

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ
Факультет інженерних систем і екології
Кафедра теплотехніки**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗДОБУВАЧА СТУПЕНЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ МАГІСТР**

на тему:

**Техніко-економічний аналіз товщини теплової ізоляції
попередньоізольованих трубопроводів під час реконструкції
теплової мережі по вул. Князів Острозьких, 7 в м.Києві.**

Примак Андріани Олександрівни

Київ 2025 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ
Факультет інженерних систем і екології
Кафедра теплотехніки**

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ Михайло КИРИЧЕНКО
« ____ » _____ 2025 року

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗДОБУВАЧА СТУПЕНЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ МАГІСТР**

**Техніко-економічний аналіз товщини теплової ізоляції
попередньоізольованих трубопроводів під час реконструкції
теплової мережі по вул. Князів Острозьких, 7 в м.Києві.**

Я як здобувач вищої освіти КНУБА розумію і підтримую політику закладу з академічної доброчесності. Я не надавав і не одержував недозволену допомогу під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Здобувач **Примак Андріана
Олександрівна**
192 «Будівництво та цивільна
інженерія»
ОПП «Теплогазопостачання і
вентиляція»
Група ТВм-24-1
Керівник: **Пасічник П.О.**
доцент, кандидат технічних наук

Рецензент

Ідентичність підтверджую

Київ 2025 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: інженерних систем і екології
Випускова кафедра: теплогазопостачання і вентиляції
Освітній вищої освіти: Магістр
Спеціальність: 192 Будівництво та цивільна інженерія
Освітня програма: Теплогазопостачання і вентиляція

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри теплотехніки

_____ Михайло КИРИЧЕНКО

«___» _____ 2025 року

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
ЗДОБУВАЧА СТУПЕНЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ МАГІСТР**

Примак Андріана Олександрівна

1. Тема роботи «Техніко-економічний аналіз товщини теплової ізоляції попередньоізольованих трубопроводів під час реконструкції теплової мережі по вул. Князів Острозьких, 7 в м.Києві.», затверджена наказом ректора КНУБА №_____ від _____ року.
2. Керівник роботи Пасічник Павло Олександрович, кандидат технічних наук, доцент.
3. Термін подання студентом роботи до захисту 20.12.2025 року
4. Зміст пояснювальної записки за розділами:
 - Р. 1. Вихідні дані до проектування
 - Р. 2. Генеральний план
 - Р. 3. Проект реконструкції теплової мережі
 - Р. 4. Попередньоізольовані трубопроводи
 - Р. 5. Визначення товщини теплової ізоляції
 - Р. 6. Літературний огляд
5. Графічний матеріал за розділами:
 - Р.2. Л1. Генплан з трасою теплової мережі. Тимчасова тепла мережа. Розріз 1-1. Розріз 2-2.
 - Р.2. Л.2. Генплан з трасою теплової мережі. Тимчасова тепла мережа. Розріз 3-3. Розріз 4-4. Розріз 5-5.
 - Р.3. Л.3. Профіль від ВТ-1 до жж/б Московська, 7. Вузли проходу ППТ труб через стінки теплокамер та будинків. Вузол 1. Вузол 2.
 - Р.3. Л.4. Монтажна схема. Схема розкладки компенсаційних подушок на кутах повороту.
 - Р.3. Л.5. Схема аварійної сигналізації.

Р.3. Л.6. Розташування елементів аварійної сигналізації в ТК-531сн. Розріз 1-1. Вузли проходу ПІТ труб через стінки теплокамер та будинків. Вузол 3 – 5.

Р.3. Л.7. План ТК-813/10сн.рек. Розріз 1-1. Вузли проходу ПІТ труб через стінки теплокамер та будинків. Вузол 6, 7.

Р.5. Л.8. Методика визначення оптимальної товщини ізоляції. Вихідні дані для розрахунків. Сортамент труб заводу "ПТЗ".

Р.5. Л.9. Температурний графік 80-70 для Ø200 мм. Температурний графік 95-70 для Ø200 мм. Температурний графік 115-70 для Ø200 мм. Температурний графік 150-70 для Ø200 мм.

Р.6. Л.10. Температурний графік 80-70 для Ø350 мм. Температурний графік 95-70 для Ø350 мм. Температурний графік 115-70 для Ø350 мм. Температурний графік 150-70 для Ø350 мм.

Р.6. Л.11. Висновки.

6. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірив	
		Дата	Підпис

7. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Вступ	25 жовтня 2025 р.
Розділ 1. Вихідні дані до проектування	28 жовтня 2025 р.
Розділ 2. Генеральний план	31 жовтня 2025 р.
Розділ 3. Проект реконструкції теплової мережі	5 листопада 2025 р.
Розділ 4. Попередньоізольовані трубопроводи	14 листопада 2025 р.
Розділ 5. Визначення товщини теплової ізоляції	25 листопада 2025 р.
Розділ 6. Літературний огляд	1 грудня 2025 р.
Остаточне оформлення роботи	10 грудня 2025 р.
Направлення роботи для перевірки на плагіат	15 грудня 2025 р.
Направлення роботи на рецензування	20 грудня 2025 р.

8. Дата видачі завдання _____

Керівник

(підпис)

Пасічник П.О.

Здобувач

(підпис)

Примак А.О.

Зміст

Вступ.....	10
1.1. Паспорт проекту	17
1.2. Проектні рішення	19
1.3. Загальні вказівки.....	20
1.4. Розташування об'єкта і загальна характеристика.....	20
1.5. Рельєф міста.....	21
1.6. Геологічні та гідрологічні дані	22
1.7. Глибина промерзання ґрунтів	24
1.8. Встановлення локалізатора пошкоджень	25
2.1. Нормативно-правова база	31
2.2. Схеми мереж	32
3.1. Монтажна схема	35
3.2. Поздовжній профіль	38
3.3. Теплові камери.....	40
3.4. Опори	47
3.5. Компенсатори температурних подовжень	50
3.5.1. Г – подібний компенсатор	54
3.5.2. П – подібний компенсатор	55
3.5.3. Сальниковий компенсатор	57
3.5.4. Сильфонний (лінзовий) компенсатор	58
3.5.5. Розрахунок Г – подібного компенсатора.....	59
4.1. Класифікація	63
4.2. Технологія виготовлення	64
4.3. Технологія монтажу	67

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
Зм.	Лист	№ док.ум.	Підпис	Дата		8

5.1. Підприємства з виготовлення попередньо ізольованих труб.....	71
5.2. Методика визначення оптимальної товщини ізоляції.....	77
5.3. Вихідні дані для розрахунків	78
5.4. Результати дослідження	79
5.5. Порівняльний аналіз результатів з існуючими ППТ.....	90
6.1. Thermo-Economic Assessment on Insulation Conditions of the Buried Heating Pipeline for District Heating.....	96
6.2. Thermo-economic analysis of pipe insulation for district heating piping systems	100
6.3. Optimization insulation thickness and reduction of CO ₂ emissions for pipes in all generation district heating networks (Terhan, 2022).....	101
6.4. Economic and environmental impacts of insulation in district heating pipelines..	104
6.5. Optimization of Multilayer Thermal Insulation For Pipeline	106
6.6. Cost analysis for optimum thicknesses and environmental impacts of different insulation materials.....	108
6.7. Висновок за результатами аналізу літературних джерел.....	110
Висновок.....	113
Список використаної літератури	115
Додаток А.....	
Додаток Б.....	

Вступ

Попередньо ізольовані трубопроводи (ПІТ, англ. pre-insulated pipes) — це заводські труби, у яких сталевий провідний елемент (service pipe) оточений шаром теплової ізоляції (зазвичай спінений пінополіуретан) та захисною оболонкою (поліетилен високої щільності або сталевий кожух). Основна мета таких труб — зберігати температуру теплоносія на протязі траси, мінімізувати теплові втрати та підвищити ефективність централізованого тепlopостачання в містах і на підприємствах. Згідно з міжнародним стандартом EN 253, термін служби таких систем досягає 30 років при температурі до 120 °С, а теплопровідність ізоляції становить приблизно 0,027–0,029 Вт/(м·К).

В Україні технічні характеристики ПІТ регламентуються стандартом ДСТУ Б В.2.5-31:2007 «Трубопроводи попередньо теплоізольовані спіненим поліуретаном для мереж гарячого водопостачання та теплових мереж» [1]. Цей документ визначає вимоги до матеріалів, конструкції, геометричних параметрів, якості стикових з'єднань та експлуатаційних характеристик труб.

Типова конструкція попередньо ізольованого трубопроводу включає [1]:

- Сталева провідна труба (безшовна або зварна) — виготовляється згідно з ДСТУ 8938:2019 або ДСТУ 8943:2019, призначена для транспортування теплоносія під тиском до 1,6 МПа.
- Ізоляційний шар — жорсткий пінополіуретан (ППУ) з низькою теплопровідністю, що забезпечує ефективне збереження тепла.
- Зовнішня оболонка — поліетиленова (тип PE-80 або PE-100), або металева з антикорозійним покриттям.
- Сигнальні провідники — вмонтовані у шар ППУ; дозволяють здійснювати дистанційний контроль герметичності трубопроводу.

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		10

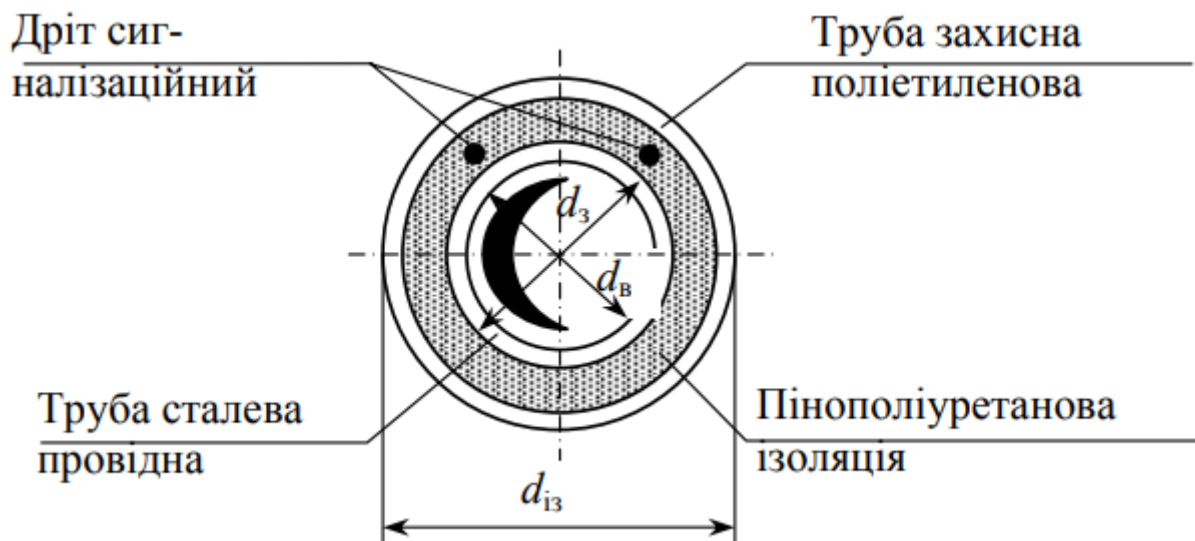


Рис.1. Конструкція попередньоізольованих трубопроводів

Попередньоізольовані труби застосовуються для транспортування теплоносія з такими робочими параметрами [2]:

- максимальна робоча температура довготривала, $t = 140^{\circ}\text{C}$ для сталевих труб та 95°C для полімерних труб;
- максимальна допустима (протягом 10 діб за рік) температура короткотривала, $t = 150^{\circ}\text{C}$ для сталевих труб;
- умовний тиск, $P_y = 1,6$ МПа для сталевих труб та $P_y = 1,0$ МПа для полімерних труб.

Впровадження в практику будівництва трубопроводів теплових мереж у поліуретановій оболонці типу “труба в трубі”, виготовлених в заводських умовах, забезпечує такі переваги у порівнянні з іншими способами прокладання теплових мереж:

- зниження теплових втрат через теплову ізоляцію;
- підвищення терміну безаварійної експлуатації теплових мереж;
- зниження експлуатаційних витрат;
- зниження витрат на ремонт теплових мереж.

До недоліків використання попередньоізольованих трубопроводів для безканального прокладання теплових мереж відносять:

- високу вартість трубопроводів, арматури та монтажу;
- складність технології монтажу;
- обмеження заглиблення трубопроводів (необхідність врахування впливу тиску ґрунту на захисну оболонку трубопроводу);
- обмеження за температурою теплоносія.

Проектування, монтаж і експлуатація теплових мереж із ПІТ здійснюється згідно з ДСТУ-Н Б В.2.5-35:2007 «Настанова з проектування, монтажу, приймання і експлуатації теплових мереж із попередньо ізольованими трубопроводами» [3], а також ДБН В.2.5-39:2008 «Теплові мережі» [4]. Ці документи регламентують допустимі способи прокладання — канальний, безканальний, надземний або в футлярах, залежно від геологічних умов, характеру забудови і навантаження на проїжджу частину.

Безканальне прокладання (найекономічніше) дозволяється у ґрунті за умов дотримання глибини залягання трубопроводу нижче рівня промерзання, що в Києві становить щонайменше 1,2 м [4].

Прокладання теплових мереж передбачає дотримання технологічних етапів, які включають: очищення поверхні сталевих труб, нанесення пінополіуретанової ізоляції, закриття захисною оболонкою, а також випробування стикових з'єднань перед монтажем на трасі [5], [3]. Відповідно до ДСТУ-Н Б А.3.1-27:2014, при проходженні трубопроводу через вулиці або ділянки з високим навантаженням застосовується метод прокладання у футлярах або безтраншейне буріння [3].

Системи на основі ПІТ мають низку суттєвих переваг:

- Зниження теплових втрат — у 3–5 разів менші порівняно зі старими теплотрасами (до 2 % на 1 км) [5], [7].
- Тривалий термін експлуатації — 30–40 років без капітального ремонту.

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		12

- Швидкий монтаж — особливо при безканалному способі, який дозволяє скоротити тривалість монтажу в 2–3 рази [6].
- Економічна ефективність — зменшення капітальних витрат на 15–20 % і експлуатаційних — у кілька разів [6].
- Моніторинг герметичності — завдяки вмонтованим сигнальним кабелям [1].

Усе це робить ПІТ ключовим елементом у модернізації теплових мереж в Україні, особливо в контексті реформ енергоефективності, що проводяться на рівні державної політики.

Ізоляція визначається як ті матеріали або комбінації матеріалів, які уповільнюють потік теплової енергії, виконуючи одну або декілька з наступних функцій:

1. Заощаджують енергію шляхом зменшення втрат або надходження тепла.
2. Контролюють температуру поверхонь для захисту та комфорту персоналу.
3. Сприяють контролю температури процесу.
4. Запобігають потоку пари та конденсації води на холодних поверхнях.
5. Підвищують ефективність роботи систем опалення, вентиляції, охолодження, водопостачання, парових, технологічних та енергетичних систем, що знаходяться в комерційних та промислових установках.
6. Запобігають або зменшують пошкодження обладнання від впливу вогню або агресивних середовищ.

Також товщина ізоляційного матеріалу вибирається з урахуванням середньої температури навколишнього середовища в регіоні, теплопровідності ізоляційного матеріалу та його ціни. Збільшення товщини ізоляційного матеріалу не тільки зменшить забруднення повітря, але й збільшить економію енергії. Однак товщина ізоляції, яка дозволяє нульові втрати тепла, не є ні практичною, ні економічною. Слід

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
						13
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

визначити точку балансу між вартістю ізоляційного матеріалу та отриманою економією. Точка балансу вказує на оптимальну товщину ізоляції.

В даний час розробляються та випробовуються різні системи теплоізоляції, що використовують різні типи теплоізоляційних матеріалів як на органічній (пінополіуретан, деревна вовна, корок, солома, технічні коноплі), так і на неорганічній основі (піноскло, скло та мінеральні волокна). Крім того, більшість доступних досліджень зосереджені на ізоляції будівель, та холодильних складів через великий потенціал економії енергії. Ці дослідження розглядають плоску пластину або сляб як геометричну конфігурацію, що представляє великі площі дахів та фасадів. З іншого боку, досліджень щодо покращення теплоізоляції для циліндричної геометрії мало, незважаючи на широке використання трубопроводів та циліндричних теплообмінників на нафтопереробних заводах, у хімічній промисловості, централізованому теплопостачанню / охолодженню та на електростанціях. Наприклад, Закі та Аль-Туркі [7] вивчали оптимізацію багат шарової теплоізоляції для трубопроводів. Вехсатол та ін. досліджували оптимальне геометричне розташування схем для рівномірного розподілу гарячої води по площі. Кількість ізоляційного матеріалу, об'єм усіх труб та кількість матеріалу стінки труб були основними обмеженнями в їхній роботі. У новішій роботі [8] вони досліджували оптимізацію деревоподібної системи ізольованих труб для розподілу потоку гарячої води по площі, рівномірно покритій користувачами, які повинні отримувати однакову швидкість потоку гарячої води. Вони показали, що геометрія ізольованої деревоподібної структури відносно нечутлива до того, як ізоляція розподілена по всіх трубах. Теплові характеристики конструкції також виявилися відносно нечутливими до того, наскільки точно оптимізовано розподіл розмірів труб та радіуса ізоляції. Кальйон та Сахін [9] досліджували оптимальну товщину ізоляції труби, що піддається конвективній теплопередачі, яка мінімізує втрати тепла, використовуючи підхід теорії керування та метод найкрутішого спуску.

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
						14
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Сахін досліджував оптимальну ізоляцію трубопроводів, що піддаються зовнішньому тепловому випромінюванню. Він знайшов оптимальну варіацію товщини ізоляції вздовж труби, використовуючи обмежену кількість ізоляційного матеріалу, щоб мінімізувати теплопередачу. Через зручність реалізації, функція товщини ізоляції в його аналізі вважається лінійною вздовж повітропроводу. У подальшому їхньому дослідженні [10] аналітично досліджувався критичний радіус ізоляції для круглої труби, що піддається радіаційній та конвективній теплопередачі. Вони виявили, що може існувати критична товщина ізоляції, при якій теплопередача між рідиною та радіаційним середовищем стає максимальною.

Аналіз вартості життєвого циклу часто застосовується до енергетичних технологій та будівельних проектів. Аналіз вартості життєвого циклу може показати, що початкові витрати на додаткову ізоляцію будівлі або трубопровідної системи можуть призвести до чистої економії протягом терміну служби будівлі або трубопровідної системи. Концепція вартості життєвого циклу використовується для визначення оптимальної товщини ізоляції, щоб врахувати вплив зміни процентних ставок та інфляції, які безпосередньо впливають як на вартість ізоляційних матеріалів, так і на паливо.

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
						15
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1
ВИХІДНІ ДАНІ ДО ПРОЕКТУВАННЯ

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		16

1.1. Паспорт проекту

Проект перекладання тимчасової теплової мережі на 2Ø273/400мм від ТК813/10 до ТК 813/10-2а та 2Ø273/400мм від ТК813/10-2а до ТК 813/10-4, 2Ø219/315мм від ТК813/10-4 до ТК 813/10-5 та підключення об'єкта на ділянці від ТК 813/10-4а до ТК 813/10-6 ТМ №2,8 ТЕЦ-5 РТМ «Печерськ» діаметром 2Ø133/225(ПІТ) до проект. ж/б для об'єкту "Будівництво житлово-офісного комплексу з торгівельними приміщеннями та паркінгом" по вул. Князів Острозьких, 7 у Печерському районі м. Києва» виконано на основі:

1. Генерального плану забудови.
2. ДБН В.2.5:39-2008 „Теплові мережі”
3. Правил будови і безпечної експлуатації трубопроводів пари та гарячої води.
4. Правил технічної експлуатації теплових установок і мереж.

Вузол приєднання: на межі земельної ділянки будівництва або на земельній ділянці забудови

Розрахунковий температурний графік $T_1 - T_2 = 150 - 70^{\circ}\text{C}$

Проектом передбачено перекладання тимчасової теплової мережі 2Ø273/400мм від ТК813/10 до ТК 813/10-2а та 2Ø273/400мм від ТК813/10-2а до ТК 813/10-4, 2Ø219/315мм від ТК813/10-4 до ТК 813/10-5. Тимчасова теплова мережа прокладається безканально та частково в каналах.

Проектом передбачено підключення об'єкта до теплових мереж ТМ №2,8 ТЕЦ-5 РТМ «Печерськ» від ВТ-1 до проект. ж/б діаметром 2Ø133/225(ПІТ). Тимчасова теплова мережа прокладається безканально, частково в каналах.

Трубопроводи прийняті із сталевих електрозварних труб по ДСТУ 8943:2019 група В Сталь 20 ДСТУ 7809:2015, попередньоізольовані згідно ДСТУ Б В.2.5.-31:2007. В теплових камерах трубопроводи ізолювати тепловою ізоляцією.

Перед виконанням земляних робіт викликати представника кабельних мереж, мереж зв'язку, водоканалу, служби газу та відшурфувати вручну всі інженерні

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
						17
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

мережі. У випадку невідповідності натурних відміток з відмітками в проекті – викликати представника проектної організації.

Чинний проект розроблено у відповідності з діючими нормами, вимогами і правилами, в тому числі по охороні праці та техніці безпеки. При дотриманні правил експлуатації та інструкцій по техніці безпеки експлуатація об'єкту безпечна.

Після монтажу трубопроводів необхідно виконати:

- Гідравлічний іспит трубопроводів на $P_{\text{проб}}=1,25 P_{\text{роб}}=1,25 \times 16=20$ кгс/см² для подавального та зворотнього трубопроводів.
- Виконати муфтування;
- Нанести теплову ізоляцію на трубопроводи в теплових камерах;
- Промивку трубопроводів виконати гідропневматичним способом за допомогою компресору та тиском 6,0 атм. водопровідною водою;
- Промивку та продувку компресором виконати не менше трьох разів (до повного очищення трубопроводу).

Покриття теплових камер

В теплових камерах застосовуються наступні захисні покриття:

- Антикорозійне покриття – кремнійорганічна композиція "КО-88" (три шари - для основних труб, два шари – для дренажів та повітряників).
- Основний теплоізоляційний шар – Isover теплоізоляційний $s=80$ мм.
- Покривний шар – склотканина.

Всі зварні з'єднання трубопроводів (включаючи шви приварних деталей) розміщуються так, щоб була забезпечена можливість їх контролю ультразвуковими методами (для трубопроводів ПІТ - 100% контроль стиків).

Роботи по укладанню трубопроводів ПІТ виконувати при t не нижче -5°C . Температура поверхонь, що ізолюються, повинна підтримуватися в діапазоні від $+15^{\circ}\text{C}$ до $+45^{\circ}\text{C}$.

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
						18
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунковий строк служби труб попередньоізольованих становить 30 років. Розрахункова кількість пуску трубопроводу теплової мережі із холодного стану протягом розрахункового строку служби передбачена 120 разів.

Діаметри трубопроводів вибрані на підставі гідравлічного розрахунку. Схема компенсації температурних подовжень підтверджується розрахунком на міцність.

1.2. Проектні рішення

В даному проекті передбачено аварійну сигналізацію на трубопроводі теплової мережі.

Попередньоізольовані труби складаються:

- сталева провідна труба;
- зовнішня труба, виготовлена із твердого поліетилену;
- міжтрубний простір заповнений поліуретановою піною;
- сигналізаційні провідники для систем аварійної сигналізації.

Електронна система аварійної сигналізації трубопроводів "Вологостійкості IP-67".

Правильність, якість виконання з'єднань системи аварійної сигналізації в процесі будівництва здійснюється контрольним приладом. Контроль за станом трубопроводів в процесі експлуатації здійснюється детектором пошкоджень на автономному живленні DU4-2000 RU BAT , який підключатиметься до кабелів сигналізації, що будуть виведені під коври АС з теплових камер ТК-813/10-5, ТК-813/10-3(існ.рек.), ТК-813/10-2а та ТК-813/10(існ.рек.) (коври встановлюється в зеленій зоні) та RI4-2000 в ж/б №6.

В проекті вказана проектна фізична довжина контурів, фактичну електричну довжину яких уточнити після монтажу теплової мережі та перевірки системи аварійної сигналізації.

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
						19
Зм.	Лист	№ док.ум.	Підпис	Дата		

В системі аварійної сигналізації застосовуються комплектуючі фірм АВВ та Української будівельної компанії №1.

Монтаж заземлення, коробок приєднання та з'єднання виконувати з використанням нержавіючої сталі або з антикорозійним покриттям. Штекери для з'єднання з кабелями та гнізда повинні бути вироблені з латуні. Спаювати всі провідники наявні в трубопроводі.

1.3. Загальні вказівки

1. Технічні рішення, які прийняті в робочих кресленнях відповідають вимогам екологічних, санітарно-гігієнічних, протипожежних та інших діючих норм та правил, які забезпечують безпечну для життя і здоров'я людей експлуатацію об'єкту при дотриманні заходів, що передбачені робочими кресленнями.
2. Для контролю та локалізації дефектів теплогідроізованих трубних секцій - проектом передбачена система аварійної сигналізації "Вологостійкості IP-67", яка контролює кожен метр трубопроводу і забезпечує пошук пошкоджених ділянок тепломережі.
3. Правильність, якість виконання з'єднань системи аварійної сигналізації в процесі будівництва здійснюється контрольним приладом.

Контроль за станом трубопроводів в процесі експлуатації здійснюється детектором пошкоджень на автономному живленні DU4-2000 RU BAT . Детектор підключається до кабелів сигналізації, які виводяться під коври АС поряд з тепловими камерами. Також контроль за станом трубопроводів в процесі експлуатації здійснюється локатором пошкоджень RI4-2000. Локатор підключається до кабелів сигналізації, які виводяться в ж/б №6.

1.4. Розташування об'єкта і загальна характеристика

Об'єкт реконструкції розташований у межах центральної частини міста Києва — на вулиці Князів Острозьких, 7, що проходить у межах Печерського району

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		20

столиці. Це територія з високою щільністю міської забудови, значним пішохідним і транспортним потоком, а також важливими соціальними, житловими та адміністративними об'єктами.

Існуюча тепломережа, що реконструюється, забезпечує теплом житлові будинки, установи та об'єкти соціальної інфраструктури. У зв'язку зі зносом трубопроводів та для підвищення надійності теплопостачання планується повна або часткова заміна теплових мереж на сучасні технології – зокрема, попередньо ізольовані труби канальому або безканальому прокладанні.

Під час робіт будуть впроваджені тимчасові правила дорожнього руху, заходи безпеки та узгоджене закриття певних ділянок доріг. Роботи проводяться в рамках планової модернізації системи опалення міста Києва, спрямованої на зменшення втрат тепла, підвищення енергоефективності та забезпечення стабільної роботи системи опалення.

1.5. Рельєф міста

Місто Київ розташоване на обох берегах річки Дніпро та має складний і різноманітний рельєф. Його правобережна частина, до якої належить більшість історичних районів, включаючи Печерський, характеризується пересіченою місцевістю, численними пагорбами, ярами, балками та терасами, що спускаються до річки. Тут зустрічаються як високі плоскі плато, так і глибоко врізані в долину Дніпра природні утворення.

