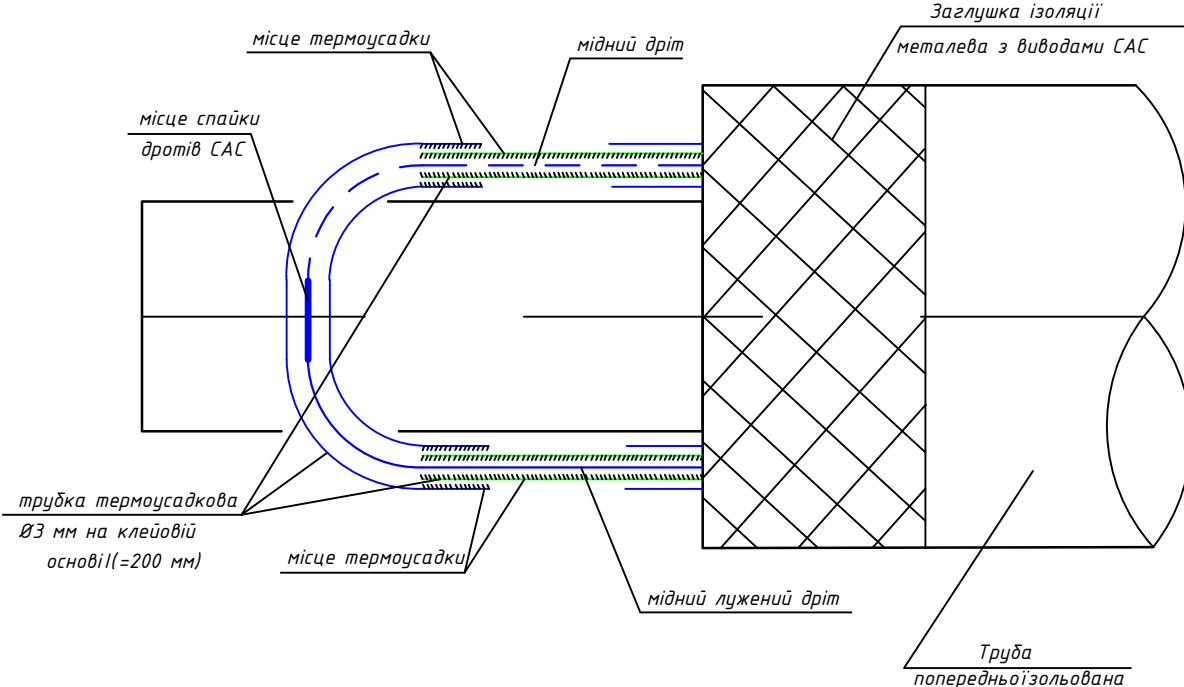
Technical drawing of a rectangular frame assembly. The drawing shows a central rectangular frame with a double-line border. The frame is mounted on a base plate, indicated by diagonal hatching. Four mounting brackets, labeled 6711, are attached to the frame. Each bracket is secured with a bolt, labeled 6715-49BД. The bolts are shown in cross-section, with the head and thread visible. The drawing includes dimension lines and labels for the components and mounting points.

Labels and dimensions:

- Top left: T2 $\phi 159/250$
- Top right: T2 $\phi 159/250$
- Bottom left: T1 $\phi 159/250$
- Bottom right: T1 $\phi 159/250$
- Frame label: 6715-49BД
- Bracket label: 6711



Вузол з'єднання провідників системи аварійної сигналізації



№ п.п.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од.кв.	Примітка
1	арт.	Грубка термоусадка на клейовій основі Ø3, м	1,0		

Примітка

Наступну дії прудку на фронті аварійної ситуації, і, за безпечного палання, установа їх. Вони протек прудку і наступну подія одного з фронтів. Спину фронту аварійної ситуації.

Переступити протек прудку таким чином, що він вона закриває міжособові фронти і протек прудку установа прудку.

Специфікація складової для одного була з'єднання прудків системи АС. Відповідно в а, "наприкладом 2 було з'єднання прудків системи аварійної ситуації.

						Кваліфікаційна робота бакалавра		
						Проект централізованої системи теплопостачання групи будинків у м. Києві.		
Зм.	Кільк.	Арк.	№ док.	Підпис	Дата		Старо	Аркуш
Розроб		Паченко А.О.				Теплопостачання	КР	6
Керівник		Прицак О.В.				Схема аварійної сигналізації. Кабельна розкладка в теплової камері БТ-1. Кабельна розкладка в теплової камері БТ-2. Вузол управління професійної системи аварійної сигналізації.	ТВ-21-2	
За ф. кафедр		Кириченко М.А.						

Умовні позначення (початок)	Умовні позначення (закінчення)
 Мідний лужений дріт	 Занулюючий наконечник
 Мідний дріт	 Кабель
 Коробка приєднання (однороз'ємна)	 Детектор пошкоджень
 Заземлення	 Шафа детектора

Примітки:

1. Система дистанційного контролю та моніторингу (СКДМ) імпульсного типу НК ONIKS
2. Фактична довжина контурів повина відповідати проєкції з врахуванням похилки приладу.
3. Правильність, якість виконання з'єднань системи контролю за вологістю теплоізоляції та перевірка пошкоджень на трасі в процесі будівництва здійснюється стаціонарним контрольним приладом.
4. Контроль за станом трубопроводів в процесі експлуатації здійснюється відповідною організацією, яка має сертифікат на право виконання цих робіт. Контроль показників необхідно виконувати не менше одного разу на тиждень.
5. При монтажі трубопроводів Ду 450 мм з'єднання вести по всім 4-м приводам СКДМ.
6. Якщо теплової мережі із ПП будуватимуться у кілька етапів (черг) виконання кінцевої проєктної схеми АС забезпечить генпідрядна організація разом із підрядними, які виконуватимуть ці роботи.