Рельєф Печерського району коливається від 130 до 190 м над рівнем моря. Значні перепади висот та наявність ярів створюють складні інженерно-геологічні умови для будівництва, що часто вимагають додаткових технічних рішень для прокладання теплових мереж, водопроводів, тунелів та доріг.

Район характеризується щільною забудовою та розвиненою інфраструктурою: тут розташовані урядові будівлі, дипломатичні представництва, пам'ятки історії та культури, навчальні заклади, медичні заклади, а також житлові будинки. Завдяки

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
						21
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

своєму географічному розташуванню та історичному значенню Печерський район є одним із найбільш соціально та інженерно орієнтованих районів Києва.

Таким чином, Печерський район поєднує складний природний рельєф з розвиненою інфраструктурою, що створює як переваги, так і труднощі при реалізації будівельних та інженерних проектів, особливо при реконструкції теплових мереж.

1.6. Геологічні та гідрогеологічні дані

Геологічні умови

Територія Печерського району м. Києва характеризується складною інженерно-геологічною будовою. У межах району залягають різновікові ґрунти, представлені переважно четвертинними та частково неогеновими відкладами [11], [12].

Найпоширеніші типи ґрунтів у районі:

- Лесовидні суглинки (суглинки легкі та середні).
- Супіски та піски.
- Глини пластичні та тугопластичні — залягають на глибинах понад 5–10 м, мають низьку водопроникність, стійкі до деформацій [13].
- Делювіальні ґрунти (продукти зсувних процесів) — нестійкі, часто водонасичені [14].
- Насипні ґрунти.

Таблиця 1. Типи ґрунтів та їх характеристики

Тип ґрунту	Глибина залягання, м	Коефіцієнт пористості e	Кут внутрішнього тертя, °	Межева міцність на зсув, кПа	Модуль деформації E , МПа	Межа плинності, %	Категорія ґрунту за несучою здатністю
Лесовидний суглинок (сухий)	0,5–5,0	0,50–0,65	18–22	17–25	8–12	20–25	Середній

Продовження таблиці 1

Лесовидний суглинок (вологий, просадний)	0,5–5,0	0,65–0,80	10–15	10–18	5–8	25–35	Слабкий
Супісок (щільний)	1,0–6,0	0,40–0,55	28–32	20–30	10–15	—	Середній–добрий
Пісок дрібний (насичений водою)	2,0–8,0	0,50–0,65	26–30	15–25	8–12	—	Слабкий–середній
Глина тугопластична	3,0–10,0	0,40–0,50	14–18	25–35	10–20	30–40	Добрий
Насипні ґрунти (неущільнені)	0,0–3,0	0,70–1,00	10–18	8–15	2–5	—	Дуже слабкий

У геологічному розрізі глибина залягання твердих, скельних порід (гранітів) — понад 400 м. Основна товща, що впливає на інженерне проектування — до 30 м, складається з вищенаведених порід [11].

Гідрогеологічні умови

Ґрунтові води у Печерському районі мають переважно безнапірний характер, залягають на глибинах від 1,5 до 10 м залежно від рельєфу [12]. На ділянках ярів і низин можливе сезонне підтоплення. У разі виконання робіт на глибинах понад 2 м можливе капілярне підняття вод і необхідність улаштування тимчасового дренажу [15].

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
						23
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Печерський район також характеризується зсувною небезпекою на крутих схилах, особливо поблизу Дніпра. У таких зонах доцільне виконання додаткових інженерно-геологічних вишукувань та стабілізаційних заходів [14], [15].

1.7. Глибина промерзання ґрунтів

Глибина промерзання ґрунту — це максимальна глибина, на яку може промерзнути земля взимку в конкретному регіоні. Цей показник є критично важливим при проєктуванні та прокладанні теплових мереж, водогонів, каналізацій та інших інженерних комунікацій.

Прокладка теплових мереж вище рівня промерзання може призвести до:

- замерзання води чи теплоносія;
- розриву труб;
- збільшення витрат на обслуговування та ремонт.

Глибина промерзання в Україні (орієнтовно) залежить від клімату регіону, типу ґрунту та наявності снігового покриву.

Таблиця 2. Глибина промерзання ґрунту

Регіон України	Глибина промерзання (м)
Південь (Одеса, Херсон)	0.8–1.0
Центр (Київ, Полтава)	1.0–1.2
Північ (Чернігів, Суми)	1.2–1.5
Карпати	1.0–1.4

Теплову мережу прокладають:

- Нижче глибини промерзання – мінімум на 20–30 см глибше, ніж нормативна глибина.
- Ізоляція – труби повинні мати якісне утеплення (наприклад, пінополіуретан + кожух із ПВХ/сталевий).
- Захисні коробки/канали – особливо для теплотрас в ґрунті.

- Моніторинг температури – у сучасних системах теплопостачання можливе встановлення сенсорів для контролю.
- У разі прокладки на глибині меншій за нормативну (виключно за обґрунтованими технічними умовами), обов’язкове додаткове утеплення або застосування кабельного підігріву.

Згідно з будівельними нормами [14], [13], для м. Києва (II геокліматична зона):

- Розрахункова глибина промерзання ґрунтів становить 1,2–1,4 м.
- Для теплотрас та інженерних мереж рекомендована глибина закладання — не менше 1,6 м до верху труби, з урахуванням тепловтрат та безперебійної роботи в зимовий період [14], [16].

1.8. Встановлення локалізатора пошкоджень

1. Контроль за станом трубопроводів здійснюється локалізатором пошкоджень 4-канальним стаціонарним, який встановлюється в ІТП житлового будинку в шафі для контрольного приладу.
2. З'єднувальний кабель системи сигналізації попередньо ізольованих трубопроводів закріпити по стінах.
3. Забороняється виконувати виміри контрольним приладом при електрозварюванні та підключати інші вимірювальні прилади, якщо система з'єднана з локалізатором пошкоджень.
4. Прилад контролю (локалізатор) серії R14-2000.

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
						25
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

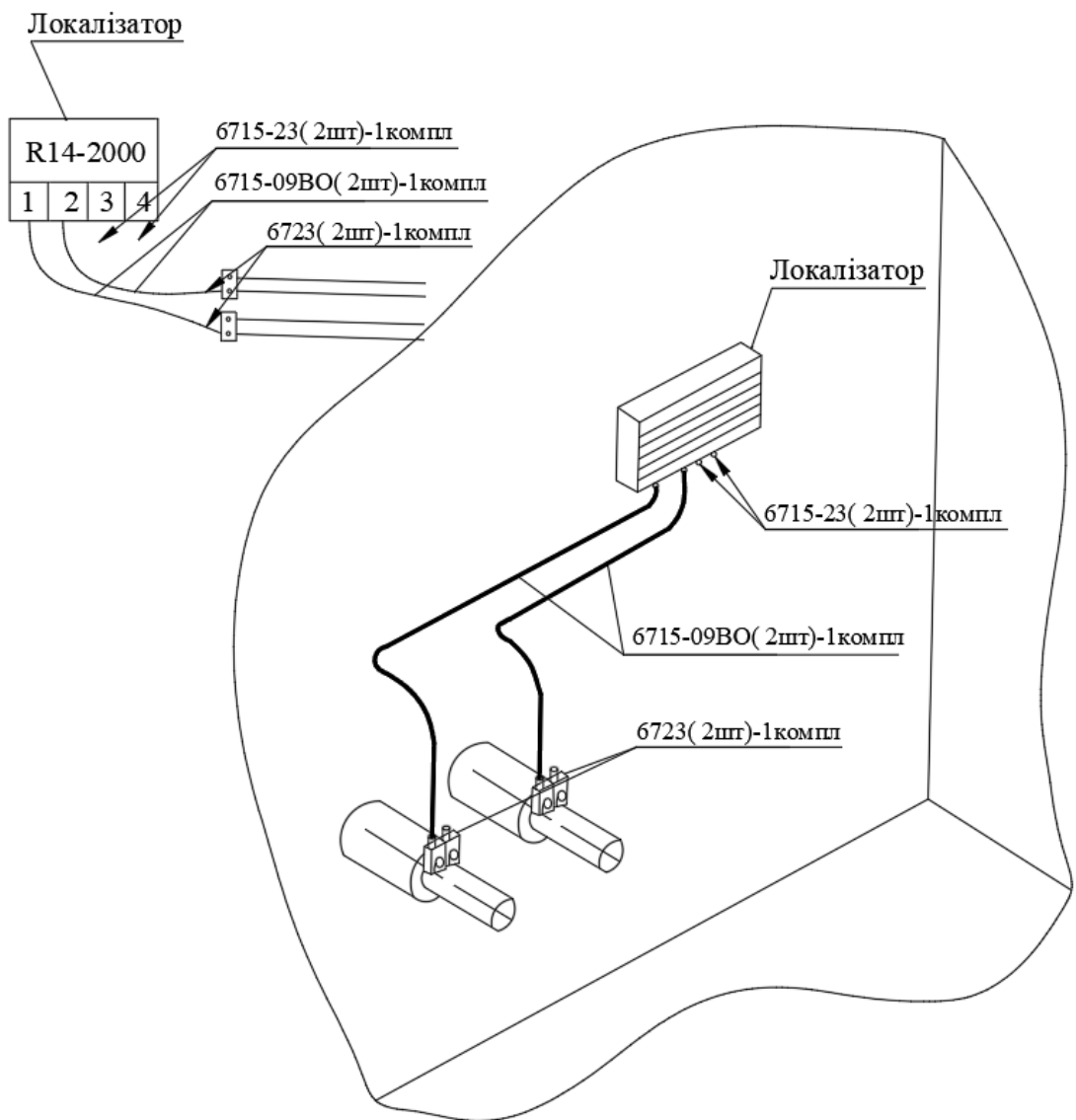


Рис.2. Схема підключення локалізатора пошкоджень

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

РОЗДІЛ 2
ГЕНЕРАЛЬНИЙ ПЛАН

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		27

Генеральне планування територій та об'єктів капітального будівництва є невід'ємною складовою містобудівного проектування, що забезпечує раціональне використання земельних ресурсів, створення безпечних та зручних умов для праці й проживання, а також зниження витрат на будівництво та експлуатацію інженерної інфраструктури. Роль генерального плану полягає не лише в розміщенні будівель і споруд, але й у створенні цілісної інженерно-технологічної та соціальної структури майбутнього об'єкта.

Як зазначають фахівці, успішна реалізація будь-якого будівельного проекту неможлива без чітко розробленого генплану, що враховує як природні умови, так і містобудівне середовище.

Генеральний план населеного пункту – це комплексний стратегічний документ, який регулює просторовий розвиток території, встановлює функціональне призначення земельної ділянки, параметри забудови, транспортну та соціальну інфраструктуру, системи інженерного забезпечення, екологічні вимоги та умови охорони культурної спадщини. Він складається з урахуванням державних, громадських та приватних інтересів і має враховуватися під час планування, будівництва та реконструкції об'єктів на планованій території. Генеральний план забезпечує цілісне бачення довгострокового розвитку міста чи села, зазвичай на термін не менше 15–20 років. Його розробка базується на ретельному аналізі існуючих забудов, прогнозуванні демографічних та економічних змін, оцінці природно-кліматичних умов та розрахунку інженерного забезпечення [17].

В українському законодавстві генеральний план є найважливішим документом містобудування на місцевому рівні. Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності» визначає його як фундаментальний документ просторового планування, що розробляється для кожного населеного пункту з метою раціонального використання території. Вимоги до структури та змісту генерального плану регламентуються державними будівельними нормами, зокрема ДБН Б.1.1-14:2021, а також новішими редакціями, що враховують сучасні підходи до просторового

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
						28
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

розвитку. З нормативної точки зору важливим є також зв'язок з європейськими принципами інтегрованого просторового планування, особливо в контексті адаптації України до стандартів ЄС. У цьому контексті сучасне планування повинно враховувати не лише архітектурні та структурні фактори, а й соціальні, екологічні, інфраструктурні та безпекові [18].

Генеральний план зазвичай складається з двох основних частин: графічної та текстової. Графічна частина містить основний креслення планувальної структури із зазначенням меж населеного пункту, функціонального зонування територій, основних доріг, інженерних мереж, зелених насаджень та об'єктів культурної спадщини. В окремих випадках додаються також спеціалізовані схеми — транспортна, інженерна, водопостачання та водовідведення, протипожежна охорона, охорона навколишнього середовища тощо. Текстова частина (пояснювальна записка) містить аналітичні матеріали щодо сучасного стану території, демографічні та економічні прогнози, містобудівне обґрунтування, техніко-економічні показники розвитку, перелік пропозицій щодо реалізації генерального плану. Особлива увага в пояснювальній записці приділяється раціональному землекористуванню, будівництву громадських центрів, вдосконаленню транспортної мережі, системам технічного забезпечення та інституційному забезпеченню реалізації рішень [19].

Розробка генерального плану відбувається в кілька послідовних фаз. На підготовчому етапі збираються вихідні дані, проводяться топографо-геодезичні вишукування, аналізуються існуючі містобудівні документи та визначаються цілі планування. Наступний етап – розробка проекту – передбачає підготовку попереднього проекту та різних планувальних рішень. Згодом розробляється детальний проект генерального плану. Після проходження експертизи проект підлягає громадським слуханням, консультаціям з відповідними органами та затвердженню рішенням міської ради. Зазвичай генеральний план розробляється на період від 15 до 20 років. Однак, враховуючи соціально-економічну динаміку, часткове коригування допустиме не частіше, ніж кожні п'ять років [20].

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
						29
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

У практиці планування існує кілька видів генеральних планів. Поелементні генеральні плани розробляються для окремих функціональних зон або інфраструктурних елементів, наприклад, транспортної мережі, інженерних систем або зелених зон. Зведений генеральний план інтегрує всі поелементні частини в єдину систему. Окремим видом є будівельний генеральний план — це проектна документація, що складається на окремий будівельний майданчик. У цьому плані враховуються розміщення основних і допоміжних споруд, тимчасових об'єктів, складів, під'їзних шляхів, інженерних мереж, пожежних проїздів тощо. Такий план є частиною організаційно-технологічної документації, необхідної для ефективного управління будівництвом [18].

Сучасні концепції генерального планування керуються принципами сталого розвитку, які забезпечують гармонійний взаємозв'язок між забудованими територіями, природним середовищем та соціальною інфраструктурою. Важливо враховувати такі принципи, як функціональний склад, щільність забудови, транспортне сполучення, пішохідна логістика, доступ до зелених зон та екологічний баланс. Інтеграція цифрових технологій, таких як геоінформаційні системи (ГІС), інформаційне моделювання будівель (BIM) та тривимірне картографування, сприяє візуалізації рішень та забезпечує прозорість процесу планування для громадськості. Участь громадян, прозорість процедур та онлайн-платформи для обговорення проектів стають обов'язковим компонентом демократичного управління містобудуванням [21].

Особливістю генерального планування в Україні є поєднання радянської містобудівної спадщини з новітніми європейськими підходами. Історично, радянські генплани були орієнтовані на централізоване розміщення виробництва, жорстке функціональне зонування та типову житлову забудову. Сучасні українські міста, натомість, прагнуть до децентралізації, поліцентричності, розвитку локальної інфраструктури, інтеграції з приміськими зонами. У таких містах, як Київ, Львів, Полтава, Чернівці, активно впроваджуються інтегровані підходи до просторового

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
						30
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- ДБН Б.2.2-12:2019 – головний документ щодо планування і забудови територій;
- ДСТУ Б А.2.2-3:2014 – визначає склад, структуру, порядок погодження генерального плану промислових підприємств;
- Закон України «Про регулювання містобудівної діяльності» – встановлює правові рамки формування містобудівної документації;
- Земельний кодекс України – регулює використання земельної ділянки, її цільове призначення;
- Накази Мінрегіону – містять технічні вимоги до складання генплану;
- ДБН В.2.5-75:2013 – системи водопостачання і каналізації;
- ДБН В.2.3-5:2018 – вулично-дорожня мережа населених пунктів.

2.2. Схеми мереж

На схемах мереж вказують:

- трубопроводи і їх зображення, арматуру, компенсатори, нерухомі опори, кути поворотів, опуски труб, точки дренажу трубопроводів;
- маркування елементів мереж та їх нумерацію;
- напрям ухилу;
- лінії січних площин поперечних перерізів і їх нумерацію;
- розрахункові навантаження на нерухомі опори (за необхідності).

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
						32
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

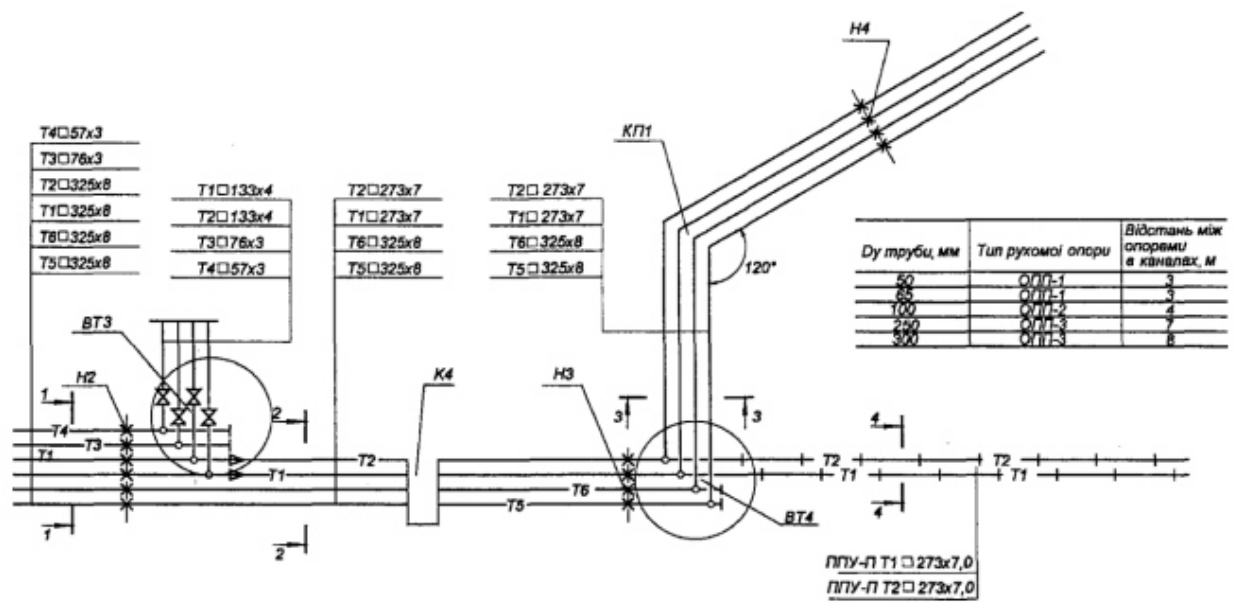


Рис.4. Приклад схеми мереж.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

РОЗДІЛ 3
ПРОЕКТ РЕКОНСТРУКЦІЇ ТЕПЛОВОЇ МЕРЕЖІ

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		34

3.1. Монтажна схема

Монтажна схема трубопроводів є основним кресленням, за яким здійснюється монтаж трубопроводів та обладнання. Розробку монтажної схеми починають з розбивки траси теплової мережі на генплані об'єкта. При розбивці траси передбачають мінімальний об'єм земляних робіт при підземному прокладанні, за можливості при цьому слід запобігати перетинання ярів та заболочених місць. За необхідності перетин теплової мережі із залізничними коліями та вулицями здійснюється під прямим кутом. При проектуванні траси рекомендується використовувати кути повороту для природної компенсації температурних подовжень трубопроводів. На монтажній схемі наводять діаметри та довжини ділянок трубопроводів, кути поворотів, місця встановлення камер, нерухомих опор, компенсаторів, компенсаторних ніш, запірної та регулюючої арматури, дренажних пристроїв та пристроїв для випускання повітря. Нерухомі опори встановлюють в місцях підключення відгалужень від траси до споживачів. Компенсатори розміщують між двома нерухомими опорами. Запірну арматуру встановлюють на відгалуженнях та для секціонування теплових мереж. В місцях встановлення секційних засувок передбачають перемички між подавальним та зворотним трубопроводами зі встановленням на перемичках вентилів або засувок [2].

Послідовність побудови монтажної схеми:

1. Безмаштабно креслимо конфігурацію теплових мереж.
2. Встановлюємо нерухомі опори на виході з джерела теплоти та на вході до споживачів, а також в точках врізки відгалужень.
3. Розставляємо нерухомі опори на відстані не більше за максимально допустимі, використовуючи ділянки самокомпенсації.
4. Між кожними двома опорами встановлюємо компенсатор.
5. В місцях встановлення засувок та сальникових компенсаторів встановлюємо теплофікаційні камери.
6. Нумеруємо

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
						35
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- нерухомі опори: Н1, Н2;
- кути повороту: УП-1, УП-2;
- теплофікаційні камери: УТ-1, УТ-2.

7. На монтажній схемі також наносять ухили та пристрої для дренажу і випуску повітря.

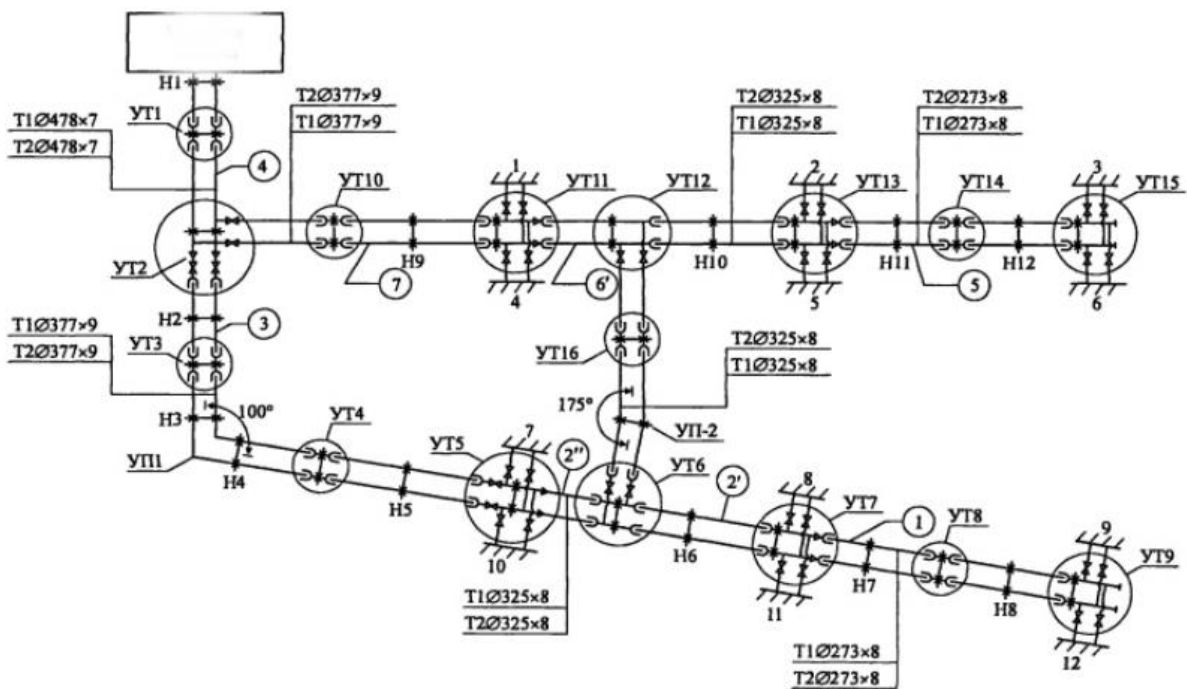


Рис.5. Приклад монтажної схеми.

Дренажні крани та повітроспускні клапани

Пристрої для дренажу та випуску повітря в системах теплопостачання допомагають уникнути гідравлічних ударів, корозії та зниження теплової ефективності.

Основні типи пристроїв та їх функції:

1. Пристрої для дренажу (зливу) води:

Дренажні крани (вентилі) – найпростіший і найпоширеніший спосіб для спорожнення ділянок системи від води. Встановлюються в найнижчих точках трубопроводів, радіаторів, колекторів.

Використовуються для:

- Зливу теплоносія перед ремонтом або обслуговуванням.
- Зливу системи на літній період (якщо система не використовується для ГВП).
- Видалення шламу та відкладень.

Спеціалізовані дренажні клапани. Деякі складніші системи можуть мати автоматичні дренажні клапани, які відкриваються при певному тиску або сигналі для зливу надлишку води або конденсату.

Дренажні колектори (розподільчі гребінки). У великих системах або в котельнях можуть бути облаштовані дренажні колектори, куди зводяться всі дренажні патрубки з різних ділянок системи. Це дозволяє централізовано зливати воду в дренажну каналізацію.

2. Пристрої для випуску повітря (повітровідвідники):

Наявність повітря в системі опалення може призвести до:

- "Завітрювання" радіаторів (холодні ділянки).
- Зменшення теплової потужності.
- Шумів у системі (булькання).
- Корозії металевих елементів.
- Зниження ефективності циркуляції.

Автоматичні повітровідвідники – це пристрої, які самостійно видаляють повітря з системи без втручання людини. Вони працюють за принципом поплавка.

Коли в камері накопичується повітря, рівень води падає, і поплавок опускається. Це відкриває клапан, і повітря виходить. Коли повітря виходить, рівень води піднімається, поплавок піднімається і закриває клапан.

Автоматичні повітровідвідники встановлюються в найвищих точках системи, на колекторах, розподільчих гребінках, котлах, після насосів. Вони бувають прямі, кутові, з відсікаючими клапанами (для зручності обслуговування без зливу системи).

Сепаратори повітря (мікробулькові сепаратори) - це більш складні пристрої, призначені для видалення навіть найдрібніших бульбашок повітря з теплоносія. Вони

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
						37
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

створюють умови, за яких мікробульбашки збираються в більші, які потім автоматично видаляються через вбудований повітровідвідник. Їх встановлюють у котельнях, на вході в котел або в найвищих ділянках магістральних трубопроводів.

Правильний підбір та встановлення пристроїв для дренажу та випуску повітря значно підвищує надійність, ефективність та термін служби системи тепlopостачання.

3.2. Поздовжній профіль

Поздовжній профіль теплової мережі — це графічне зображення траси тепломережі у вертикальній площині, яке показує зміну висотного положення трубопроводів і інших елементів мережі вздовж їхньої довжини. Він використовується для проектування, аналізу та експлуатації теплових мереж.

Поздовжній профіль будують у двох координатах. По горизонталі відкладають довжини ділянок траси, по вертикалі – ухили та глибину закладання теплової мережі. Вказують місця та відмітки інших споруд та комунікацій, які перетинаються з тепловою мережею, а також рівень ґрунтових вод. Для побудови поздовжнього профілю спочатку на горизонтальну вісь наносять розгорнутий план траси з відгалуженнями, кутами повороту, нерухомими опорами, компенсаторами та камерами. По вертикалі відкладають відмітки землі (натурні та проектні), наносять місця прокладання інших споруд та комунікацій, уточнюють відстань в просвіті між ними та тепловою мережею, які нормуються. Враховуючи ухил теплових мереж, визначають відмітки стелі та підлоги каналу, осі трубопроводу або верху та низу конструкції трубопроводу теплової мережі [2].

Метою розробки поздовжнього профілю є визначення глибини прокладання теплової мережі відносно землі та інших інженерних комунікацій.

При прокладанні теплових мереж нормується відстань в просвіті між тепловою мережею та іншими інженерними комунікаціями.

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
						38
Зм.	Лист	№ док.ум.	Підпис	Дата		

Теплові мережі повинні прокладатися з мінімальним ухилом 2‰ (проміль).
 Нижніх точках теплової мережі встановлюються дренажні пристрої які виводять в дренажні колодязі, в верхніх точках пристрої для випуску повітря.

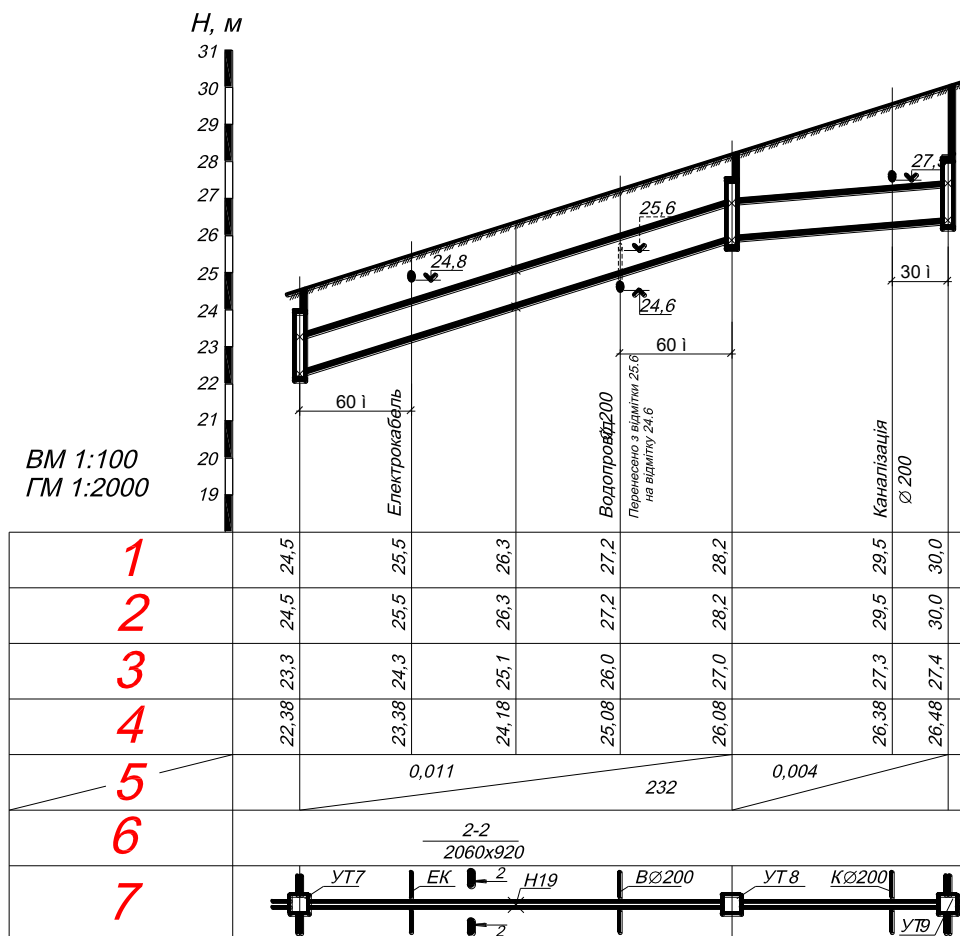


Рис.6. Приклад розробки поздовжнього профілю.

де:

- 1 – натурні відмітки землі ;
- 2 – проектні відмітки землі;
- 3 – відмітка стелі каналу;
- 4 – відмітка підлоги каналу;
- 5 – довжина ділянки на ухил;
- 6 – переріз;
- 7 – розгорнутий план.

3.3. Теплові камери

Теплофікаційні камери, або як їх ще називають, теплові камери – це підземні або наземні споруди, призначені для розміщення різних елементів теплових мереж.

Призначення та функції теплофікаційних камер

- Розміщення запірної та регулюючої арматури.

У камерах встановлюються засувки, вентиля, кульові крани, які дозволяють відключати окремі ділянки теплопроводу для ремонту, обслуговування або регулювання потоку теплоносія.

- Розміщення компенсаторів.

Компенсатори (сильфонні, сальникові, П-подібні) встановлюються для компенсації температурних розширень теплопроводів. Це запобігає деформації та пошкодженню труб через зміни температури теплоносія.

- Розміщення дренажної арматури.

У камерах можуть бути передбачені крани для зливу теплоносія з ділянок мережі під час ремонту або для видалення повітря.

- Розміщення контрольно-вимірювальних приладів.

Манометри, термометри та датчики, що дозволяють контролювати параметри теплоносія (тиск, температура).

- Розгалуження теплових мереж.

У камерах часто відбувається розгалуження основних теплопроводів на менші лінії, що йдуть до окремих будівель або кварталів.

- Обслуговування та ремонт.

Камери забезпечують доступ до елементів теплової мережі для їх періодичного обслуговування, діагностики та ремонту без необхідності розкопувати всю трасу.

Види та конструкція теплофікаційних камер

Теплофікаційні камери можуть бути різних типів залежно від матеріалу, розмірів та глибини залягання:

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		40

- Збірні залізобетонні. Найпоширеніший тип, що складається з типових залізобетонних елементів (кілець, плит перекриття, днищ).
- Монолітні залізобетонні. Застосовуються рідше, переважно для великих або нестандартних камер.
- Цегляні. Використовувались раніше, зараз зустрічаються рідко через меншу довговічність у вологих умовах ґрунту.

Зазвичай над камерою розміщується люк для доступу та вентиляції. Внутрішній простір камери має бути сухим та вентиляваним, щоб запобігти корозії металевих елементів.

Важливість теплофікаційних камер

Теплофікаційні камери забезпечують:

- Зручність експлуатації. Спрощують доступ до мереж для контролю, регулювання та обслуговування.
- Надійність системи. Дозволяють локалізувати пошкодження та проводити ремонтні роботи на окремих ділянках без повного відключення всієї системи.
- Безпеку. Забезпечують можливість відключення ділянок для проведення робіт у безпечних умовах.

Без належного функціонування теплофікаційних камер, підтримка працездатності та ремонт теплових мереж був би значно складнішим і дорожчим процесом.

Метою побудови теплофікаційної камери є вибір її мінімально допустимих розмірів, які дозволяють забезпечити монтаж та обслуговування обладнання, яке розташоване в тепловій камері.

В [4] наведено мінімально допустимі відстані для монтажу і обслуговуванням засувок, компенсаторів, дренажних пристроїв та пристроїв для випуску повітря.

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
						41
Зм.	Лист	№ док.ум.	Підпис	Дата		

Для випуску води через дренажні пристрої біля камери передбачається дренажний колодязь. Підлога камери виконується з ухилом в бік приямку для стікання вологи, який розташовано під одним з люків камери.

Плита перекриття має, як мінімум, 2 люки. Розміщення обладнання повинно забезпечити прохід обслуговуючого персоналу. Шпінделі засувок не можна направляти вниз, за вимогами техніки безпеки.

Послідовність побудови теплофікаційної камери

1. Креслемо в масштабі осі трубопроводів на відстані, як вони проходять пр. прокладанні в непрохідних каналах або безканально.
2. Наносимо товщини основних трубопроводів (в масштабі М:20, М:25, М:40, М:50).
3. Наносимо розміри нерухомих опор у вигляді контурних очерчень.

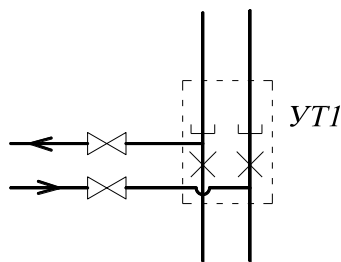


Рис.7. Схема теплофікаційної камери.

4. Наносимо трубопроводи відгалужень за умови, що монтажний зазор складає мінімум 100 мм в світлі, та відстань між осями трубопроводів на виході з камери повинно відповідати відстані при прокладанні в землі.
5. Наносимо розміри засувок з врахуванням розміру шпинделя, в розбіжку.
6. Креслімо сальникові компенсатори, пристрої для випуску повітря і дренажні пристрої, враховуючи монтажні зазори та розміри в розбіжку.
7. Відкладаємо допустимі відстані від трубопроводів та обладнання до стінок камери [4] та визначаємо мінімальні розміри камери.
8. Вибираємо найближчу більшу за розмірами плиту перекриття(стандартну).

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
						42
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

9. Креслімо характерні розрізи теплової камери та визначаємо висоту камери, глибину її закладання, за узгодженням з повздовжнім профілем.
10. Складаємо специфікацію обладнання, яке знаходиться в ТК.



Рис.8. Побудова теплофікаційної камери.



Рис.9. Труби та арматура в тепловій камері.

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		43

Теплові камери від BETON ENERGO

Збірні теплові камери були сконструйовані для скорочення часу будівництва і призначені для облаштування місця, де буде перетин як водопровідних так і теплових мереж. Камери виконані із збірних елементів, які мають квадратну форму. Дані елементи зібрані в спеціальному порядку. Нижня частина – виглядає як квадратна плита з днищем. Середня частина – являє собою наскрізне квадратний кільце, верхня частина теплової камери – схожа на нижню частину, тільки перевернута і з отвором 700 мм, яке призначене для входу персоналу, робота яких полягає в обслуговуванні розміщених систем в зібраній і діючій камері [23].

Якщо теплові камери проходять під дорогами то вона може бути посилена, призначеними для цього спеціальними дорожніми плитами, як над тепловою камерою, так і під її днищем. Підбираючи відповідні марки елементів теплових камер, можливо побудувати теплові камери будь-яких розмірів, які необхідні для даного об'єкта.

Сама конструкція теплових камер виготовляється з високоміцного бетону, який гарантує, що конструкція прослужить дуже довго і захистить внутрішній механізм від потраплянь вологи і як наслідок, поширення корозії.

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		44

Комплектація теплових камер

Марка	Внутрішні розміри (мм)			Набір елементів
	Довжина L _{вн}	Ширина B _{вн}	Висота H _{вн}	
ТК-1	1800	1800	2100	КС-1(8шт), КП-5(2шт)
ТК-2	2400	1800	2100	КС-1(4шт), КС-9(4шт), КП-2(4шт)
ТК-2А	2400	2400	2100	КС-2(4шт), КС-9(4шт), КП-2А(4шт)
ТК-3	3000	1800	2100	КС-1(4шт), КС-4(4шт), КП-2(4шт), КПд-1(2шт)
ТК-4	3000	2400	2100	КС-2(4шт), КС-4(4шт), КП-3(4шт)
ТК-5	3000	3000	2100	КС-3(4шт), КС-4(4шт), КП-3(4шт), КПд-2(2шт)
ТК-6	3600	3000	2100	КС-4(4шт), КС-5(4шт), КП-3(4шт), КПд-2(4шт)
ТК-6А	3600	2400	2100	КС-5(4шт), КС-9(4шт), КП-3А(4шт)
ТК-6Б	3600	3600	2100	КС-5(8шт), КП-3А(4шт), КПд-3(4шт)
ТК-8	4200	3600	2100	КС-5(4шт), КС-7(4шт), КП-4(4шт), КПд-4(4шт)
ТК-9	4200	4200	2100	КС-6(4шт), КС-7(4шт), КП-4(4шт), КПд-4(6шт)

Рис.10. Марки теплових камер.

де:

КС – стінові панелі;

КП, КПд – плити перекриття.

Марка	Марка (скор.)	Розміри (мм)			Маса, кг	Заставні деталі, шт	Ниша 120*120*150 мм
		Довжина L	Ширина В	Висота Н			
ПС 21.11.2	КС-1	2100	200	1050	900	4	—
ПС 27.11.2	КС-2	2700	200	1050	1170	4	—
ПС 33.11.2-1	КС-3	3300	200	1050	1450	4	—
ПС 33.11.2	КС-4	3300	200	1050	1450	6	✓
ПС 39.11.2	КС-5	3900	200	1050	1650	4	—
ПС 45.11.2	КС-6	4500	200	1050	1920	4	—
ПС 45.11.2-1	КС-7	4500	200	1050	1920	6	—
ПС 52.11.2	КС-8	5100	200	1050	2235	4	—
ПС 27.11.2-1	КС-9	2700	200	1050	1170	6	✓

Рис.11. Стінові панелі теплових камер.

Марка	Марка (скор.)	Розміри (мм)			Маса, кг
		Довжина L	Ширина В	Висота Н	
ПП 22.14.2	КП-2	2200	1390	200	1360
ПП 28.14.2	КП-2А	2800	1390	200	1770
ПП 34.14.2	КП-3	3400	1390	200	2020
ПП 40.14.2	КП-3А	4000	1390	200	2630
ПП 46.14.2	КП-4	4600	1390	200	2860
ПП 22.22.2	КП-5	2200	2200	200	2320
ПП 22.6.2	КПд-1	2200	590	200	650
ПП 34.6.2	КПд-2	3400	590	200	1000
ПП 40.6.2	КПд-3	4000	590	200	1180
ПП 46.6.2	КПд-4	4600	590	200	1370

Рис.12. Плити перекриття теплових камер.

3.4. Опори

Опорні конструкції трубопроводів теплових мереж поділяються на рухомі та нерухомі залежно від їх призначення.

Рухомі опори підтримують трубопровід у горизонтальному положенні та забезпечують його вільний рух по будівельних конструкціях внаслідок теплового розширення. Рухомі опори використовуються для всіх способів кріплення, крім безканалних. За принципом вільного руху рухомі опори поділяються на ковзні (рис.13), опори кочення (рис.14) та підвісні (рис.15). Опори кочення поділяються на коткові, роликові та кульові. Ковзні, коткові та роликові опори вільно підтримують опорні будівельні конструкції та використовуються для прокладання трубопроводів на прямих ділянках. Кульові опори використовуються для горизонтального переміщення під кутом до осі траси, при прокладанні трубопроводів у прохідних каналах, на кронштейнах та окремо встановлених опорах. Підвісні опори використовуються для верхнього прокладання мереж гарячого водопостачання малого діаметра.

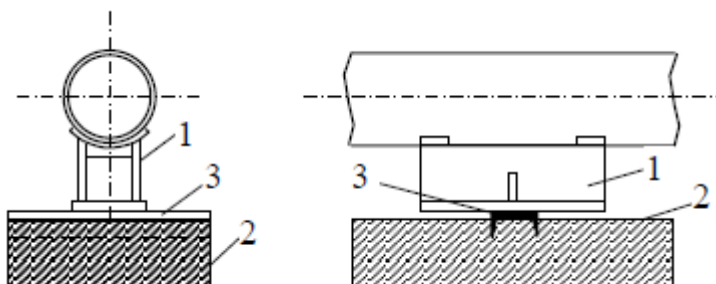


Рис.13. Типова ковзна опора

де:

- 1 – башмак (або корпус опори);
- 2 – опорна подушка з неармованого бетону;
- 3 – металева прокладка.

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		47

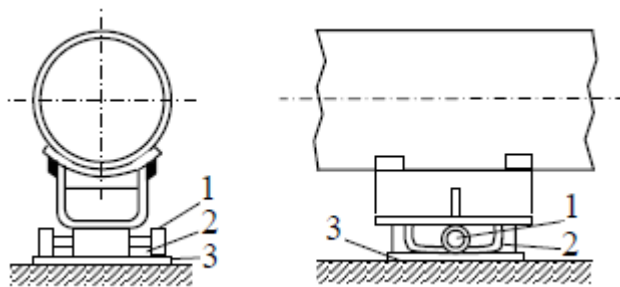


Рис.14. Типова коткова опора

де:

- 1 – коток;
- 2 – спрямовуюча планка;
- 3 – опорний лист.

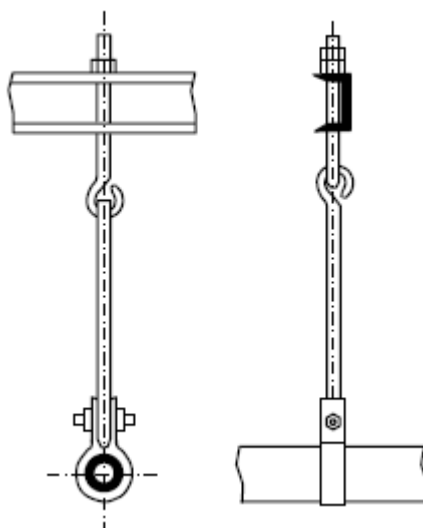


Рис.15. Підвісна опора

Нерухомі опори використовуються для поділу трубопроводів теплової мережі на незалежні ділянки відповідно до сил, що діють на них внаслідок температурних деформацій та внутрішнього тиску. Нерухомі опори встановлюються між компенсаторами та ділянками трубопроводів з природною компенсацією температурних розширень. Трубопроводи надійно закріплюються за допомогою нерухомих опор різних конструкцій, залежно від способу прокладання теплової мережі.

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		48

Лобові нерухомі опори використовуються в камерах теплопостачання та прохідних каналах. Будівельні конструкції, на які спирається опора, складаються із швелерів, закріплених у стелі та підлозі споруди. Щитові нерухомі опори (рис.16) використовуються для нерухомого кріплення труб у камерах, непрохідних каналах та при безканалному прокладанні. Осьові зусилля від трубопроводів передаються через щитові опори на підлогу та стіни каналу, а при безканалному прокладанні - на вертикальну площу ґрунту. Хомутові та бугельні опори використовуються для закріплення труб, прокладених над землею на залізобетонних та металевих опорах, а також на кронштейнах.

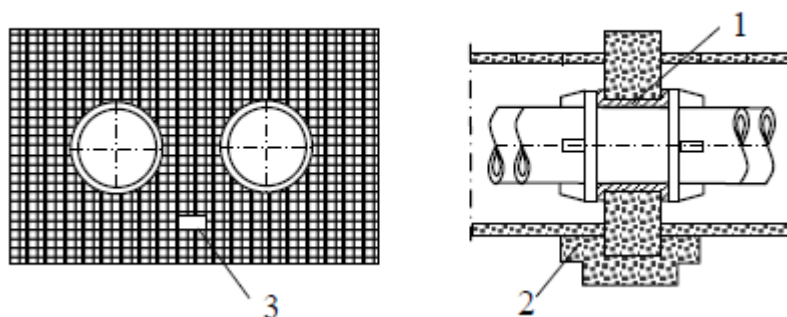


Рис.16. Щитова нерухома опора

де:

1 – азбест;

2 – бетон;

3 – дренажний отвір.

Допустима відстань між нерухомими опорами визначається такими умовами [2]:

- діаметром і товщиною стінки труби, які характеризують несучу здатність трубопроводу;
- параметрами та видом теплоносія;
- способом компенсації температурних подовжень;
- ухилом трубопроводу;
- способом прокладання теплових мереж.

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
						49
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

При визначенні допустимої відстані між рухомими опорами трубопровод розглядають як багатопролітну нерозрізну балку, в якій максимальний згинаючий момент над опорою визначають за формулою:

$$M_o = \frac{g_{\text{п}} \cdot l^2}{12}, \quad (1)$$

де: $g_{\text{п}}$ – питоме навантаження на 1 м довжини трубопроводу, Н/м;

l – відстань між опорами, м.

Допустиму відстань між опорами визначають з умови міцності та допустимого прогину труби на середині прольоту для найбільш складних режимів роботи трубопроводу теплової мережі, при якому в найбільш слабкому перерізі (зварному стикі) напруження не повинні перевищувати допустимі.

Допустиму відстань між опорами визначають, враховуючи, що $M_o \leq [\sigma_{\text{н}}]W$, за формулою:

$$l \leq \frac{12[\sigma_{\text{н}}] \cdot W}{g_{\text{п}}}, \quad (2)$$

де: $[\sigma_{\text{н}}]$ – допустиме згинаюче напруження, Па;

W – момент опору трубопроводу, м².

Нерухомі опори встановлюють на відгалуженнях трубопроводів в точках розміщення запірної арматури, сальникових компенсаторів. На ділянках з П-подібними компенсаторами нерухомі опори потрібно розміщувати посередині ділянки між компенсаторами. Максимальна несиметричність при розміщенні П-подібного компенсатора на ділянці з довжиною l допускається не більше $0,6 \cdot l$ [2].

3.5. Компенсатори температурних подовжень

Компенсатор температурного подовження – це пристрій, який встановлюється на трубопроводах для компенсації їх подовжень внаслідок температурних деформацій. Він призначений для зняття температурних напружень у трубах, що виникають через зміни температури.

Основна функція компенсатора - запобігати пошкодженню трубопроводів через температурні зміни. Коли труби нагріваються, вони розширюються, а при

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
						50
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

охолодженні – стискаються. Якщо ці зміни не компенсувати, вони можуть призвести до руйнування трубопроводу.

Компенсація температурного подовження труб досягається за допомогою пристроїв, які за принципом дії поділяються на дві групи [2]:

- Радіальні або гнучкі пристрої, що виявляють подовження шляхом згинання або кручення криволінійних ділянок труб або шляхом згинання спеціальних еластичних вставок різної форми (природні);
- Осьові пристрої ковзного та пружного типу, що виявляють розширення шляхом телескопічного переміщення труб або шляхом стиснення пружних вставок (штучні).

За формулою (3) визначається теплове подовження трубопроводу між нерухомими опорами:

$$\Delta l = \alpha_l l (\tau_{max} - t_o) \quad (3)$$

де: l – відстань між нерухомими опорами, м;

τ_{max} – максимальна температура теплоносія, °С;

t_o – температура навколишнього середовища, °С;

α_l – коефіцієнт лінійного подовження трубопроводу, для сталевого $\alpha_l = 1,2 \cdot 10^{-5}$ м/(м · °С).

Якщо не передбачити компенсацію подовжень трубопроводів, то на ділянці, яка закріплена з двох сторін нерухомими опорами, виникає напруження стиснення, яке визначається за законом Гука:

$$\sigma = E \frac{\Delta l}{l} = \alpha_l E (\tau_{max} - t_m) \quad (4)$$

де: E – модуль поздовжньої пружності, дорівнює $2 \cdot 10^5$ МПа;

$\frac{\Delta l}{l}$ – відносне подовження;

τ_{max} – температура теплоносія, °С;

t_m – температура зовнішнього повітря при монтажі трубопроводу, °С.

Допустиме напруження $[\sigma] = 100 - 150$ МПа.

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
						51
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Зусилля, що діє на нерухому опору при відсутності компенсатора, дорівнює:

$$P = \sigma \cdot f_{\text{ст}} = E \frac{\Delta l}{l} \cdot f_{\text{ст}} \quad (5)$$

де: $f_{\text{ст}}$ – площа перерізу стінки труби, м².

Вибір способу прокладання

В таблиці 3 наведені переваги та недоліки різних методів прокладання попередньоізольованих трубопроводів.

Таблиця 3. Переваги та недоліки методів прокладання

Метод прокладання	Переваги	Недоліки
Холодне прокладання	Нескладний монтаж. Відсутність затрат на попереднє підігрівання та на використання додаткових компенсаторів. Довгі ділянки фіксації трубопроводів, в яких відсутнє переміщення труб.	Великі осьові напруження. Значне попереднє розширення труб у зонах розширення труб. Виключається використання високих температур у трубопроводах великого діаметра. Паралельні земляні роботи потребують особливої уваги.
Попереднє підігрівання	Зменшення осьових напружень. Нескладний монтаж. Зменшення затрат на додаткові компенсуючі пристрої. Довгі ділянки фіксації трубопроводів, в яких відсутнє переміщення труб.	Необхідність тримати траншею відкритою на весь період проведення попереднього нагрівання. Додаткові затрати на підігрівання.

<p>Попереднє напруження з використанням (разових) стартових компенсаторів</p>	<p>Часткова засипка траншеї перед проведенням попереднього напруження. Зменшення осьових напружень. Нескладний монтаж. Довгі ділянки трубопроводів, де труби не рухаються.</p>	<p>Додаткові затрати на встановлення разових (стартових) компенсаторів. Додаткові затрати на підігрівання.</p>
<p>Із Г-, П-, та Z- подібними компенсаторами</p>	<p>Осьові напруження зменшені.</p>	<p>Додаткові затрати на встановлення компенсуючих пристроїв. Усі частини трубопроводів рухаються в ґрунті. Можливі перенапруження компенсаторів внаслідок складності визначення величини температурних подовжень.</p>

З вищесказаного можна зробити висновок, що, якщо дозволяють умови, то найкращими методами укладання є метод холодного укладання та метод попереднього нагрівання.

Види компенсаторів

Природні:

- Г – подібний;
- П – подібний;

Штучні:

- Сальниковий;
- Сильфонний.

Також існують разові компенсатори, які використовують при безканалному прокладанні ТМ. При використанні попереднього підігріву трубопроводу компенсатор спрацьовує, після чого його обварюють і далі він працює як муфта.

3.5.1. Г – подібний компенсатор

Г-подібними компенсаторами називають кути поворотів трубопроводу, які використовуються для компенсації теплових подовжень труб. Використання поворотів траси (самокомпенсація) застосовується для всіх способів прокладання теплових мереж незалежно від діаметрів трубопроводу та параметрів теплоносія.

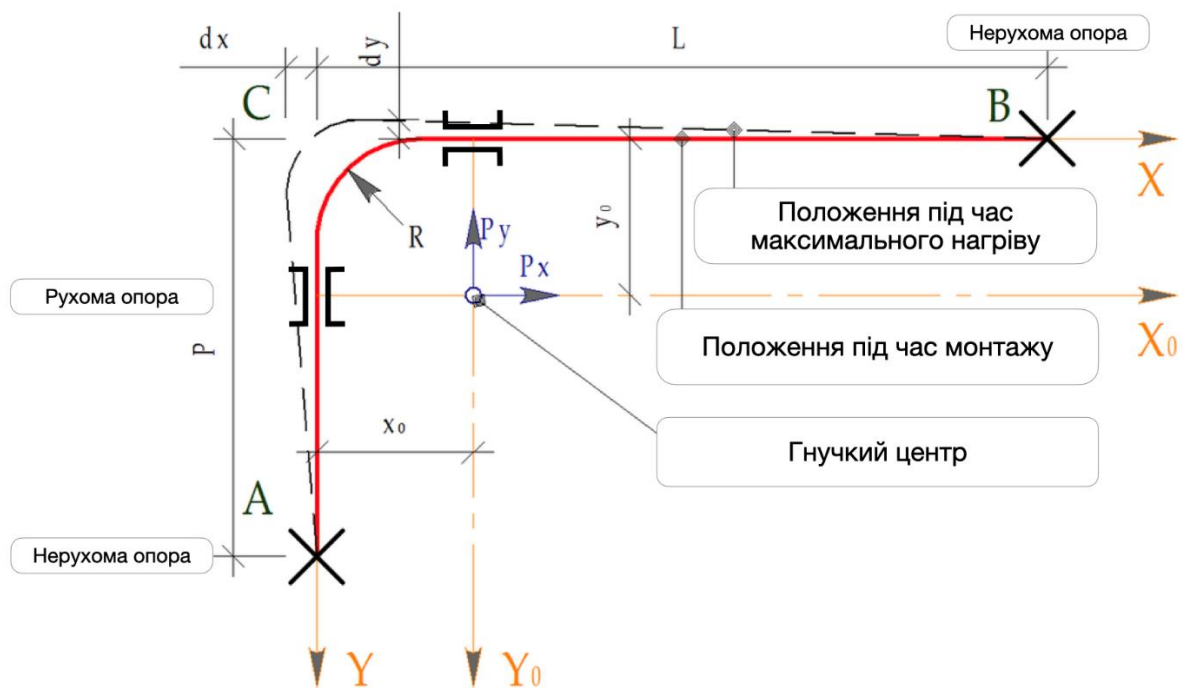


Рис.17. Г – подібний компенсатор

Г – подібні компенсатори формуються шляхом згинання трубопроводу у форму літери Г, при цьому кут між двома плечима становить максимум 130° . Розрахунок Г – подібного компенсатора зводиться до визначення довжини короткого плеча, необхідної для компенсації розширення довгого плеча. У разі теплового розширення кут компенсатора не повинен впирається в стінку каналу, оскільки це може призвести

до заземлення трубопроводу. Тому при значній довжині плеча кутова ділянка каналу будується з більших залізобетонних лотків.

Рекомендоване співвідношення короткого плеча до довгого становить 1 до 3 і не більше. Суму плечей Г – подібного компенсатора приймають не більше, ніж 60% від максимально допустимої відстані між нерухомими опорами при використанні П – подібних компенсаторів.

Перевагою є те, що компенсатор не потребує обслуговування.

Недоліки:

- Підвищений гідравлічний опір;
- Збільшення довжини труб;
- Великі габарити, що перешкоджають їх використовувати в міських умовах, коли навколо теплових мереж прокладено багато інших інженерних комунікацій.

3.5.2. П – подібний компенсатор

П – подібний компенсатор – це пристрій, що використовується для компенсації теплової деформації в трубопроводах, спричиненої зміною температури робочого середовища. Це П – подібна трубна вставка, що встановлюється на прямих ділянках трубопроводу. Коли труба розширюється внаслідок нагрівання, П – подібна вставка деформується, поглинаючи це розширення і тим самим запобігаючи пошкодженню трубопроводу.

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		55

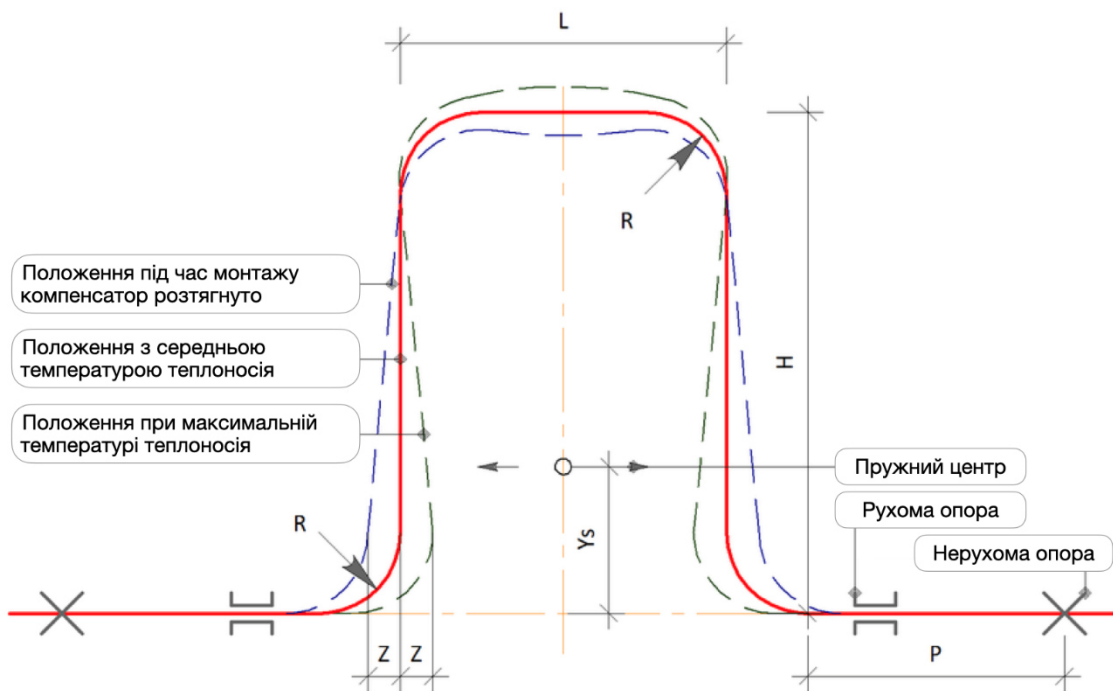


Рис.18. Принцип роботи П – подібного компенсатора

Розрахунок гнучких компенсаторів включає визначення зусиль і максимальних напружень, що виникають у небезпечних перерізах, вибір довжини ділянок трубопроводу, що закріплюються між нерухомими опорами, геометричні розміри компенсаторів та визначення значення зміщення для компенсації теплового розширення. Напруження у небезпечному перерізі визначається з урахуванням сумарного впливу зусиль, викликаних тепловим розширенням, внутрішнім тиском теплоносія, вагою та іншими навантаженнями. Сумарні напруження не повинні перевищувати допустиме значення для матеріалу труби.

П – подібні компенсатори встановлюють в середній третині між двома нерухомими опорами, для збільшення компенсуючої здатності, під час монтажу виконують його попереднє розтягування.

Якщо самокомпенсація неможлива (зміна напрямку траси трубопроводу не допускається), слід використовувати П – подібні компенсатори, сальникові або лінзові компенсатори. П – подібні компенсатори, як правило, є кращими, оскільки вони безаварійні та не потребують контролю, але вони займають багато місця, і тому не завжди можуть бути використані.

3.5.3. Сальниковий компенсатор

Сальниковий компенсатор – це пристрій, що використовується в трубопроводах для компенсації температурних деформацій. Він складається з двох труб різного діаметру, між якими знаходиться сальникове ущільнення, що забезпечує герметичність та рухливість між ними. Основна функція – запобігання розривам та витокам внаслідок зміни довжини трубопроводу через температурні коливання.

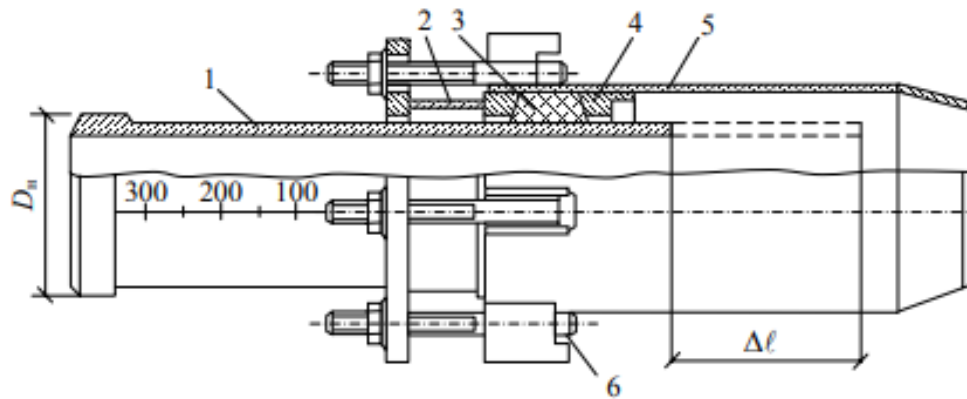


Рис.19. Сальниковий компенсатор

1 – стакан; 2 – ґрундбуksа; 3 – сальникова набивка; 4 – упорне кільце; 5 – корпус; 6 – болти

У компенсаторах сальникової форми теплова деформація труб призводить до переміщення стакана компенсатора всередині корпусу, де для герметизації використовується сальникова набивка, виготовлена з азбестового прографіченого шнура або термостійкої гуми. Набивка втрачає еластичність під час експлуатації та потребує періодичної заміни. Реальну компенсуючу здатність приймають на 50 мм меншою за максимальну.

Недоліки:

Основним недоліком сальникових компенсаторів є необхідність їх регулярного обслуговування через те, що сальникова набивка (як ущільнювач) виробляється й злежується, що приводить до появи течі [24].

Наслідки:

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		57

- неможливість використання компенсаторів із сальниковим набиванням при транспортуванні горючих, токсичних або агресивних середовищ;
- при підземному прокладанні трубопроводу для встановлення сальникових компенсаторів необхідне влаштування спеціальних камер для доступу обслуговуючого персоналу;
- додаткові витрати на обслуговуючий персонал.

Переваги:

- Більша компенсаційна здатність (лідер серед компенсаторів). Однобічний сальниковий компенсатор легко вбере на себе 200 мм осевого зсуву. Подовженим або двостороннім конструкціям конкурентів немає.
- Малі розміри. На відміну від П – або Z – подібних компенсаторів, не вимагають додаткового простору, тому що діаметром вони майже збігаються з діаметром трубопроводу.

3.5.4. Сильфонний (лінзовий) компенсатор

Сильфонний компенсатор – це пристрій, який використовується в системах трубопроводів для компенсації теплових розширень, вібрацій, а також інших деформацій, що виникають через зміни температури, тиску або інших факторів. Він складається з гнучкого металевого рукава, який називається сильфоном, і служить для поглинання цих деформацій, забезпечуючи герметичність системи.

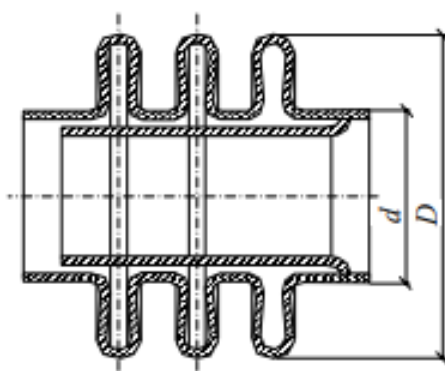


Рис.20. Сильфонний компенсатор

У лінзових компенсаторах теплове розширення трубопроводів призводить до стиснення спеціальних пружних лінз (хвиль). Лінзи виготовляються з листової сталі

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		58

або штампованих напівлінз за допомогою зварювання. Лінзові компенсатори (сильфонні компенсатори) мають низьку компенсаційну здатність та велику осьову реакцію. Перевагами лінзових компенсаторів є їхня невибагливість до обслуговування та здатність компенсувати певний ступінь зміщення від осі трубопроводу. Сучасні конструкції осьових сильфонних компенсаторів використовуються при безканальному монтажі попередньо ізольованих трубопроводів.

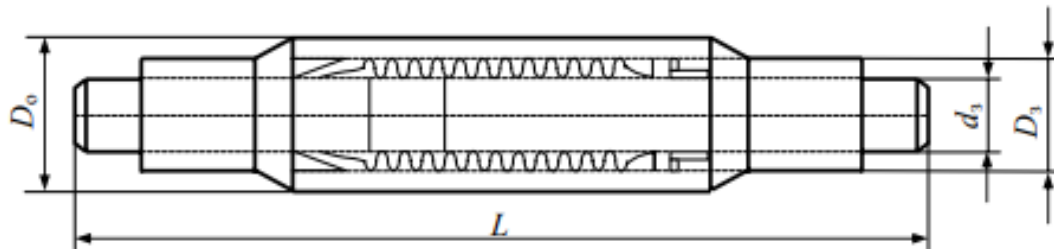


Рис.21. Компенсатор осьовий для попередньоізольованих трубопроводів

3.5.5. Розрахунок Г – подібного компенсатора

При розрахунку визначають:

- максимальну згинаючу напругу (порівнюють її з допустимою для матеріалу трубопроводу, яка дорівнює 80 МПа);
- бічні зміщення плечей Г – подібної ділянки (порівнюють їх з відстанню “в світлі” між поверхнею ізоляції та стінкою каналу);
- силу пружної деформації (ці дані використовують при розрахунку зусиль на нерухому опорі).

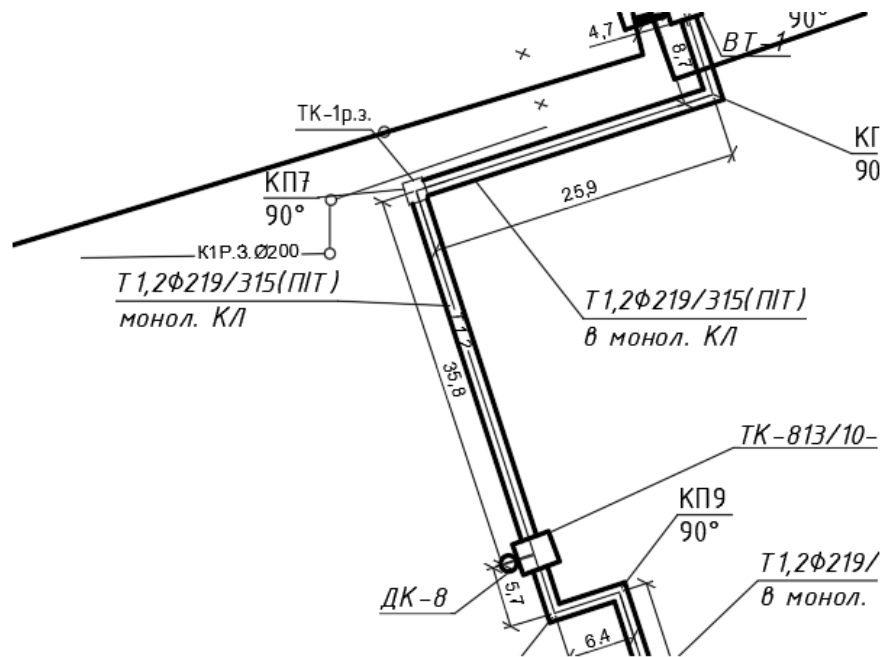


Рис.22. Фрагмент розрахункової ділянки Г – подібного компенсатора

Максимальні згинаючі напруження на ділянці з кутовою конфігурацією виникають в замуравці меншого плеча, МПа:

$$\sigma = \frac{1,5\Delta L_k E d_H}{L_k^2 \cos \beta} \left(1 + \frac{1}{n} + \frac{n+3}{n(n+1)} \sin \beta \right) \quad (6)$$

де: ΔL_k – подовження меншого плеча, м; α_1 – коефіцієнт лінійного розширення металу, $1/K$, $\alpha_1 = 1,2 \cdot 10^{-5}$; d_H - зовнішній діаметр трубопроводу, м; $\beta = \varphi - 90^\circ$; φ – кут повороту; n – відношення довжини більшого плеча до довжини меншого плеча; E – модуль пружності сталі, МПа, $E=2,105$ МПа.

Плече 35,8/25,9, $\varphi=90^\circ$

$$\Delta L_k = \alpha_1 (\tau - t_0) L_k \quad (7)$$

$$n = \frac{L_D}{L_K} \quad (8)$$

$$n = \frac{35,8}{25,9} = 1,38$$

$$\Delta L_k = 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot (140 - 0) \cdot 30 = 0,0504 \text{ м}$$

$$\sigma = \frac{1,5 \cdot 0,0504 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 0,219}{30^2 \cos 1} \left(1 + \frac{1}{1,38} + \frac{1,38 + 3}{1,38(1,38 + 1)} \sin 1 \right) = 19,39 \text{ МПа}$$

Максимальне бічне зміщення відповідно довгого і короткого плеча:

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		60

$$\Delta_d = \Delta L_k(1 + n \sin \beta) / \cos \beta \quad (9)$$

$$\Delta_d = \frac{0,0504(1 + 1,38 \cdot \sin 1)}{\cos 1} = 0,202$$

$$\Delta_k = \Delta L_k(n + \sin \beta) / \cos \beta \quad (10)$$

$$\Delta_k = \frac{0,0504(1,38 + \sin 1)}{\cos 1} = 0,207$$

Сила пружної деформації в замуравці меншого плеча для зварних компенсаторів, кН:

$$P = 10^3 \alpha_1 B E I (\tau - t_0) / L_k^2 \quad (11)$$

$$P = 10^3 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 178,2 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 2,67 \cdot 10^{-5} \frac{(140-0)}{25,9^2} = 0,238 \text{ кН}$$

де τ - максимальна температура теплоносія в трубопроводі; t_0 – температура навколишнього середовища при будівництві теплової мережі; I – момент інерції труби, м⁴; B – коефіцієнт, що визначається з рівняння:

$$B = \frac{[(3n^3 + 4n + 1) + n^2 \sin^2 \beta (n^2 + 7n) + n \sin \beta (n^4 + 4n^3 + 10n + 1)]}{n^3 \cos^2 \beta (1 + n)}$$

$$B = \frac{[(3 \cdot 1,38^3 + 4 \cdot 1,38 + 1) + 1,38^2 \sin^2 1 (1,38^2 + 7 \cdot 1,38) + 1,38 \sin 1 (1,38^4 + 4 \cdot 1,38^3 + 10 \cdot 1,38 + 1)]}{1,38^3 \cos^2 1 (1 + 1,38)}$$

$$= 17,8$$

$$I = 0,05(d_H^4 - d_B^4) \quad (12)$$

$$I = 0,05 \cdot (0,219^4 - 0,205^4) = 2,67 \cdot 10^{-5} \text{ м}^4$$

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
						61
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4
ПОПЕРЕДНЬОІЗОЛЬОВАНІ ТРУБОПРОВОДИ

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		62

4.1. Класифікація

Попередньо ізольовані труби класифікуються за кількома ключовими характеристиками: матеріал внутрішньої труби, тип теплоізоляції, матеріал зовнішнього корпусу, спосіб монтажу та цільове призначення.

За матеріалом внутрішньої труби:

- Сталеві труби є найпоширенішими, особливо в системах опалення та гарячого водопостачання. Вони можуть витримувати високий тиск і температури [25].
- Пластикові труби (поліетилен, поліпропілен, зшитий поліетилен) в основному використовуються для холодного водопостачання та низькотемпературних систем опалення [26].

За типом теплоізоляції:

- Пінополіуретан (ППУ) є найефективнішим ізоляційним матеріалом, з низькою теплопровідністю та вологостійкістю.
- Мінеральна вата використовується рідше через нижчу водостійкість та більші тепловтрати, зазвичай у спеціалізованих промислових трубопроводах.

За матеріалом зовнішнього корпусу:

- Поліетиленова (ПЕ) оболонка – легка, стійка до корозії, підходить як для підземного, так і для зовнішнього монтажу.
- Оцинкована або гофрована сталева оболонка: Використовується для прокладання трубопроводів під дорогами, в агресивному середовищі або в зонах, що піддаються підвищеним механічним навантаженням.

Спосіб монтажу:

- Безканалний монтаж – найпоширеніший варіант, при якому труби прокладаються безпосередньо в землю без захисного каналу. Це зменшує витрати на монтаж та час будівництва.

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		63

- Канальний монтаж. Використовується в умовах, коли потрібен додатковий захист або де обмежена площа землі.
- Зовнішній монтаж. Використовується для прокладання трубопроводів над землею, часто в промислових зонах або між будівлями [27].

Призначення:

- Труби опалення. Транспортування гарячого холодоагенту, зазвичай сталевих труб з поліуретановою ізоляцією та поліетиленовою оболонкою.
- Труби водопостачання. Транспортування питної або промислової води.
- Шланги для промислових рідин можуть бути виготовлені зі спеціальними властивостями залежно від агресивності середовища.

4.2. Технологія виготовлення

Виробництво попередньоізольованих трубопроводів – це складний процес, який включає кілька етапів, від підготовки матеріалу до остаточної перевірки готового виробу. Перший етап включає вибір та обробку матеріалів для внутрішньої труби. Зазвичай для цієї мети використовуються сталеві або пластикові труби, що відповідають вимогам міцності та корозійної стійкості. Сталеві труби обробляються для протидії корозії та покриваються антикорозійними шарами, тоді як пластикові труби не потребують додаткової обробки [25].

Другий етап включає нанесення теплоізоляційного матеріалу, важливого компонента технології виробництва попередньоізольованих трубопроводів. Зазвичай для цієї мети використовується пінополіуретан, який наноситься на трубу за допомогою спеціального обладнання. Пінополіуретан має високі теплоізоляційні властивості та стійкий до вологи та механічних пошкоджень. Цей ізоляційний шар утворює основну теплоізоляційну оболонку труби та значно зменшує втрати тепла під час транспортування холодоагентів [26].

Після нанесення теплоізоляційного матеріалу труба покривається захисною оболонкою. Поліетиленова оболонка часто використовується для забезпечення

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
						64
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

додаткового захисту від атмосферних впливів, корозії та механічних пошкоджень. У деяких випадках гофрована сталева обшивка використовується для більшої стійкості, особливо під час монтажу трубопроводів, що піддаються високим механічним навантаженням або знаходяться в агресивному середовищі. Вибір обшивки може змінюватися залежно від умов експлуатації.

Після завершення процесу виробництва та формування кожен трубопровід проходить перевірку якості. Це включає перевірку механічних властивостей матеріалу, точності геометричних параметрів та герметичності. Для цього проводяться випробування на міцність, стійкість до термічних ударів та механічні випробування. Забезпечення герметичності з'єднань між трубами та ізоляцією є особливо важливим, оскільки навіть незначні пошкодження можуть призвести до втрат тепла та зниження ефективності системи.

Заключний етап включає транспортування та монтаж готових трубопроводів на місці. Це дозволяє швидко та ефективно проводити монтаж, оскільки попередньо ізольовані труби значно скорочують час монтажу. Їх можна встановлювати без додаткових захисних шарів або великих підготовчих робіт. Завдяки цьому процесу попередньо ізольовані трубопроводи стають все більш популярними при будівництві інженерних мереж для тепло-, водопостачання та інших систем.



Рис.23. Заливка труби термокомпонентною сумішшю ППУ.



Рис.24. Монтаж кожуха на сталеву провідну трубу.



Рис.25. Транспортування готових трубопроводів на об'єкт.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

4.3. Технологія монтажу

Встановлення попередньоізольованих труб це етап, що забезпечує ефективну роботу систем теплопостачання та водопостачання. Початковим кроком у процесі встановлення є підготовка місця. Це включає розчищення та вирівнювання ґрунту, а також підготовку труб, необхідних для встановлення. Оскільки попередньоізольовані труби дуже чутливі до механічних пошкоджень, під час встановлення необхідно дотримуватися особливої обережності. Це включає підготовку ґрунту для встановлення спеціальних кріплень та забезпечення доступу для монтажних робіт [25].

Другим кроком є транспортування труб до місця встановлення. Оскільки попередньоізольовані труби досить великі та важкі, їх часто транспортують за допомогою спеціалізованої техніки. Під час транспортування необхідно уникати механічних пошкоджень оболонки труби, оскільки це може призвести до втрати її теплоізоляційних властивостей. Для захисту оболонок труб використовується



спеціальна упаковка та захист від ударів.

Рис.26. Техніка для транспортування трубопроводів.

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		67

Після транспортування труби розміщуються у підготовленому місці. Для цього використовуються спеціальні підйомні пристрої або монтажні платформи, які дозволяють точно та безпечно встановлювати труби в каналах. Дотримання заданих вимог до встановлення труб, особливо ухилу та глибини встановлення, має вирішальне значення, оскільки вони впливають на ефективність всієї трубопровідної системи [27].

Під час монтажу особлива увага приділяється герметичності з'єднань труб. Для цього використовуються спеціальні фітинги, які дозволяють з'єднувати труби, не пошкоджуючи шар теплоізоляції. Герметичність з'єднань забезпечує ефективну теплоізоляцію та запобігає втратам тепла через з'єднувальні елементи. Ці з'єднання зазвичай випробовуються під тиском, щоб виключити можливі протікання.

Після того, як всі труби будуть укладені та з'єднані, здійснюється фіксація трубопроводу в каналі, щоб уникнути його переміщення або деформації під впливом зовнішніх факторів. Це забезпечує стабільність та надійність роботи всієї системи. Використовуються спеціальні опори або кріплення, які не пошкоджують оболонку труб, але надійно утримують їх на місці [28].

На заключному етапі монтажу весь трубопровід перевіряється на герметичність та механічну міцність. Після монтажу система випробовується під тиском, щоб переконатися в герметичності всіх з'єднань та ділянок труб. Якщо результат випробування задовільний, система готова до експлуатації.

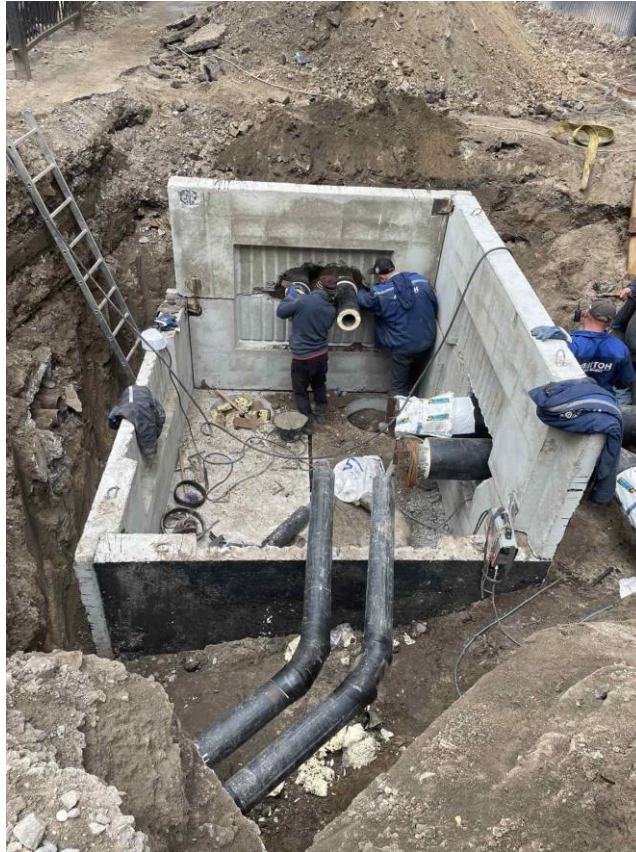


Рис.27. Монтаж теплової камери.



Рис.28. Засипка піском.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

РОЗДІЛ 5
ВИЗНАЧЕННЯ ТОВЩИНИ ТЕПЛОВОЇ ІЗОЛЯЦІЇ

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		70

5.1. Підприємства з виготовлення попередньо ізольованих труб

Наразі, в м.Києві активно ведуться роботи з заміни трубопроводів. Провідним виробником в Україні є «ПТЗ», проте ефективність трубної ізоляції значно зменшилася та є неоптимальною, оскільки з часом змінилися умови експлуатації. Для зменшення теплових втрат рекомендується замінити ізоляцію трубопроводів.

При проектуванні теплових мереж потрібно звертати увагу на зниження витрат під час транспортування теплової енергії в магістральних та місцевих (розподільчих) теплових мережах шляхом впровадження сучасних видів теплоізоляції [29]. Теплова ізоляція впливає на ефективність, довготривалість та надійність системи теплопостачання.

Для теплоізоляції трубопроводів використовуються різні матеріали. Ці матеріали мають низьку теплопровідність, стійкі до вологи, коливань температури та механічних впливів. Найчастіше використовують такі матеріали як: мінеральна вата, пінополіуретан, пінополістирол, каучукова ізоляція та ізоляція з поліетилену низького тиску. При зволоженні матеріалу коефіцієнт теплопровідності більшості теплоізоляційних матеріалів може зрости в 3 – 4 рази.

- Мінеральна вата один з поширених матеріалів для ізоляції. Вона має високий опір теплопередачі, вогнестійка та зручна в монтажі;
- Пінополіуретан має низьку теплопровідність та забезпечує ефективну ізоляцію при невеликій товщині шару;
- Пінополістирол використовують при ізоляції труб з холодною водою або в умовах, де не передбачені високі температури;
- Каучукова ізоляція досить гнучка та еластична, тому підходить для трубопроводів складної форми. Також стійка до конденсату та має чудові звукоізоляційні властивості;
- Поліетиленова ізоляція підходить для побутових водопровідних та каналізаційних систем.

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		71

Слід звертати увагу на товщину ізоляції. Навіть при використанні якісних матеріалів, недостатня товщина або неправильний вибір групи умов експлуатації може призвести до неефективного теплозахисту. Можлива деформація або стиснення ізоляції в реальних умовах, що призводить до втрати об'єму та, відповідно, до втрати теплоізоляційних властивостей.

Розрахункову температуру теплоносія в водяних теплових мережах при визначенні товщини основного шару теплоізоляційної конструкції приймають рівною середній річній, а саме при розрахунковій температурі теплоносія 150°C – 90°C, при 95°C – 65°C, при 70°C – 50°C [2].

При виборі товщини ізоляції також потрібно звертати увагу на необхідність в підтриманні температури на поверхні теплової ізоляції [2], що вимагається технікою безпеки.



Рис.29. Труба в поліетиленовій (ПЕ) оболонці, що застосовується для підземної прокладки нових теплопроводів та при реконструкції існуючих

Нижче наведено перелік підприємств, які виробляють попередньо ізольовані труби.

Сучасне підприємство ТОВ «Перший трубний завод» виготовляє теплоізольовані, емальовані, гідроізольовані труби і комплектуючі до них, а також різні сантехнічні вироби, елементи систем опалення та металоконструкції за ескізами

або кресленнями замовника. Наша продукція призначена для виробничо-енергетичних систем і будівництва (житлового, промислового і приватного) [30].

- Асортимент: понад 2 000 найменувань труб - теплоізовані, емальовані, гідроізовані, поліетиленові, каналізаційні; комплектуючі (муфти, компенсатори тощо); сантехнічні вироби, металоконструкції за кресленнями замовника.
- Сучасне виробництво: застосування дробоструйної обробки, ультразвуковий контроль швів, сертифікація за ДСТУ ISO 9001:2015.
- Нові лінійки: енергозберігальні технології для зменшення споживання, порошкове покриття, пічки-буржуйки для автономного опалення в умовах кризових ситуацій.

Значущі проєкти та клієнти:

- Постачання матеріалів для комунальних і промислових систем у Києві та інших містах; клієнти: Морський порт «Південний», «Укрбуд», Київський метрополітен, KAN Development, «Епіцентр» тощо.
- Підтримка місцевої влади: регулярні робочі зустрічі з КМДА, участь у кризових заходах 2022 року.



Рис.30. Перший трубний завод

ТОВ «Енергоресурс-Тепло» — провідне українське підприємство у сегменті попередньо ізовананих труб, що пропонує повний цикл: від виробництва сертифікованих труб і комплектуючих до інжинірингу, монтажу та сервісу. Компанія

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		73

відзначається сучасними технологіями, прозорістю процесів і довірою комунальних послуг.

Переваги та сфера застосування:

- Енергозбереження та ефективність: втрати тепла знижуються в 2–6 разів порівняно з традиційними системами; експлуатаційні витрати – удев’ятеро менші, капітальні – на ~30% нижчі .
- Довговічність: ізоляційний шар понад 50 років; зовнішня оболонка захищає від корозії та вологи [31].
- Зручність монтажу: технологія «труба в трубі» прискорює роботу, дозволяє безканальну прокладку .
- Система віддаленого контролю (ОДК): дозволяє своєчасно виявляти пошкодження та зменшувати зони пошуку при аваріях .

Довіра замовників і реалізовані проєкти

Компанія має постійних клієнтів серед комунальних підприємств, серед яких:

- КП «Стрийтеплоенерго», «Сколетеплокомуненерго», «Луцьк-Віт-Сервіс», «Білербек Україна» — відгуки свідчать про десятки кілометрів прокладених труб, якісне та своєчасне виконання замовлень [31].
- У 2023 році виграли держтендер від МКП Чернівцітеплокомуненерго на постачання попередньо ізольованих труб вартістю понад 11 млн грн.



Рис.31. Готові труби в тепловій ізоляції

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		74

ТОВ «Ельпласт-Львів» — сучасний український виробник полімерних та попередньо ізольованих труб, що пропонує:

- широкий асортимент від напірних РЕ-труб до ППУ-ізольованих «Термоізол» систем;
- матеріали та обладнання європейського рівня;
- експлуатаційні переваги завдяки теплоізоляції, тривалому гарантійному терміну, екологічній сертифікації.

Основні види контролю:

- контроль якості сировини, що надходить на завод;
- контроль якості в процесі виробництва (беруться зразки готової продукції);
- контроль якості готових труб на складі;
- контроль якості перед відправленням товару замовнику.

На підприємстві запроваджено систему управління якістю, яка сертифікована національним органом України з сертифікації УкрСЕПРО на відповідність вимогам ДСТУ EN ISO 9001:2018. Гарантія виробника на всі види труб – 50 років [32].



Рис.32. Процес виробництва на підприємстві

ТОВ «БКФ УКРСТК» займається впровадженням енергозберігаючих технологій в будівництві житлових, громадських і промислових будівель, інженерних мереж і промислового устаткування, а також створенням умов для комфортного проживання. Скорочення втрат тепла і, отже, витрати енергоресурсів в

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		75

індустріальних і житлових об'єктах досягається не тільки утепленням огорожуючих конструкцій будівель, а комплексом заходів, що включає теплоізоляцію трубопроводів, повітропроводів, агрегатів і промислового устаткування [33].

Переваги та призначення:

- Термін експлуатації ППУ-систем ≥ 30 років, тепловтрати знижуються до 2%, капітальні витрати – до 20% нижчі, ремонтні витрати – в 3–9 разів менші.
- Широкий діапазон діаметрів та типів обладнання — від сегментів, готових труб, до надземного й підземного використання.
- Регулярна участь у державних закупівлях — наприклад вигране тендерне постачання ППУ-сегментів (140 м) для ККП «Канівтепломережі» на 56 448 € у грудні 2023.



Рис.33. Труби для підземного прокладання в ПЕ оболонці

Підприємства ТОВ «Перший трубний завод», ТОВ «Енергоресурс Тепло», ТОВ «Ельпласт Львів» та ТОВ «БКФ УКРСТК» відіграють важливу роль у забезпеченні українського ринку сучасними трубопровідними системами, зокрема попередньо ізольованими трубами для тепло- та водопостачання. Кожна з компаній має свої виробничі потужності, технічну базу та спеціалізацію, але всіх їх об'єднує орієнтація на впровадження енергоефективних технологій, сучасних європейських стандартів і рішень у галузі тепlopостачання.

Завдяки таким підприємствам, в Україні активно оновлюється інфраструктура теплових мереж, підвищується енергоефективність систем, знижуються тепловтрати

та експлуатаційні витрати. Це сприяє як технічному, так і екологічному прогресу в комунальній та промисловій сферах.

В процесі проведення розрахунків було виявлено, що розраховані значення діаметра теплової ізоляції істотно відрізняються від зазначених даних в каталозі «ПТЗ».

5.2. Методика визначення оптимальної товщини ізоляції

При розрахунку була застосована наступна методика:

1. Визначення вартості теплової ізоляції, грн/м

$$K_{із} = \frac{c_{із}\pi l((d_3 + 2\delta_{із})^2 - d_3^2)}{4} + c_{пе}\pi l((d_3 + 2\delta_{із} + 2\delta_{пе})^2 - \frac{d_3 + 2\delta_{із})^2}{4}, \quad (13)$$

де: $c_{із}$ – питома вартість теплової ізоляції, грн/м³; l – довжина трубопроводу, м; d_3 – діаметр трубопроводу, мм; $\delta_{із}$ – товщина ізоляції, мм; $c_{пе}$ – питома вартість захисного покриття, грн/м³; $\delta_{пе}$ – товщина захисного покриття, мм.

2. Розрахунок термічного опору теплопередачі ізоляційної конструкції, Вт/(м · °С), якщо не враховувати термічний опір тепловіддачі від води до стінки трубопроводу

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{3,14\alpha_3(d_3 + 2\delta_{із} + 2\delta_{пе})} + \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot \lambda_{із}} \cdot \ln\left(\frac{d_3 + 2\delta_{із}}{d_3}\right) + \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot \lambda_{пе}} \times \ln\left(\frac{d_3 + 2\delta_{із} + 2\delta_{пе}}{d_3 + 2\delta_{із}}\right), \quad (14)$$

де: d_3 – діаметр трубопроводу, мм; $\delta_{із}$ – товщина ізоляції, мм; $\delta_{пе}$ – товщина захисного покриття, мм; $\lambda_{із}$ – коефіцієнт теплопровідності матеріалу теплової ізоляції, Вт/(м · °С); $\lambda_{пе}$ – коефіцієнт теплопровідності захисного покриття, Вт/(м · °С); α_3 – коефіцієнт тепловіддачі від поверхні ізольованого трубопроводу до зовнішнього повітря, Вт/(м² · °С).

3. Річні втрати теплоти з 1 метра трубопроводу теплової мережі, МВт · год/(рік · м)

$$q_{тп} = (\tau - t_o)n_o/R_{\Sigma}, \quad (15)$$

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
						77
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

де: τ – середньорічна температура теплоносія, °С; t_o – середньорічна температура зовнішнього повітря, °С; n_o – час роботи теплової мережі за рік, год/рік; R_{Σ} – термічний опір теплопередачі ізоляційної конструкції, Вт/(м · °С).

4. Річна вартість тепловтрат, грн/(рік · м)

$$C_{\text{ТП}} = Z_{\text{ТП}} \cdot q_{\text{ТП}}, \quad (16)$$

де: $Z_{\text{ТП}}$ – питомі замикаючі затрати на теплову енергію, грн/Гкал; $q_{\text{ТП}}$ – річні втрати теплоти з 1 метра трубопроводу теплової мережі, МВт · год/(рік · м).

5. Приведені річні витрати, грн/(рік · м)

$$\Pi = (P_{\text{із}} + E_{\text{н}})K_{\text{із}} + C_{\text{ТП}}, \quad (17)$$

де: $K_{\text{із}}$ – вартість теплової ізоляції, грн/м; $C_{\text{ТП}}$ – річна вартість тепловтрат, грн/(рік · м).

5.3. Вихідні дані для розрахунків

Середньорічна температура теплоносія дорівнює $\tau = 90^\circ\text{С}$.

Середньорічна температура зовнішнього повітря t_o дорівнює 5°С .

Теплова мережа працює протягом $n_o=8400$ годин за рік.

Коефіцієнт теплопровідності матеріалу теплової ізоляції $\lambda_{\text{із}} = 0,043$ Вт/(м · °С).

Питома вартість $c_{\text{із}} = 15000$ грн./м³.

Захисне покриття товщиною $\delta_{\text{пе}}$ виконане з матеріалу з коефіцієнтом теплопровідності $\lambda_{\text{пе}} = 0,43$ Вт/(м · °С)

Питома вартість $c_{\text{пе}} = 1500$ грн./м³.

Коефіцієнт тепловіддачі від поверхні ізольованого трубопроводу до зовнішнього повітря $\alpha_3 = 25$ Вт/(м² °С).

Питомі замикаючі затрати на теплову енергію $Z_{\text{ТП}} = 1660$ грн/Гкал.

Розрахунок виконуємо для трубопроводу теплової мережі довжиною $\ell = 1$ м.

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
						78
Зм.	Лист	№ док.ум.	Підпис	Дата		

5.4. Результати дослідження

Згідно послідовності наведеній вище представлено результати розрахунків у вигляді графіків та таблиць, на яких помітно суттєві відмінності між значеннями поданими в каталозі «ПТЗ» для різних температурних графіків.

Результати для температурного графіка 150/70:

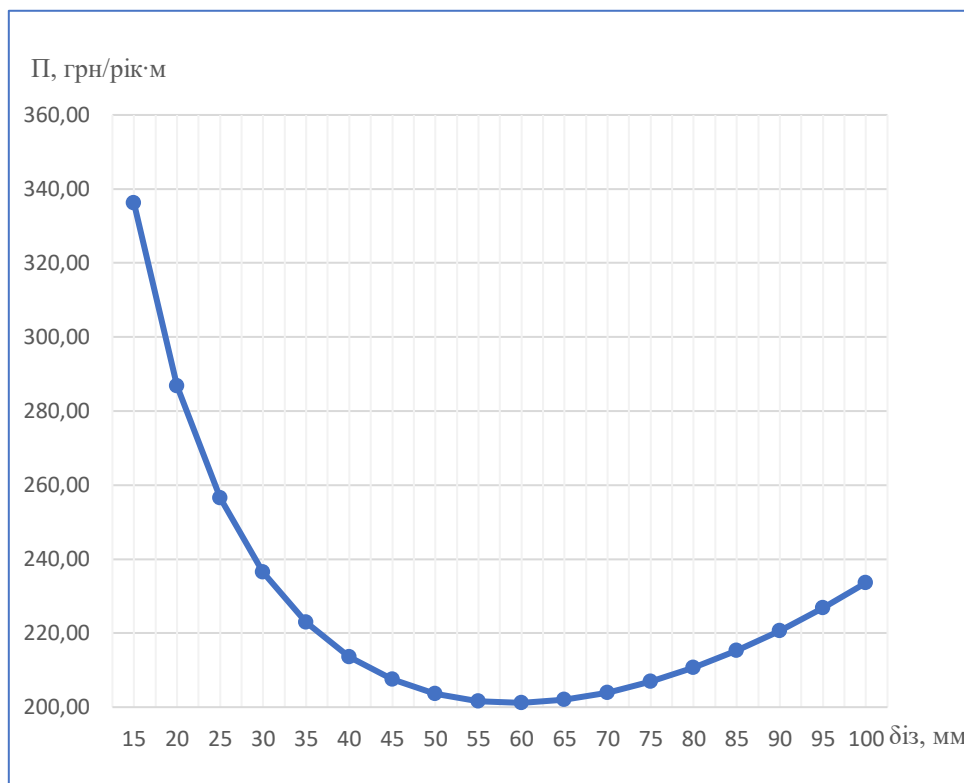


Рис.34. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для $\text{Ø}20\text{мм}$, $d_3 \cdot s = 26 \times 2,5$

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

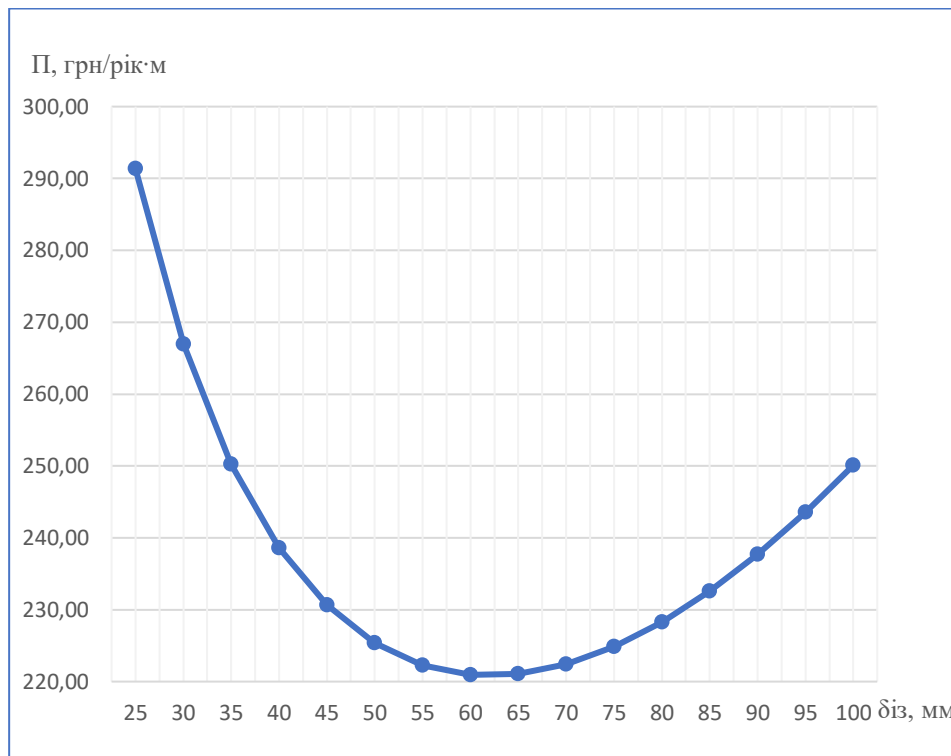


Рис.35. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø25мм, $d_3 \cdot s = 32 \times 2,5$

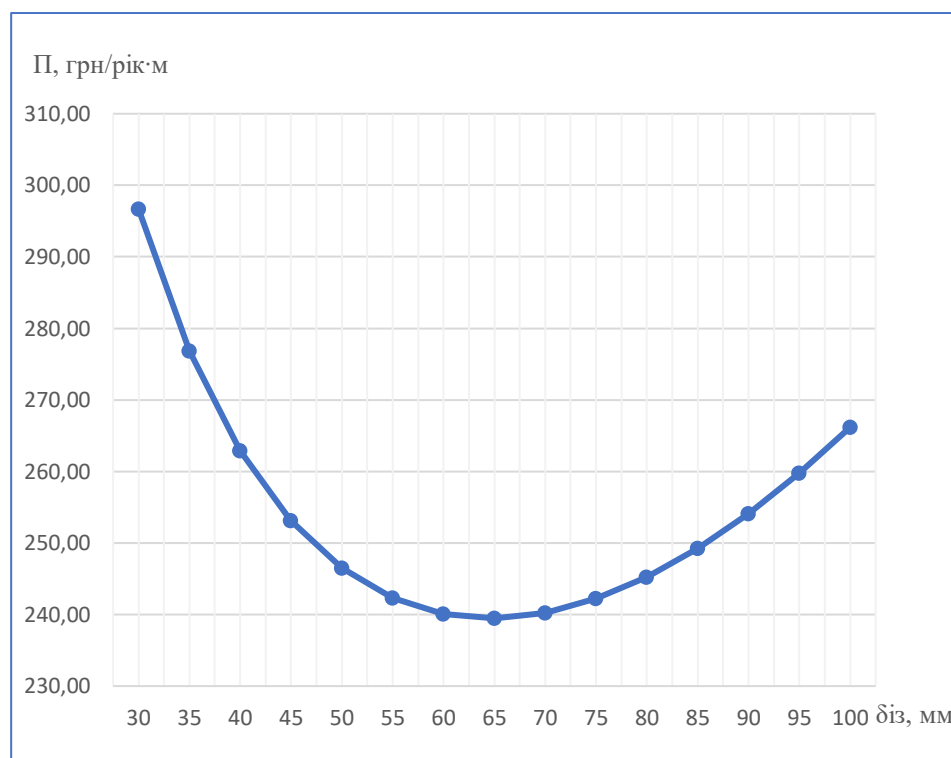


Рис.36. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø32мм, $d_3 \cdot s = 38 \times 2,5$

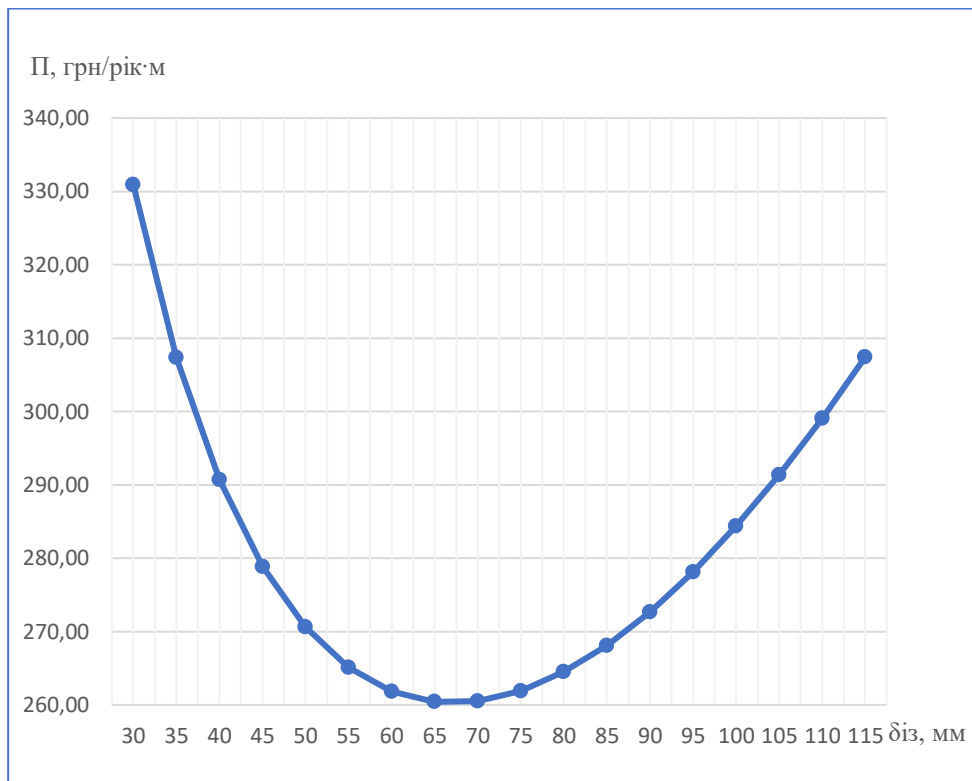


Рис.37. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø40мм, $d_z*s = 45 \times 2,5$

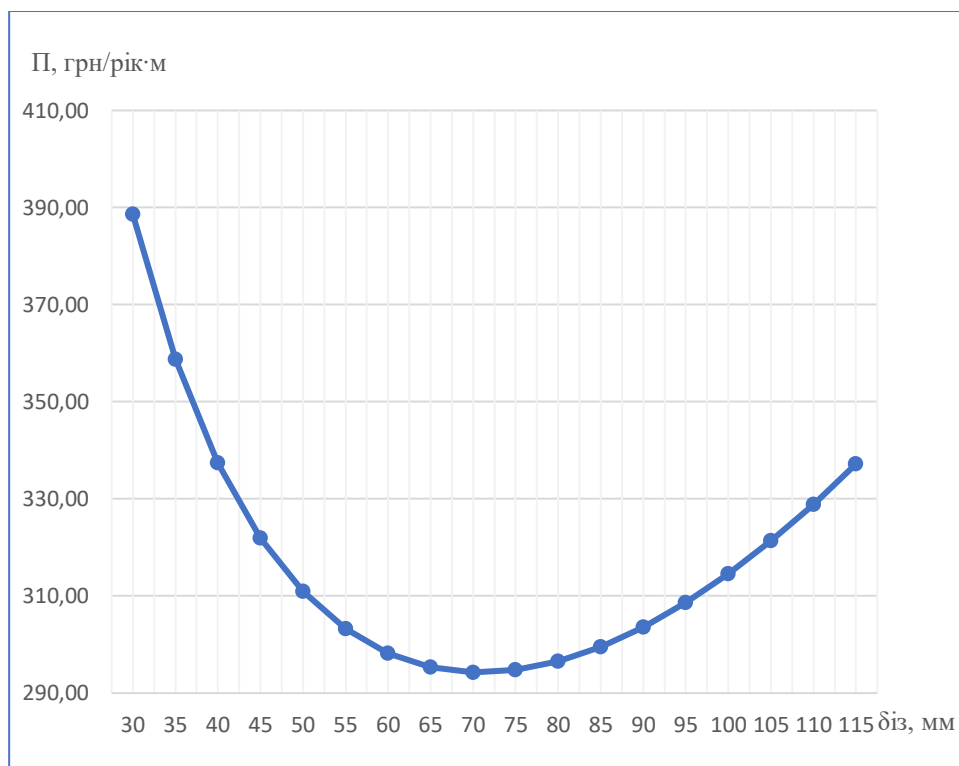


Рис.38. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø50мм, $d_z*s = 57 \times 3,5$

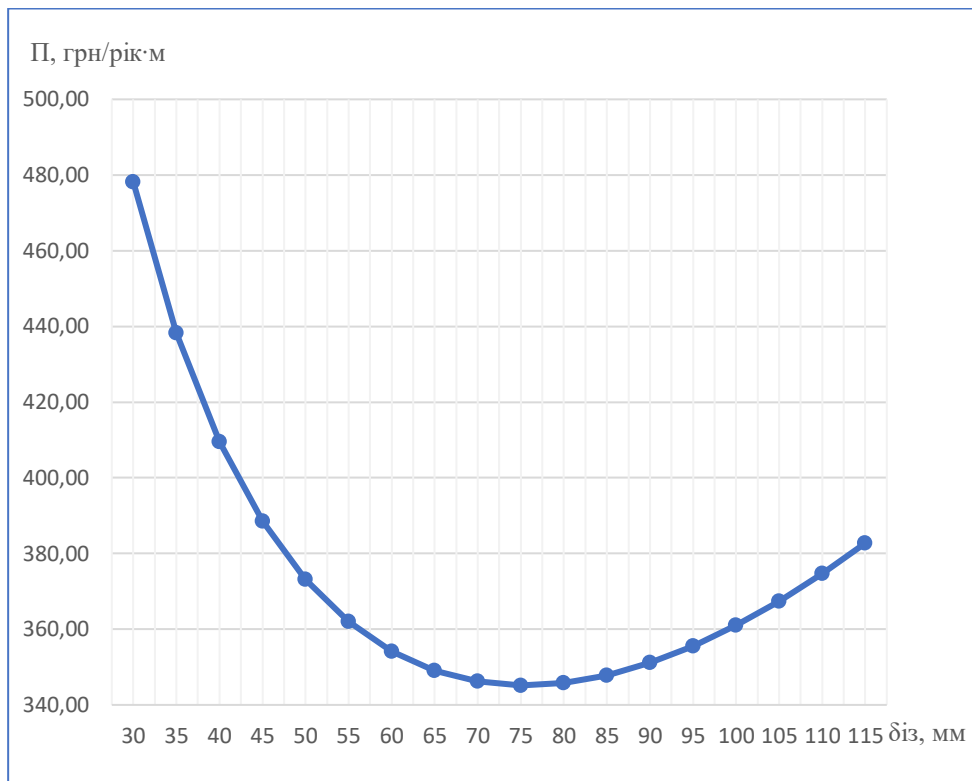


Рис.39. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø65мм, dз*s = 76×3,5

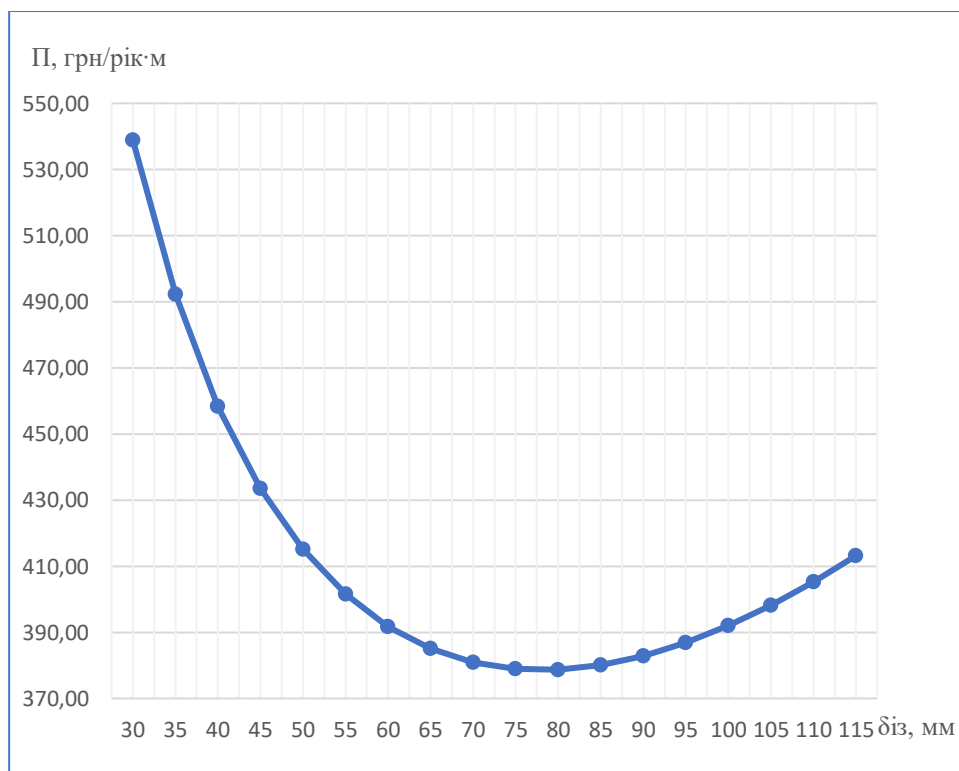


Рис.40. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø80мм, dз*s = 89×3,5

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

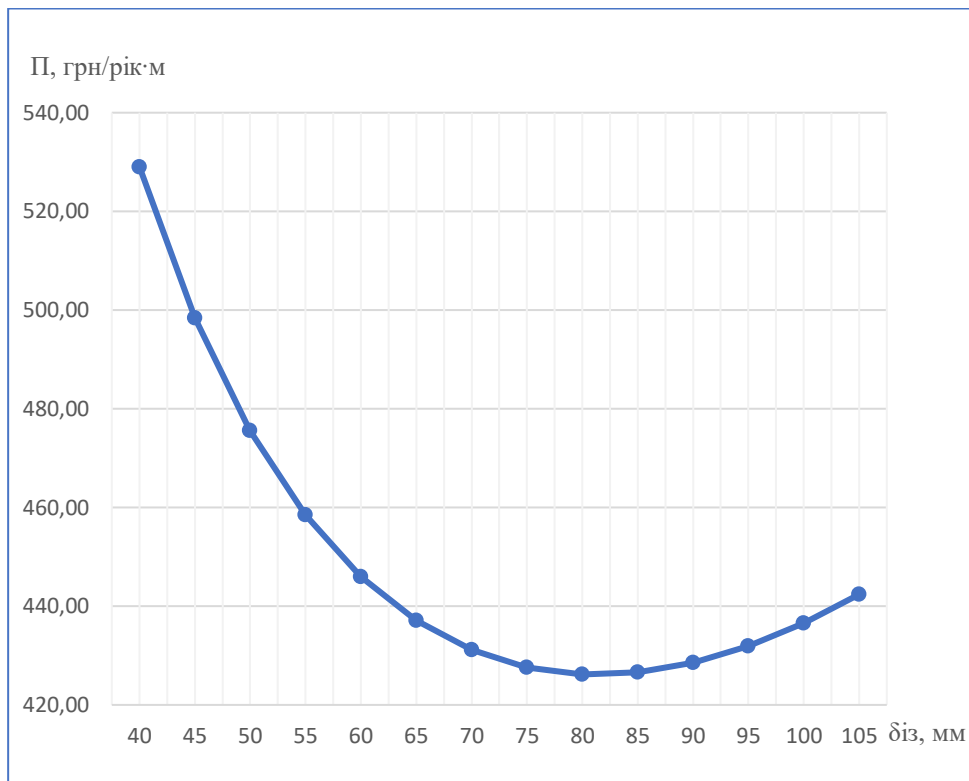


Рис.41. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø100мм, $d_z*s = 108 \times 4,0$

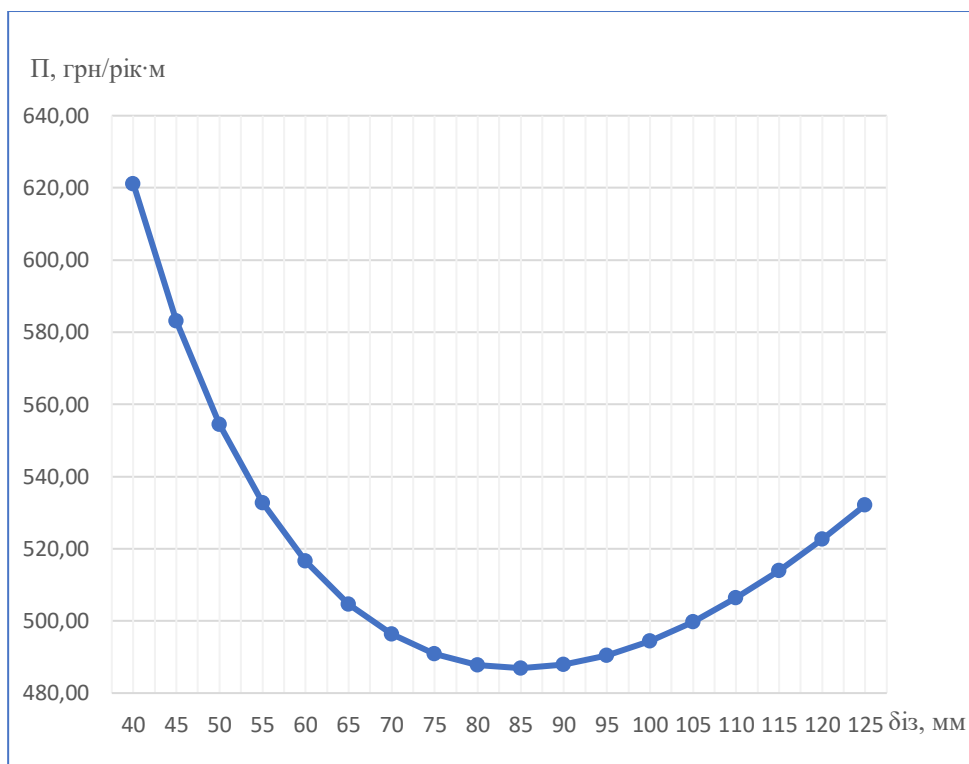


Рис.42. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø125мм, $d_z*s = 133 \times 4,0$

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

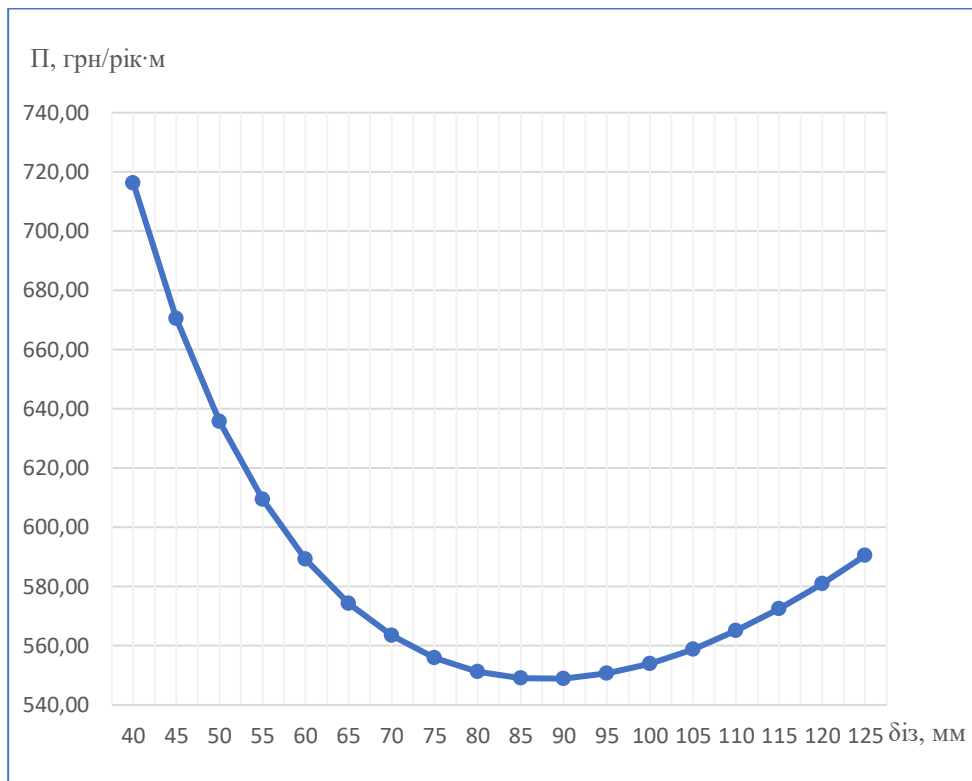


Рис.43. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø150мм, $d_з*s = 159 \times 4,5$

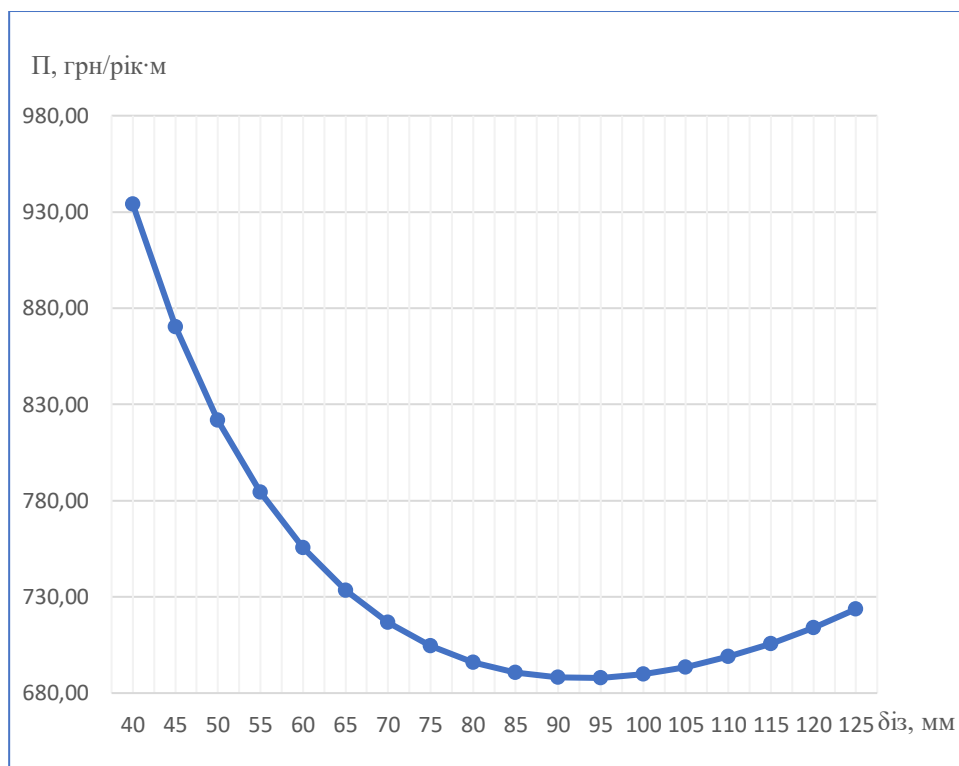


Рис.44. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø200мм, $d_з*s = 219 \times 6,0$

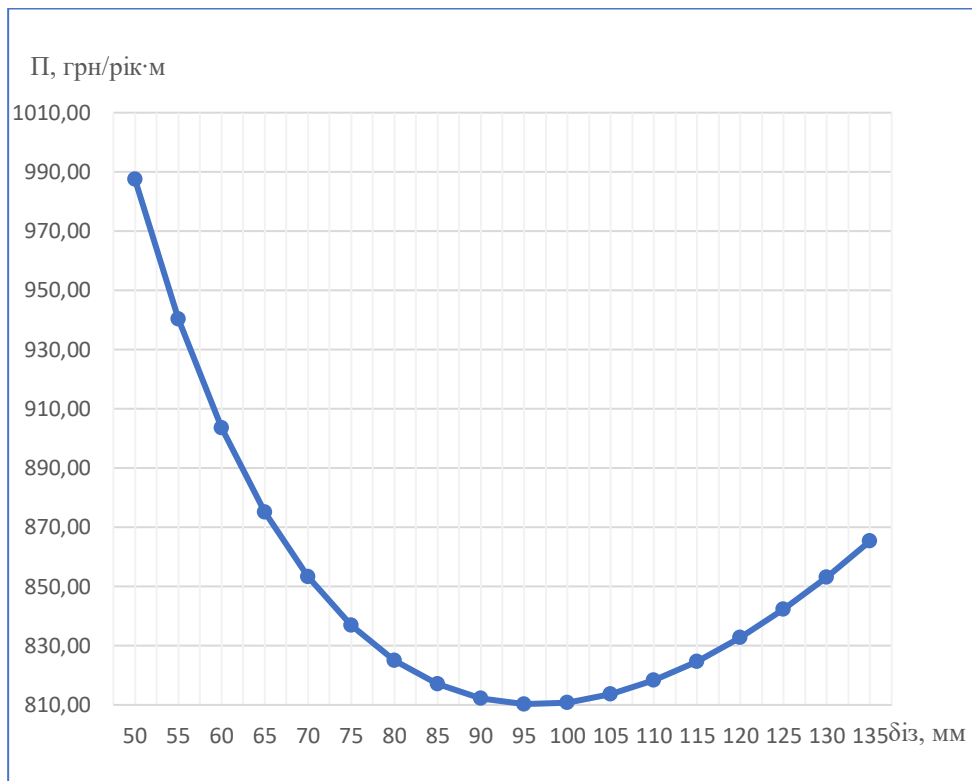


Рис.45. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø250мм, $d_z*s = 273 \times 7,0$

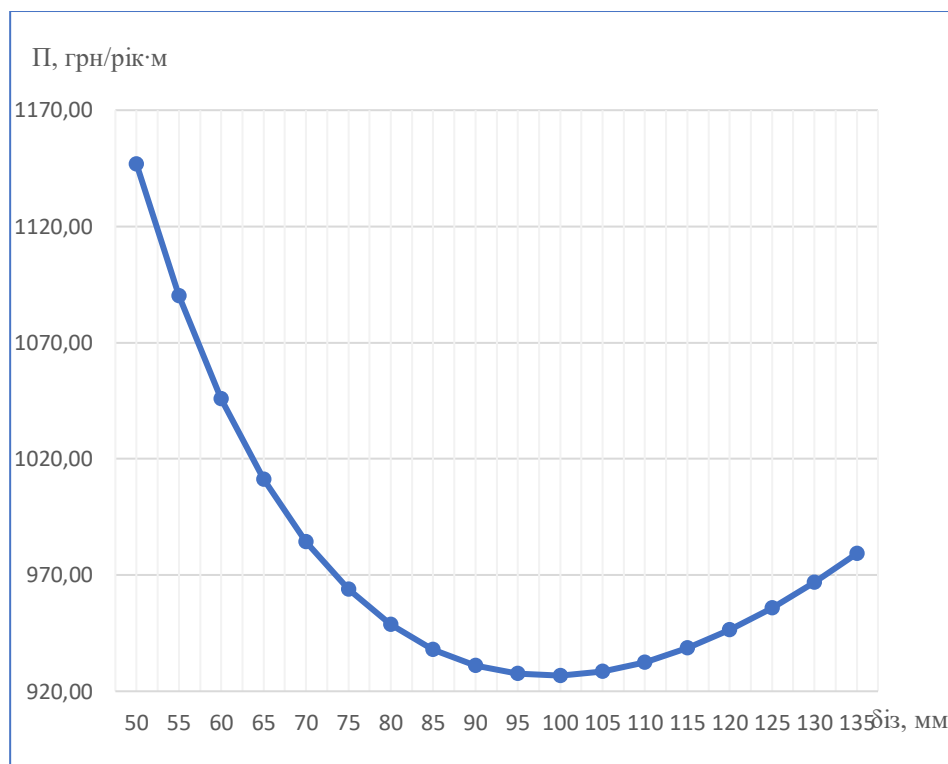


Рис.46. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø300мм, $d_z*s = 325 \times 8,0$

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

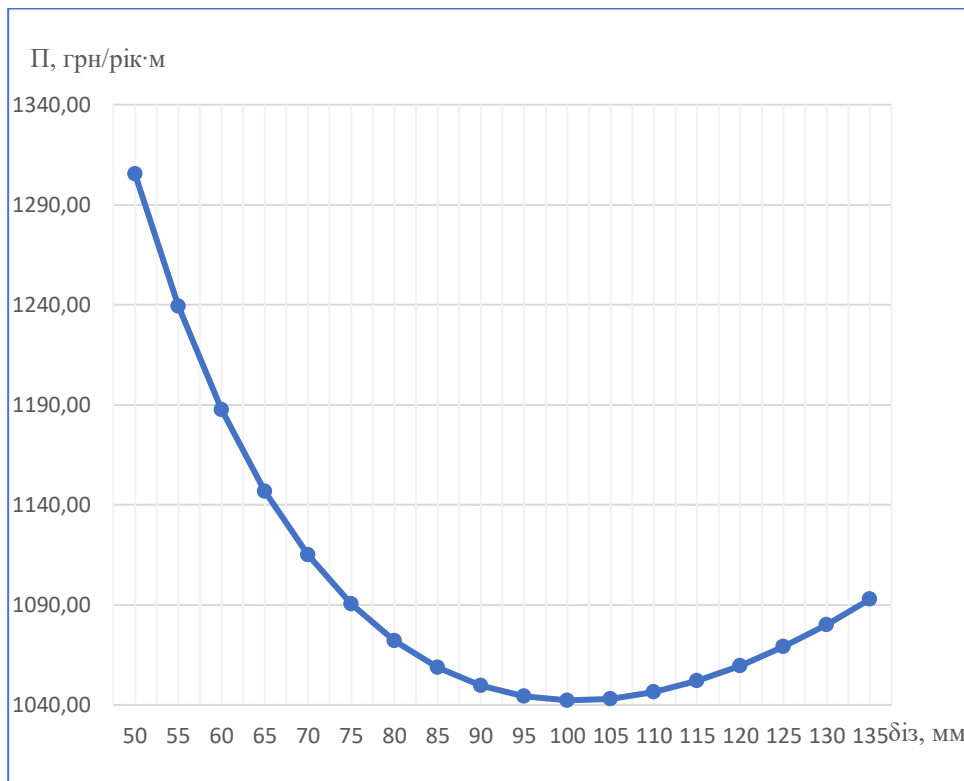


Рис.47. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø350мм, $d_з*s = 377 \times 9,0$

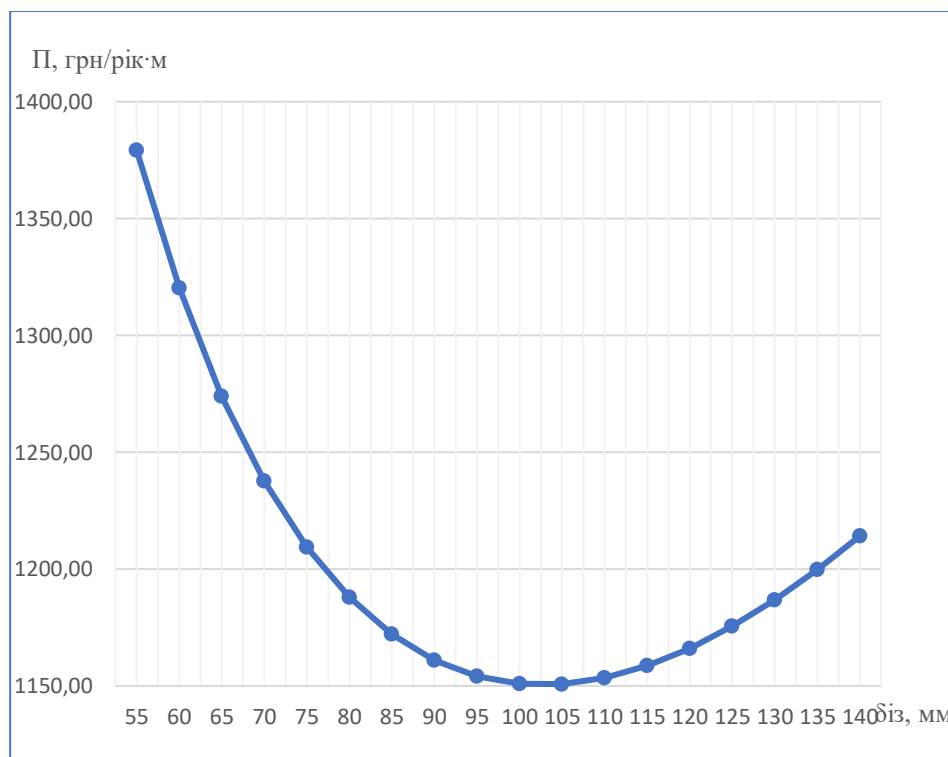


Рис.48. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø400мм, $d_з*s = 426 \times 7,0$

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

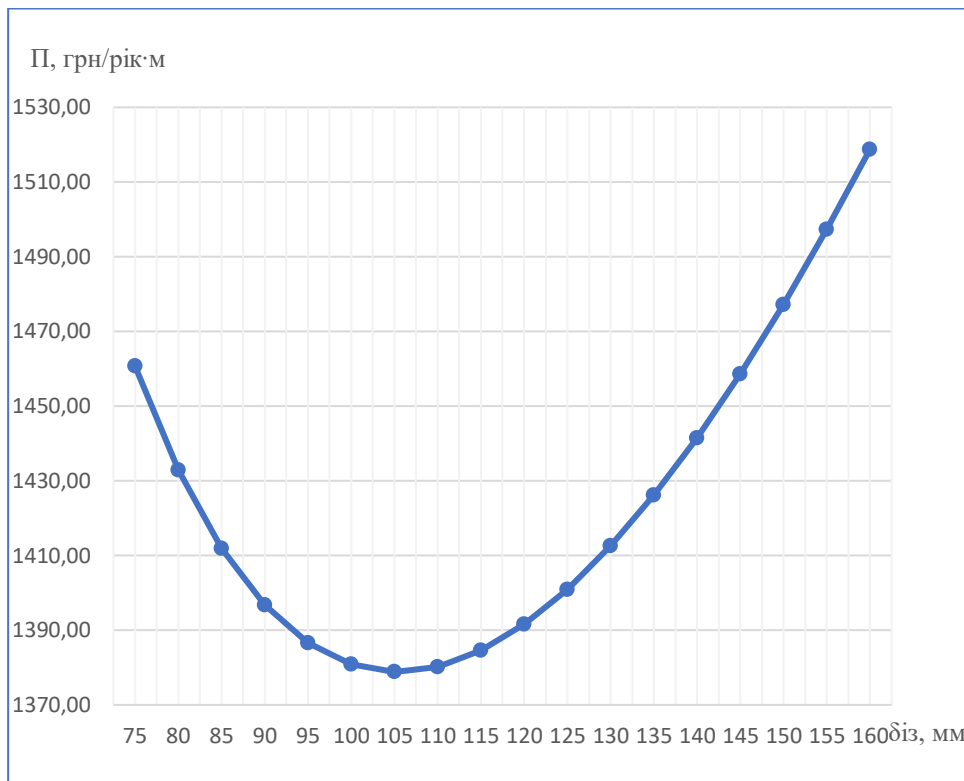


Рис.49. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø500мм, $d_z*s = 530 \times 7,0$

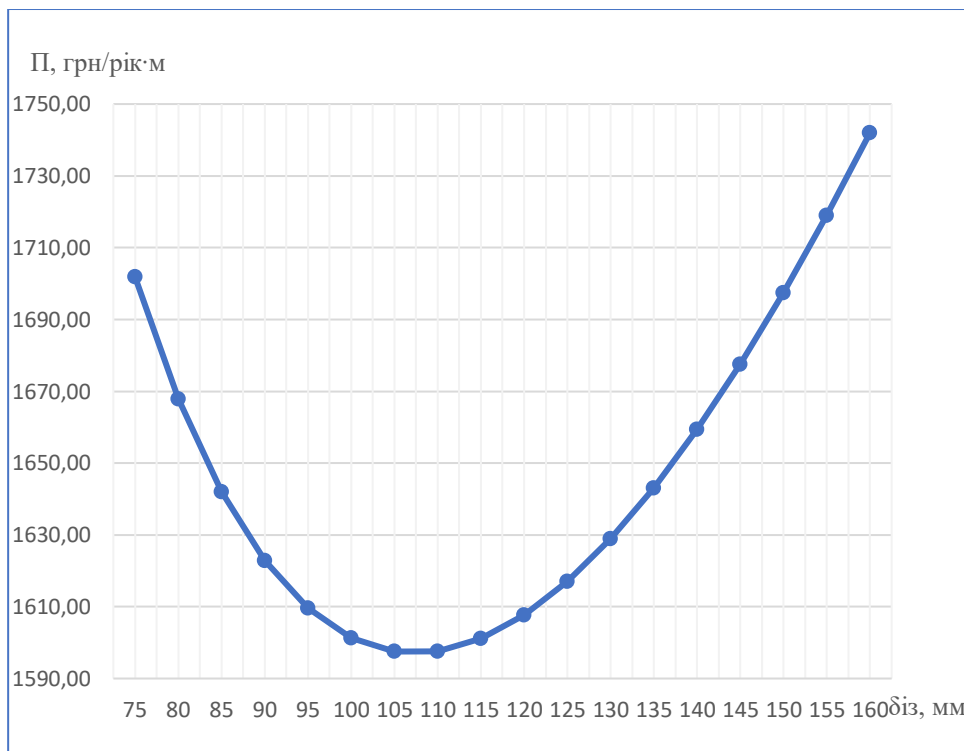


Рис.50. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø600мм, $d_z*s = 630 \times 8,0$

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

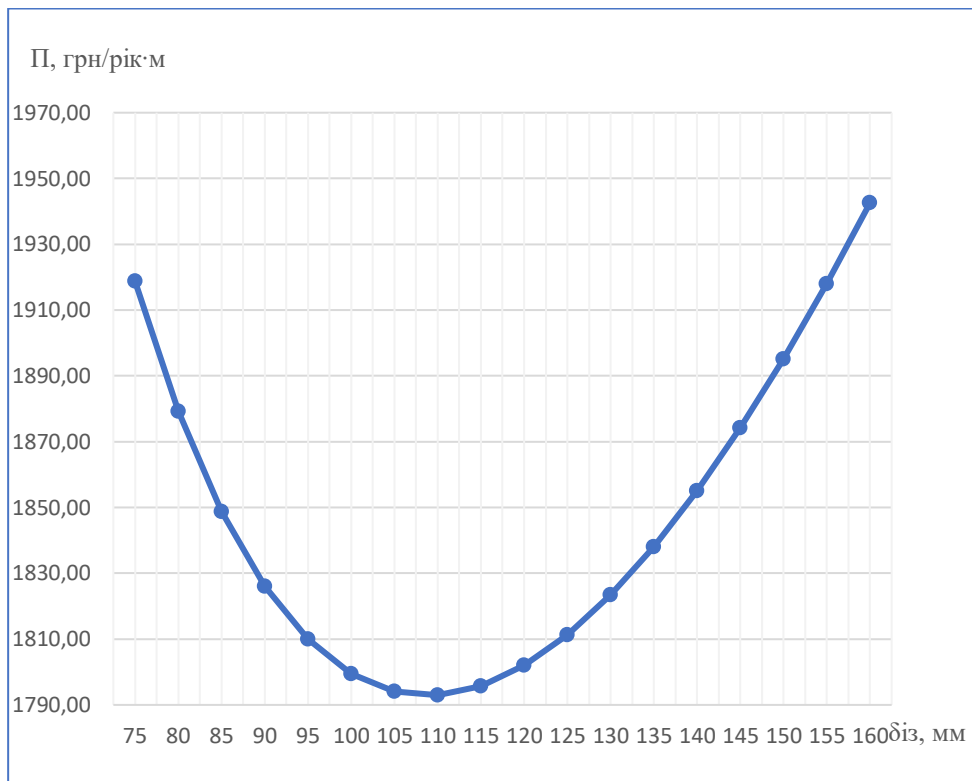


Рис.51. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø700мм, $d_з*s = 720 \times 8,0$

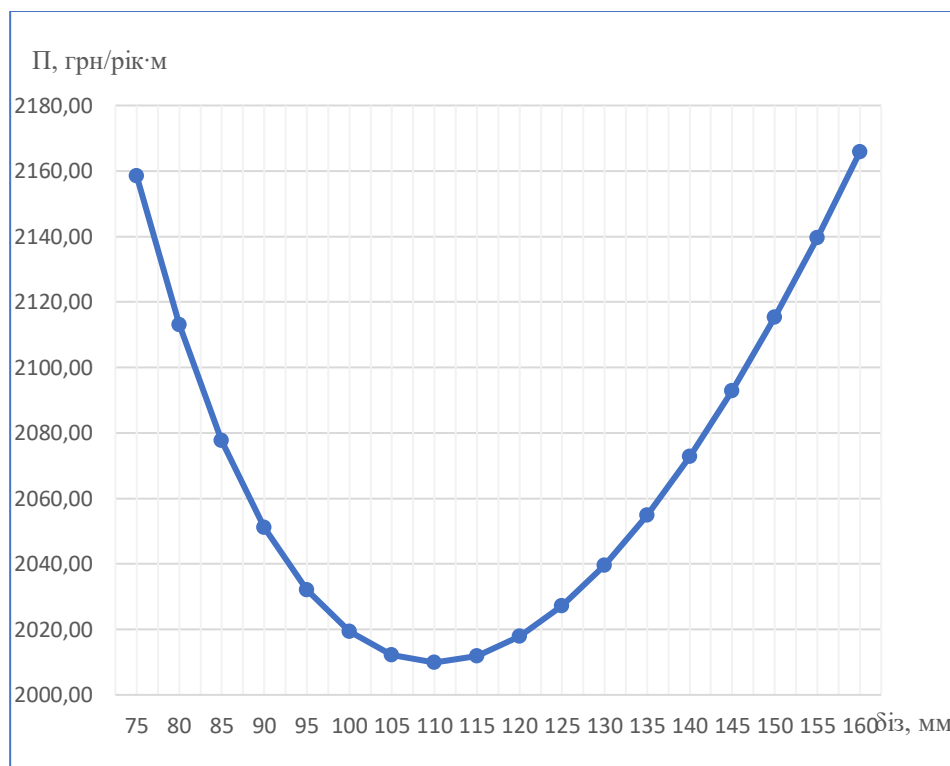


Рис.52. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø800мм, $d_з*s = 820 \times 9,0$

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

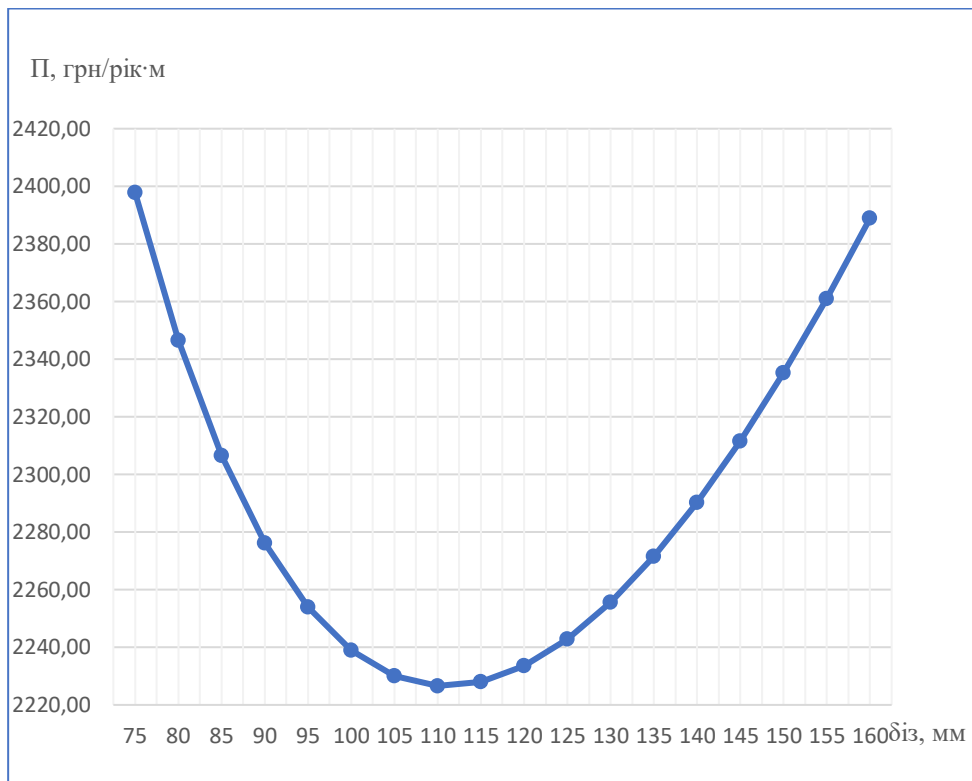


Рис.53. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø900мм, $d_3*s = 920 \times 10,0$

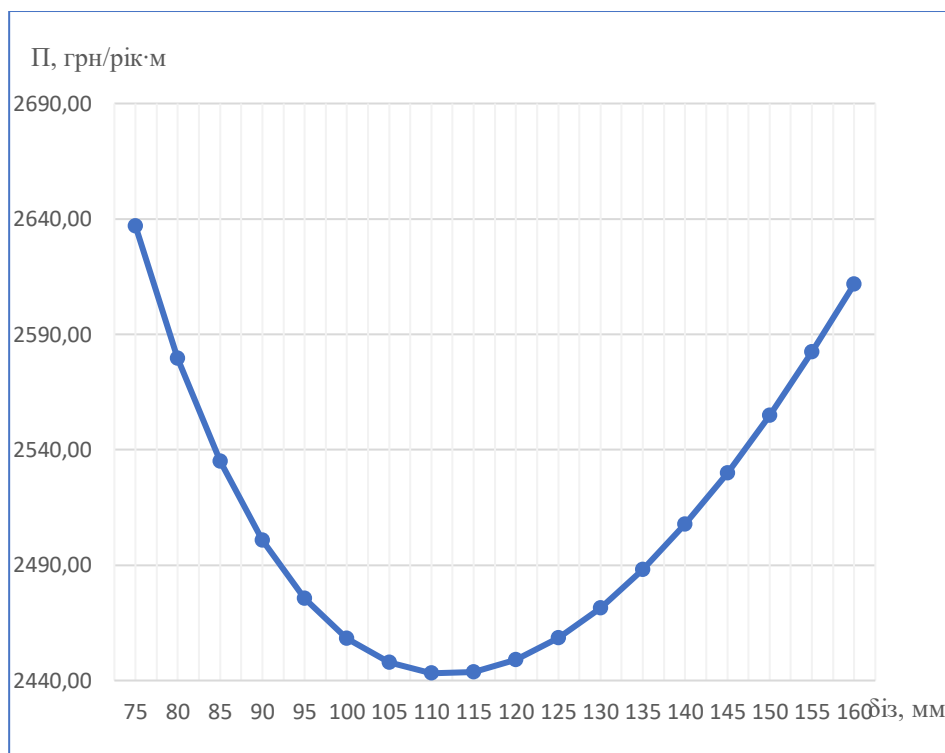


Рис.54. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø1000мм, $d_3*s = 1020 \times 11,0$

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

Графіки для перепадів: 115/70, 95/70 та 80/70 див. Додаток А.

Аналогічним чином було отримано інші значення товщини теплової ізоляції для температурних графіків: 115/70, 95/70 та 80/70. Результати наведені в табл. 4.

Таблиця 4. Результати розрахунків

Графік перепаду τ	80/70	95/70	150/70	115/70	
dy, мм	δ_{iz} , мм				
	Каталог	Розрахунок			
20	32	50	55	60	55
25	29	50	55	60	60
32	36	55	60	65	60
40	32,5	55	60	65	65
50	34	60	65	70	65
65	32	65	70	75	70
80	35,5	65	70	80	75
100	46	70	75	80	75
125	46	70	75	85	80
150	45,5	75	80	90	85
200	48	75	85	95	90
250	63,5	80	85	95	90
300	62,5	80	90	100	95
350	61,5	85	90	100	95
400	67	85	90	105	95
500	90	85	95	105	100
600	85	90	95	105	100
700	90	90	95	110	105
800	90	90	95	110	105
900	90	90	100	110	105
1000	90	90	100	110	105

5.5. Порівняльний аналіз результатів з існуючими ПТ

Для порівняння взято труби заводу «ПТЗ», ТОВ «Енергоресурс Тепло» та ТОВ «Ельпласт-Львів». Сертифікати відповідності на труби див. Додаток Б.

Перший трубний завод

Таблиця 5. Сортамент труб заводу «ПТЗ»

Типорозмір d ₃ /D ₃	d _y , мм	Провідна труба сталева		Захисна оболонка			
		d ₃ , мм	S, мм	ПЕ		Spiro	
				D ₃ , мм	S ₁ , мм	D ₃ , мм	S ₂ , мм
26/90	20	26	2,5	90	2,2	90	0,55
32/90	25	32	2,5	90	2,2	90	0,55
38/110	32	38	2,5	110	2,5	110	0,55
45/110	40	45	2,5	110	2,5	110	0,55
57/125	50	57	3,5	125	2,5	125	0,55
76/140	65	76	3,5	140	3,0	140	0,55
89/160	80	89	3,5	160	3,0	160	0,55
108/200	100	108	4,0	200	3,2	200	0,55
133/225	125	133	4,0	225	3,5	225	0,55
159/250	150	159	4,0; 4,5	250	3,9	250	0,7
219/315	200	219	5,0; 6,0	315	4,9	315	0,7
273/400	250	273	6,0; 7,0	400	6,3	400	0,7
325/450	300	325	7,0; 8,0	450	7,0	450	0,7
377/500	350	377	7,0; 8,0	500	7,8	500	0,7
426/560	400	426	7,0	560	8,8	560	0,7
530/710	500	530	7,0	710	11,1	710	0,7
630/800	600	630	8,0	800	12,5	800	0,7
720/900	700	720	8,0	900	12,9	900	1,0
820/1000	800	820	9,0	1000	13,3	1000	1,0
920/1100	900	920	10,0	1100	13,8	1100	1,0
1020/1200	1000	1020	10,0	1200	14,6	1200	1,0

Переваги:

- відповідають вимогам ДСТУ Б В.2.5-31:2007 "Трубопроводи попередньо теплоізовані спіненим поліуретаном для мереж гарячого водопостачання та теплових мереж. Труби, фасонні вироби і арматура. Технічні умови"
- застосовуються як в підземних, так і в надземних теплових мережах, які транспортують гарячу воду і водяну пару з максимальним робочим тиском не більше 2,5 МПа, з температурою не більше як 140°C при постійному режимі експлуатації, і температурою не більше 150°C при пікових підвищеннях температури

- низький коефіцієнт теплопровідності теплопровідності $\lambda_{50}=0,027\text{Вт}/(\text{м}\times\text{К})$ свіжосформованої теплоізоляції дозволить звести до мінімуму технологічні втрати теплової енергії, а через це значно заощадити паливно-енергетичні ресурси. Коефіцієнт теплопровідності (λ_{50}) підтверджений протоколом сертифікаційних випробувань теплоізолюваної пінополіуретаном продукції.

ТОВ «Енергоресурс Тепло»

Таблиця 6. Сортамент труб ТОВ «Енергоресурс Тепло»

Типорозмір d_n/D_{PE}	Провідна труба d_n	Захисна ПЕ труба D_{PE}	l , мм	Стандартна довжина $L=10\text{м}$, Вага, кг
	мм	мм		
32/90	32	90	220	12,89
40/110	40	110		18,86
50/110	50	110		20,87
63/125	63	125		27,20
75/140	75	140		35,77
90/160	90	160		46,75
110/200	110	200		60,74
125/200	125	200		75,88
140/200	140	200		83,96
160/225	160	225		107,83
180/250	180	250		134,48
200/280	200	280		167,20
225/315	225	315		211,62

Характеристики:

- Експлуатація при тиску теплоносія не більше 2,5 Мпа.
- Тривалий термін служби при температурі робочого середовища не більше 140°C.
- Діапазон діаметру виробів: 25 / 90-220 / 1400 мм.

ТОВ «Ельпласт-Львів»

Таблиця 7. Сталева провідна труба в захисній оболонці з ПЕ

Умовний діаметр провідної труби, Ду	Типорозмір dз/Dз		
	Серія 1	Серія 2	Серія 3
25	32/90	32/110	32/125
32	38/110	38/125	38/140
32	42/110	42/125	42/140
40	45/110	45/125	45/140
40	48/110	48/125	48/140
50	57/125	57/140	57/160
65	76/140	76/160	76/180
80	89/160	89/180	89/200
100	108/200	108/225	108/250
100	114/200	114/225	114/250
125	133/225	133/250	133/280
150	159/250	159/280	159/315
200	219/315	219/355	219/400
250	273/400	273/450	273/500
300	325/450	325/500	325/560
350	377/500	377/560	377/630
400	426/560	426/630	426/710
500	530/710	530/800	530/900
600	630/800	630/900	630/1000
700	720/900	720/1000	720/1100
800	820/1000	820/1100	820/1200
900	920/1100	920/1200	920/1400
1000	1020/1200	1020/1400	
1200	1220/1400		

Характеристики:

- Температура теплоносія до 140° С, короткотермінова (240 год. за рік) - до 150° С
- Максимальний робочий тиск не більше 2,5 МПа
- Теплоізоляція пінополіуретан, спінений циклопентаном
- Гідрозахисна оболонка поліетилен
- Оболонка Spigo – тонкостінний листовий метал, що не кородує (надземне прокладання)

Переваги в застосуванні:

- Зменшення втрат тепла при транспортуванні на 15 - 20%

- Термін експлуатації мереж гарячого водопостачання та теплових мереж – 30-40 років
- Зменшення капітальних затрат на 15-20%
- Зменшення експлуатаційних витрат в 9 разів
- Зменшення ремонтних затрат у 3 рази

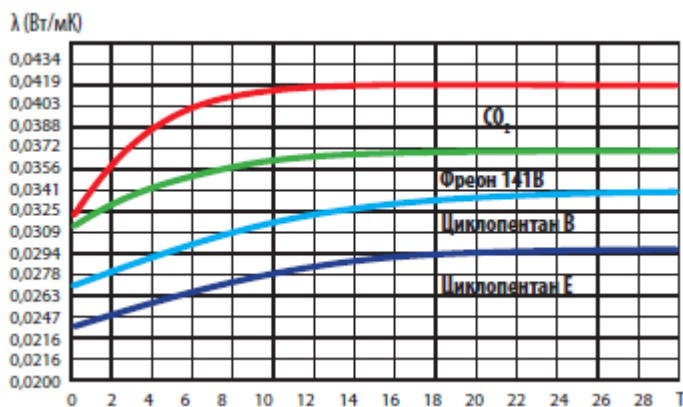


Рис.55. Зміна коефіцієнта теплопровідності ізоляції в часі

Спінення поліуретану, що відбувається під дією циклопентану, забезпечує стабільні теплоізоляційні характеристики виробу впродовж усього терміну експлуатації

У процесі дослідження було проаналізовано теплоізоляційні властивості матеріалів, які використовуються для ізоляції трубопроводів, а також проведено порівняння реальних та заявлених виробниками параметрів. Виявлено, що реальні характеристики теплоізоляційних матеріалів можуть суттєво відрізнятися від технічних даних, зазначених у документації виробника. Зокрема, порівняння товщин ізоляції показало, що в окремих випадках заявлена товщина не забезпечує необхідного рівня теплозбереження, що може призводити до підвищених тепловтрат у системах тепlopостачання.

РОЗДІЛ 6
ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		95

Огляд літератури дозволяє окреслити теоретичні основи, визначити найважливіші підходи до вивчення теми та висвітлити наукову новизну обраного напрямку. Він служить методологічною та аналітичною основою для подальших досліджень і дозволяє не лише виявити успіхи та прогалини у вивченні об'єкта, а й критично осмислити існуючі концепції, моделі та підходи. Це особливо важливо в контексті стрімкого розвитку науки, оскільки з'являються численні нові публікації, а теми досліджень стають дедалі міждисциплінарнішими.

Метою цього розділу є ґрунтовний аналіз наукових джерел, прямо чи опосередковано пов'язаних з темою дослідження. Особлива увага приділяється виявленню різних точок зору на ключові концепції, визначенню ступеня дослідженості проблеми, аналізу історії її наукового розуміння, розгляду найвпливовіших авторів та їхнього внеску. Огляд літератури також дозволяє простежити розвиток наукової думки: від класичних теорій до сучасних інтерпретацій, від емпіричних досліджень до теоретичних узагальнень. Такий підхід дає змогу глибоко зрозуміти предмет дослідження, уникнути повторення раніше зроблених висновків та допомагає сформуванню власної позиції щодо обраної теми.

В огляді літератури враховуються іноземні джерела, що забезпечує повноту та об'єктивність аналізу. Включення широкого кола джерел дає змогу порівняти різні наукові традиції та підходи, визначити їхні переваги та недоліки, а також усвідомити значення конкретного дослідження в ширшому контексті. Таким чином, огляд літератури не лише формує теоретичну основу дослідження, але й слугує навігаційним засобом, допомагаючи намітити подальші кроки в аналізі теми, виборі методів дослідження та формулюванні висновків.

6.1. Thermo-Economic Assessment on Insulation Conditions of the Buried Heating Pipeline for District Heating

Характеристики ізоляції та глибина заглиблення трубопроводів опалення є важливими факторами, що впливають на втрати енергії безпосередньо заглиблених

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
						96
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

трубопроводів опалення. У цьому дослідженні розглядається термoeкономiчна оцiнка iзоляцiї безпосередньо заглиблених трубопроводiв опалення для централiзованого теплопостачання. Розраховано оптимальну товщину iзоляцiї, енергозберiгаючий ефект та термiн окупностi трубопроводiв централiзованого теплопостачання з п'ятьма номiнальними дiаметрами труб, чотирма типами палива, чотирма видами iзоляцiйних матерiалiв та чотирма глибинами заглиблення. Числовий код розроблено на основi аналізу вартостi життєвого циклу та перевiрено шляхом порiвняння з результатами, опублiкованими у вiдкритiй лiтературi. Дослiджено три репрезентативнi мiста Сiань, Шеньян та Харбiн, що знаходяться у трьох рiзних клiматичних зонах Китаю. Найвищi значення оптимальної товщини iзоляцiї становлять 176, 153 та 121 мм у Харбiнi, Шеньяні та Сiанi вiдповiдно, якi досягаються при використаннi нафти як палива, мiнеральної вати як iзоляцiйного матерiалу, номiнального дiаметра труби 500 мм та глибини заглиблення 1 м. Проведено аналіз чутливостi, щоб показати, наскiльки оптимальна товщина iзоляцiї та термiн окупностi чутливі до змiн iзоляцiї, палива та глибини заглиблення. Результати показують, що iзоляцiя та паливо мають бiльший вплив на оптимальну iзоляцiю та термiн окупностi, нiж глибина закладання.

Вплив товщини iзоляцiї на рiчнi вартостi та енергозбереження

На рисунку 56 показано вплив товщини iзоляцiї на рiчнi вартостi та енергозбереження для Харбiна з дiаметром трубопроводу 300 мм, глибиною закладання 1 м та вугiллям як паливом. Це вказує на те, що вартiсть палива зменшується, а вартiсть iзоляцiї зростає зi збiльшенням товщини iзоляцiї. Однак загальнi витрати, включаючи паливо та iзоляцiйний матерiал, спочатку зменшуються, а потiм поступово зростають зi збiльшенням товщини iзоляцiї. Товщина iзоляцiї, яка мiнiмізує загальнi витрати, називається оптимальною товщиною iзоляцiї. Сiань та Шеньян мають тi ж тенденцiї, що й Харбiн, тодi як iхнi вiдповiднi загальнi рiчнi витрати меншi, нiж у Харбiнi за тих самих умов.

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
						97
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

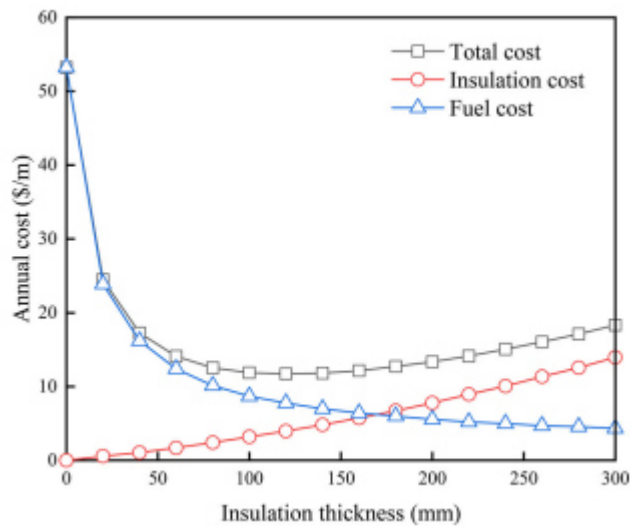


Рис.56. Річні витрати в залежності від товщини ізоляції.

Вплив ізоляційних матеріалів на оптимальну товщину ізоляції

На рисунку 57 показано вплив номінального діаметра труби на оптимальну товщину ізоляції для різних ізоляційних матеріалів у Харбіні. Це показує, що найбільша оптимальна товщина ізоляції досягається при використанні мінеральної вати, потім кальцієво-силікату, алюмінієво-силікату та скловолокна як ізоляційного матеріалу. Теплопровідність чотирьох ізоляційних матеріалів від високої до низької впорядкована за мінеральною ватою, кальцієво-силікатом, алюмінієво-силікатом та скловолокном. Чим більша теплопровідність ізоляційного матеріалу, тим товстіша відповідна оптимальна товщина ізоляції. Загалом, чим дешевший ізоляційний матеріал, тим більша теплопровідність, і тим товстіша оптимальна товщина ізоляції. З таблиці 8 видно, що найвища оптимальна товщина ізоляції становить 176, 153 та 121 мм у Харбіні, Шеньяні та Сіані відповідно, що отримано при використанні труби номінального діаметра 500 мм та мінеральної вати як ізоляційного матеріалу; Найнижчі значення становлять 72, 64 та 51 мм, які отримані шляхом використання труби номінального діаметра 100 мм та скловолокна як ізоляційного матеріалу відповідно.

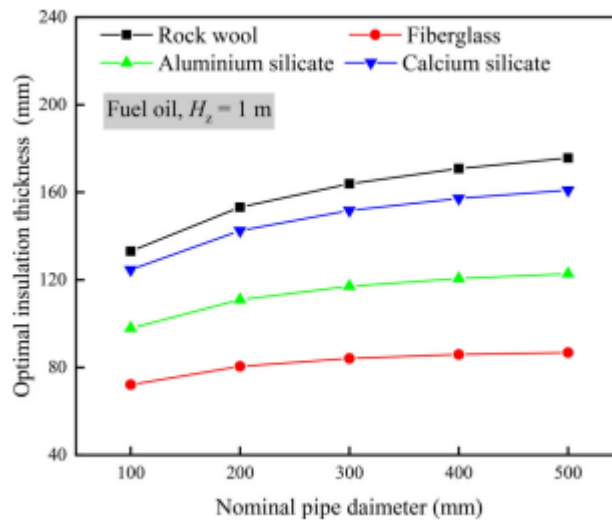


Рис.57. Оптимальна товщина ізоляції в залежності від номінального діаметра труби для різних ізоляційних матеріалів.

Таблиця 8. Оптимальна товщина ізоляції для різних ізоляційних матеріалів та діаметрів труб

	Cities	Insulation materials	Nominal pipe diameters (mm)				
			100	200	300	400	500
Optimal insulation thickness (mm)	Xi'an	Rock wool	96	109	115	119	121
		Fiberglass	51	55	57	57	58
		Aluminum silicate	70	77	80	81	82
		Calcium silicate	89	100	105	107	108
	Shenyang	Rock wool	118	135	144	149	153
		Fiberglass	64	70	73	74	74
		Aluminum silicate	86	97	102	104	106
		Calcium silicate	110	125	132	137	139
	Harbin	Rock wool	133	153	164	171	176
		Fiberglass	72	81	84	86	87
		Aluminum silicate	98	111	117	121	123
		Calcium silicate	125	143	152	157	161

Note: Buried depth 1 m, oil as fuel.

Висновки

На основі економічного аналізу ізоляції трубопроводів центрального опалення вперше досліджено оптимальну товщину ізоляції, енергозбереження та термін окупності трубопроводів централізованого опалення з прямим заглибленим прокладанням для трьох міст, що представляють три типові кліматичні зони. Результати показують, що оптимальна товщина ізоляції безпосередньо пов'язана з типами палива, ізоляційними матеріалами, діаметрами трубопроводів, глибиною заглиблення та кліматичними умовами.

Оптимальна товщина ізоляції для Харбіна є найбільшою, за нею йдуть Шеньян та Сіань. Зі збільшенням глибини заглиблення оптимальна товщина ізоляції повільно

зменшується. Оптимальна товщина ізоляції для різних ізоляційних матеріалів від високого до низького впорядкована за мінеральною ватою, силікатом кальцію, силікатом алюмінію та скловолокном, а для різних видів палива - нафтою, природним газом, вугіллям та геотермальною енергією. Однак, порядок оптимальної товщини ізоляції, що відповідає різним діаметрам трубопроводів від високого до низького, становить 500, 400, 300, 200 та 100 мм.

Було проведено аналіз чутливості, щоб показати, що ізоляція та паливо мають більший вплив на оптимальну ізоляцію та термін окупності, ніж глибина закладання.

Таким чином, це дослідження надасть ефективні рекомендації щодо проектування, аналізу та застосування ізоляції безпосередньо закопаних трубопроводів опалення. Результати можна адаптувати не лише до трубопроводів централізованого теплопостачання в Китаї, але й до інших країн або регіонів, які мають трубопроводи централізованого теплопостачання, таких як деякі країни Європи [34].

6.2. Thermo-economic analysis of pipe insulation for district heating piping systems

У цьому дослідженні розраховано оптимальну товщину ізоляції труб, що використовуються в мережах централізованого теплопостачання, економію енергії протягом 10 років терміну служби та терміни окупності для п'яти різних розмірів труб та чотирьох різних типів палива в місті Афьонкарахісар/Туреччина. З цієї причини було виконано модель оптимізації залежно від аналізу вартості життєвого циклу (LCC) за методом P1 – P2 . Розглянуто мінеральну вату як ізоляційний матеріал та систему трубопроводів (номінальні розміри 50–200 мм) з потоком гарячої води . Результати показують, що оптимальна товщина ізоляції коливається від 0,085 до 0,228 м, економія енергії коливається від 10,041 \$/м до 175,171 \$/м, а терміни окупності коливаються від 0,442 до 0,808 років залежно від номінальних розмірів труб та типів палива. Найвище значення економії енергії досягається при

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
						100
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

номінальному розмірі труби 250 мм для мазуту, тоді як найнижче значення отримано при номінальному розмірі труби 50 мм для геотермальної енергії. Враховуючи економічні та екологічні переваги, геотермальна енергія є кращим вибором, ніж природний газ.

Основні моменти

- Це дослідження зосереджено на товщині та економічності ізоляції трубопроводів централізованого теплопостачання.
- Модель оптимізації виконано залежно від аналізу вартості життєвого циклу.
- Використовується п'ять різних розмірів труб та чотири різні типи палива.
- Найвище значення економії енергії досягнуто для труб діаметром 250 мм для мазуту.
- Найнижче значення економії енергії отримано для труб діаметром 50 мм для геотермальної енергії.

Результати та обговорення

У цьому дослідженні проведено економічний аналіз (аналіз життєвого циклу) для оцінки оптимальної товщини, економії та терміну окупності, що мінімізує загальні витрати, включаючи витрати на ізоляційний матеріал для труб та витрати на енергоспоживання. Цей аналіз найбільше використовується в ізоляційних застосуваннях. Таким чином, оптимальна товщина для різних діаметрів трубних матеріалів розраховується з урахуванням теплових навантажень Афьонкарахісара, найхолоднішого міста Туреччини [35].

6.3. Optimization insulation thickness and reduction of CO₂ emissions for pipes in all generation district heating networks (Terhan, 2022)

Системи централізованого теплопостачання пропонують рішення для зростаючих енергетичних проблем у містах з високою густотою населення. Вартість енергії зростає залежно від зростання втрат тепла в розподільчій мережі ЦТ. Втрати

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		101

тепла з мережі становлять 5–20% переданої енергії, і ці втрати вищі, ніж інші втрати в системі опалення. У статті досліджуються втрати тепла з труб, таких як труби подачі-звороту, гарячої води та циркуляційні труби в теплові канали, на основі енергетичних, ексергетичних, економічних та екологічних факторів. Оптимальна товщина ізоляції, економія енергії, скорочення викидів CO₂, перші інвестиційні витрати та терміни окупності труб у мережі систем централізованого теплопостачання всіх генерацій досліджуються за допомогою методу аналізу вартості життєвого циклу (LCCA) для таких видів палива, як природний газ, мазут та вугілля. Оптимальна товщина ізоляції розраховується для різних номінальних розмірів труб та різних ізоляційних матеріалів, таких як скловата та мінеральна вата, для різних кліматичних зон. Згідно з результатами дослідження, втрати тепла з труб у мережі ЦТ 4-го покоління зменшилися на 38,19% до 33,33% від найтеплішої кліматичної зони до найхолоднішої кліматичної зони відповідно до третього покоління. Економія енергії, скорочення викидів CO₂, терміни окупності та оптимальні значення товщини ізоляції подаючих та зворотних труб у мережі відповідно змінюються між 7,80–98,86 \$/м, 39,61–322,32 кг CO₂ / рік, 0,028–0,38 років та 0,025–0,0105 м залежно від різних видів палива, ізоляційних матеріалів, номінального розміру труб, кліматичних зон та всіх типів генерації.

Методологія

Втрати тепла з труб у мережі

У системі централізованого теплопостачання тепло, що виробляється в котлах, передається за допомогою гарячої рідини через замкнуту мережу до будівель на території кампусу. Потреби будівель в опаленні приміщень та гарячому водопостачанні покриваються переданим теплом. У такій системі гаряча рідина перекачується всередині труб з постійною низькою швидкістю при сталому потоці через мережі до будівель. Тому труби слід розглядати в першу чергу як основне джерело тепловтрат. Зміни температури в трубах від гарячої рідини до навколишнього середовища (грунту для закопаних труб) є в першу чергу

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
						102
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ефективними при оцінці ізоляційного матеріалу та тепловтрат з труб. Перепади тиску та молекулярна дифузія в дослідженні не враховуються. Для розрахунку тепловтрат з труб у каналах під ґрунтом на одиницю довжини використовується модель опору, показана на рис.57.

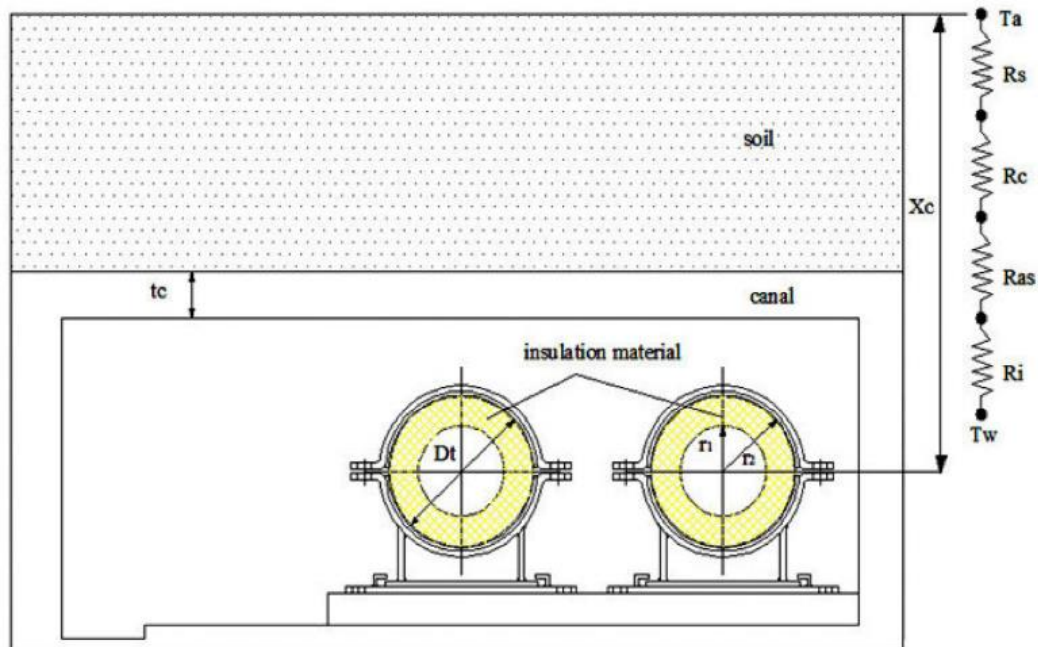


Рис.57. Розріз каналу та модель опору.

Для визначення оптимальної товщини ізоляції необхідний аналіз вартості протягом усього терміну служби. Під час розрахунку загальної вартості термін служби (N) та коефіцієнт поточної вартості ($P1$) оцінюються разом. Коефіцієнт поточної вартості змінюється залежно від процентної ставки (i), рівня інфляції (d) та терміну служби ізоляції (N). Чиста економія енергії завдяки ізоляції визначається за допомогою методу $P1 - P2$. Коефіцієнт поточної вартості розраховується за наступними рівняннями, залежно від того, чи рівні процентні ставки та рівень інфляції [36].

Було досліджено оптимальну товщину ізоляції, річні значення енергозбереження, терміни окупності, річні значення споживання палива для труб системи опалення, гарячого водопостачання та циркуляційних труб різного діаметра

залежно від типу палива, кліматичних зон, ізоляційного матеріалу та типу генерації системи централізованого тепlopостачання.

На рис.58 наведено оптимальні значення товщини ізоляції труб різного діаметра в системі опалення для різних ізоляційних матеріалів та різних видів палива для 3-го покоління та HDD = 2750°C днів. Хоча оптимальна товщина ізоляції найнижча для природного газу, вона найвища для мазуту. Також оптимальна товщина ізоляції нижча для ізоляційного матеріалу з мінеральної вати, ніж для скловати.

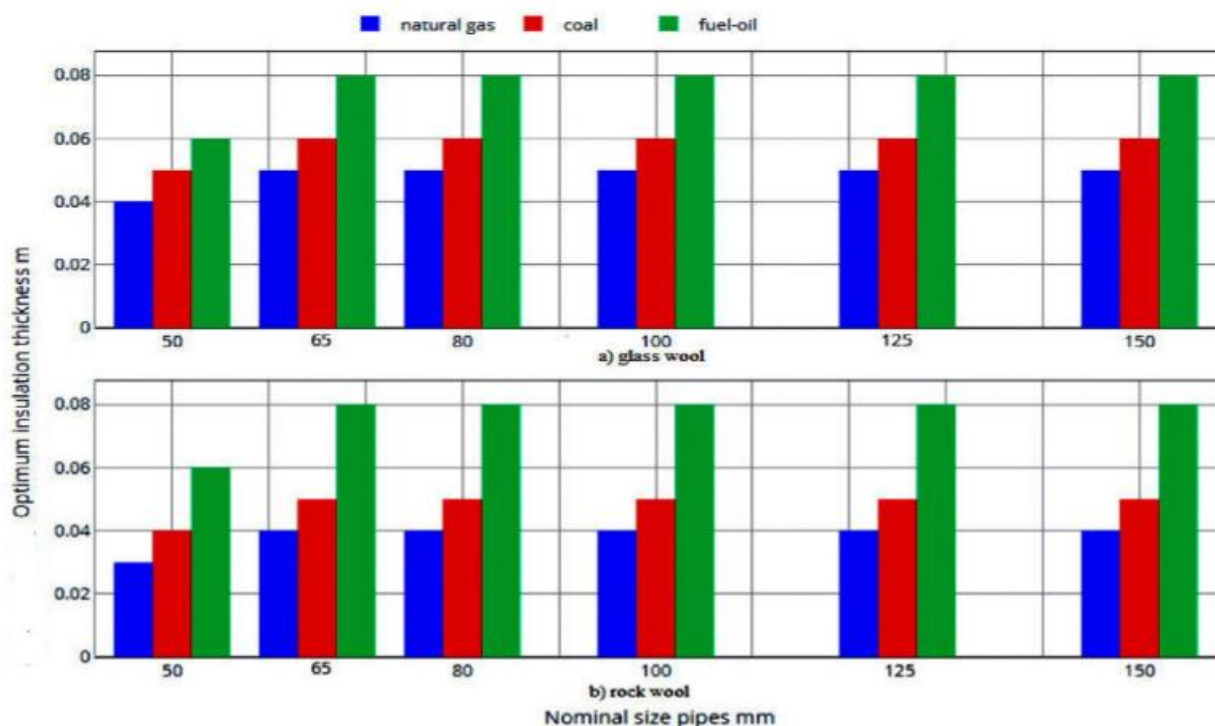


Рис.58. Оптимальна товщина ізоляції ізоляційного матеріалу та типів палива для труб номінального розміру (для 3 -го покоління та HDD = 2750°C днів).

6.4. Economic and environmental impacts of insulation in district heating pipelines

Визначення оптимальної товщини ізоляції часто застосовується до енергетичних технологій та будівельних проектів. У цьому дослідженні обговорюються енергетичні, економічні та екологічні оцінки теплоізоляції трубопроводів централізованого тепlopостачання. Оптимальна товщина ізоляції, економія енергії протягом 10 років терміну служби, термін

окупності та викиди CO₂, CO₂ та SO₂ розраховані для номінальних розмірів труб та типів палива на основі теплових навантажень в Афьонкарахісарі/Туреччина. Аналіз вартості життєвого циклу використовується для визначення оптимальної товщини матеріалу трубопроводу, щоб врахувати зміну інфляції, яка безпосередньо впливає як на вартість матеріалу трубопроводу, так і на паливо залежно від типу палива. Результати показують, що найвище значення оптимальної товщини ізоляції, економії енергії, викидів та найнижчого терміну окупності досягаються для номінального розміру труби 200 мм. Приблизно втричі більше економії енергії досягається при використанні труби номінального діаметра 200 мм замість 50 мм. Враховуючи економічні та екологічні переваги, геотермальна енергія є кращим вибором, ніж мазут. Коли трубопровід централізованого теплопостачання буде утеплений, кількість викидів CO₂ в атмосферу значно зменшиться на 21 % [37].

Основні моменти

- У цьому дослідженні обговорюються економічні та екологічні оцінки теплоізоляції трубопроводів централізованого теплопостачання.
- На основі аналізу життєвого циклу (LCC) розраховано оптимальну товщину ізоляції, енергозбереження, термін окупності та викиди.
- Приблизно втричі більше економії енергії забезпечується використанням труб номінального діаметра 200 мм замість 50 мм.
- Враховуючи економічні та екологічні переваги, геотермальна енергія є кращим вибором, ніж мазут.

Висновок

У статті Ваşođul Y. та Кеşебаş А. проведено комплексне дослідження економічних та екологічних ефектів застосування теплоізоляції в трубопроводах систем централізованого теплопостачання. На основі методології розрахунку витрат життєвого циклу (Life Cycle Cost — LCC) автори визначили оптимальну товщину теплоізоляційного шару для труб різного діаметру. Результати показали, що найбільшу ефективність ізоляції доцільно реалізовувати саме для трубопроводів із

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		105

великим номінальним діаметром (зокрема 200 мм), що дозволяє досягти суттєвого зниження теплових втрат і, відповідно, економії палива.

Встановлено, що застосування ізоляції забезпечує значне скорочення експлуатаційних витрат протягом усього строку служби системи теплопостачання. Найбільшу економічну вигоду продемонстрували системи, які працюють на основі геотермального джерела енергії та палива нафтопродуктового походження. За результатами розрахунків, застосування ізоляції дозволяє зменшити споживання енергії у кілька разів порівняно з неізольованими трубопроводами.

Окрему увагу в дослідженні приділено впливу теплоізоляції на зменшення викидів вуглекислого газу. Зокрема, було зафіксовано, що застосування оптимального теплоізоляційного шару дозволяє знизити обсяг викидів CO₂ на понад 20 % у порівнянні з базовими (неізольованими) умовами експлуатації. Таким чином, дослідження підтверджує не лише економічну доцільність теплоізоляції, а й її важливу роль у зменшенні негативного впливу на довкілля. Це робить теплоізоляцію важливим елементом сталого розвитку у сфері енергетичної інфраструктури.

6.5. Optimization of Multilayer Thermal Insulation For Pipeline

Досліджено економічний аналіз теплоізоляції для системи трубопроводів, ізольованих композитними шарами з різних матеріалів. Аналіз базується на явній нелінійній функції витрат, яка включає річні втрати енергії та початкові витрати на ізоляцію. Практичні діапазони різної товщини ізоляції включені як набір обмежень нерівності. Крім того, аналіз враховує межі безпеки, необхідні для температури зовнішньої поверхні ізоляції [7].

Для знаходження оптимальної товщини для найменших річних витрат у межах області, обмеженої обмеженнями, використовується процедура пошуку, модифікована методом Хука та Іє. Процедуру було перевірено на аналітичному розв'язку для одного трубопроводу з одним шаром ізоляції.

Аналіз застосовується для системи трубопроводів (номінальний розмір 4-10 дюймів) з потоком перегрітої пари. Фурфурол, неочищена нафта та 300-дистилят.

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
						106
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Результати показують значну економію коштів при оптимальній ізоляції порівняно з розмірами, що використовуються в інженерній практиці. Представлено та обговорено детальні дані для цих випадків.

Економічна проблема формується у загальному вигляді для системи з n труб, що транспортують рідини з температурами, відмінними від температур навколишнього середовища. Кожен трубопровід, j , довжина l_j та зовнішній радіус a_j ізолюваний m_j кількістю композитних шарів різних ізоляційних матеріалів (рис.59).

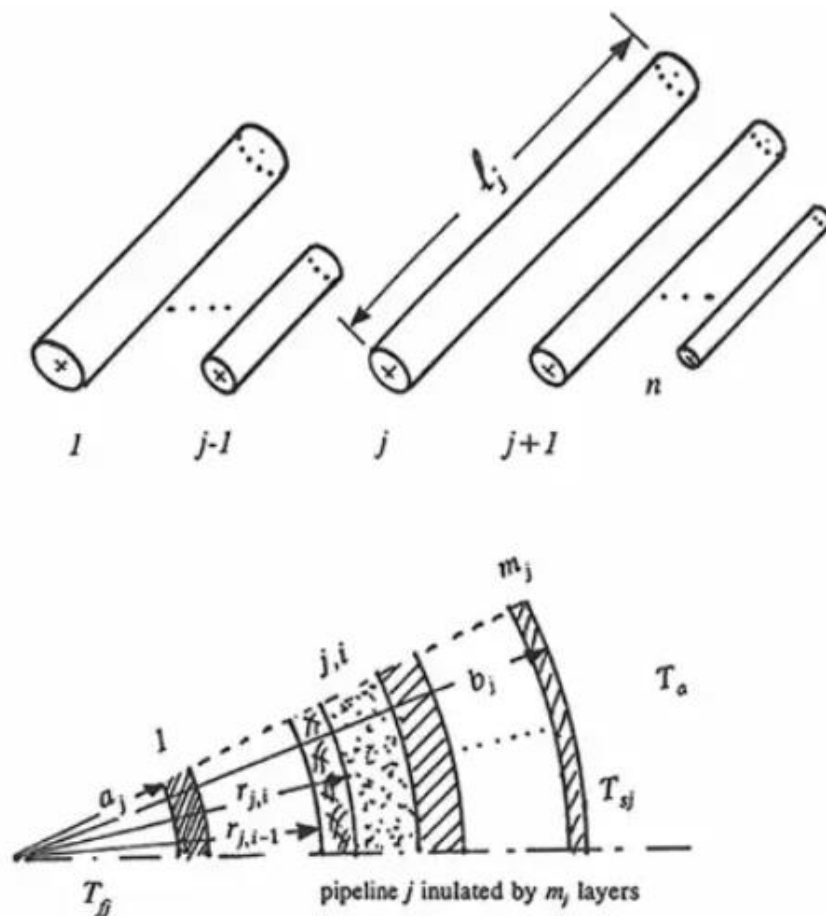


Рис.59. Система з n трубопроводів з композитною ізоляцією.

Висновок

У цій статті представлено модель для розрахунку оптимальної товщини ізоляційних матеріалів для трубопровідної мережі. Ця модель містить загальний економічний аналіз композитних матеріалів з різними властивостями та вартістю. Розроблена функція витрат є сумою функцій підвитрат для всіх труб мережі, де

товщина кожного шару ізоляції є параметром. У модель включено набір обмежень нерівності для врахування практичних розмірів шарів ізоляції та для задоволення меж безпеки, необхідних для температури на зовнішній поверхні ізоляції.

Вартість мінімізується шляхом використання алгоритму пошуку, заснованого на пробних значеннях та послідовному коригуванні таким чином, щоб значення потрапляли в область обмежень. Пошук продовжується до оптимальних значень, для яких вартість є мінімальною. Алгоритм порівнювали з аналітичним рішенням для одного трубопроводу з одним шаром ізоляції. Прогнозовані радіуси ізоляції для мінімальної вартості узгоджуються.

Модель використовується для реальної системи з чотирьох трубопроводів на нафтопереробному заводі. Результати показують значну економію коштів при використанні цієї моделі. Значною перевагою цього підходу до рішення є гнучкість у включенні різних обмежень та/або меж безпеки в процедуру вибору теплоізоляції.

6.6. Cost analysis for optimum thicknesses and environmental impacts of different insulation materials

У цьому дослідженні оптимальну товщину теплоізоляції, що використовується для зменшення теплових надходжень та втрат тепла в будівлях, досліджують за динамічних теплових умов з використанням кліматичних умов Елязига, Туреччина. Чисельний метод, заснований на неявній процедурі скінченних різниць, яка була попередньо валідована, використовується для визначення річних навантажень на охолодження та теплопередачу, усередненого річного часового затримки та коефіцієнта зменшення за сталих періодичних умов. Ці навантаження використовуються як вхідні дані для економічної моделі для визначення оптимальної товщини ізоляції. Оптимальна товщина ізоляції, економія енергії та терміни окупності розраховуються за допомогою аналізу витрат життєвого циклу протягом 20 років служби будівлі. Результати показують, що оптимальна товщина ізоляції коливається від 5,4 до 19,2 см, економія енергії коливається від 86,26 до 146,05 \$/ м²,

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
Зм.	Лист	№ док.ум.	Підпис	Дата		108

а терміни окупності варіюються від 3,56 до 8,85 років для різних ізоляційних матеріалів. Також досліджується вплив теплоізоляції на навколишнє середовище. Видно, що завдяки застосуванню оптимальної товщини ізоляції в неізольованій стіні, річне споживання палива та викиди зменшуються на 68–89,5% залежно від ізоляційних матеріалів.

Основні моменти

- У дослідженні досліджується оптимальна товщина та вплив різних ізоляційних матеріалів на навколишнє середовище.
- Річні навантаження на охолодження та теплопередачі визначаються за динамічних теплових умов.
- Використовується аналіз витрат на життєвий цикл протягом 20 років експлуатації будівлі.
- Визначається оптимальна товщина ізоляції, економія енергії та терміни окупності .
- Також розраховується споживання палива та викиди CO₂ та SO₂ .

Метою цього дослідження є визначення оптимальної товщини та впливу на навколишнє середовище різних ізоляційних матеріалів за динамічних теплових умов. Теплові параметри, такі як річні навантаження на охолодження та теплопередачу, усереднений річний часовий лаг та коефіцієнт зменшення, розраховуються за стаціонарних періодичних умов за допомогою неявного методу скінченних різниць, який був попередньо валідований. Навантаження на передачу використовуються як вхідні дані для економічної моделі для визначення оптимальної товщини ізоляції протягом 20 років терміну служби будівлі. Оптимальна товщина ізоляції, економія енергії, терміни окупності, споживання палива та викиди CO₂ та SO₂ розраховуються для чотирьох різних ізоляційних матеріалів.

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		109

6.7. Висновок за результатами аналізу літературних джерел

Огляд літератури показує, що однією з найбільших проблем для систем опалення є оптимізація товщини ізоляції труб для зменшення витрат на енергію та впливу на навколишнє середовище. Кілька дослідників, включаючи [34], розглядають термoeкономічну оцінку ізоляції та демонструють, що оптимізація товщини ізоляції може значно зменшити втрати тепла та економічні експлуатаційні витрати труб. Дослідження підкреслює важливість балансування початкових витрат на матеріали з довгостроковими перевагами, такими як зниження витрат на енергію та підвищення енергоефективності системи.

Ще одним аспектом є вплив ізоляції на зменшення викидів CO₂, що є важливим фактором у боротьбі з глобальною зміною клімату. [36] показує, як оптимізація товщини ізоляції труб у мережах централізованого тепlopостачання може значно зменшити викиди парникових газів. Подібні висновки також підтверджуються дослідженням [37]. Воно показало, що правильна товщина ізоляції не тільки зменшує втрати тепла, але й робить проект більш сталим та економічно ефективним, що дозволяє значно заощадити енергію та зменшити викиди CO₂.

У [35] аналізують різні ізоляційні матеріали та наголошують на важливості не лише термoeкономічних, а й екологічних властивостей. Вони зазначають, що необхідно враховувати матеріальні властивості ізоляційних матеріалів, оскільки не всі вони пропонують однакову довгострокову продуктивність. [7] зосереджуються на оптимізації багатошарової теплоізоляції, що дозволяє отримати кращі результати з мінімальними витратами на матеріали.

Загалом, результати огляду літератури підтверджують, що оптимізація товщини ізоляції є ефективним методом зниження витрат на енергію та викидів CO₂ у системах централізованого тепlopостачання. Вибір матеріалів, товщина та тип ізоляції значною мірою залежать від конкретних умов експлуатації, що підкреслюється в роботі [38] та інших авторів. Таким чином, впровадження таких

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
						110
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

технологій на практиці дозволяє значно зменшити втрати енергії та підвищити загальну ефективність енергетичних систем.

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		111

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		112

Висновок

У теоретичній частині роботи було розглянуто основи конструкції та принципи роботи попередньоізольованих труб, особливості їхнього виробництва, монтажу та експлуатації. Проведено детальний аналіз фізико-механічних характеристик основних елементів системи: сталеві провідної труби, шару пінополіуретанової теплоізоляції, зовнішньої поліетиленової оболонки та вбудованих сигнальних кабелів. Окремо опрацьовано питання вибору оптимальної товщини ізоляції з урахуванням теплопровідності матеріалів, кліматичних умов регіону та економічних факторів. Розглянуто сучасні дослідження з оптимізації багатошарової теплоізоляції та питання критичної товщини ізоляції, що дозволяє мінімізувати теплові втрати.

Проектна частина роботи базується на конкретних вихідних даних і враховує інженерно-геологічні, гідрогеологічні та кліматичні особливості місця реконструкції. Було виконано детальний паспорт об'єкта, розроблено монтажні схеми, поздовжні профілі, креслення теплових камер та вузлів приєднання, передбачено аварійну сигналізацію з використанням сучасних електронних засобів контролю стану трубопроводів. Особливу увагу приділено антикорозійному захисту, герметичності стикових з'єднань, технологічним вимогам до монтажу при різних температурах, а також заходам безпеки під час виконання робіт.

Враховання геологічних умов, глибини промерзання, рівня ґрунтових вод та зсувної небезпеки дозволило адаптувати проєкт до складних рельєфних і міських умов, характерних для центральної частини міста. Це забезпечує підвищену надійність і довговічність теплової мережі навіть за інтенсивної експлуатації.

Запропоновані у роботі інженерні рішення спрямовані на значне зменшення теплових втрат, підвищення енергоефективності та ресурсу роботи мережі. Використання ПІТ дозволяє скоротити втрати тепла у 3–5 разів у порівнянні зі старими теплотрасами, зменшити експлуатаційні витрати та підвищити безаварійний строк служби до 30–40 років. Додаткове впровадження системи дистанційного

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		113

моніторингу герметичності підвищує рівень контролю та своєчасності реагування на аварійні ситуації.

Дана робота враховує не лише технічні аспекти, але й організаційно-технологічні умови будівництва в щільно забудованих міських районах, у тому числі обмеження, пов'язані з транспортною інфраструктурою, необхідність погодження з комунальними службами та мінімізацію впливу на життєдіяльність міста під час робіт.

Запропоновані підходи і технічні рішення сприятимуть зменшенню енергоспоживання, скороченню втрат тепла, підвищенню надійності та безпеки теплових мереж, що є надзвичайно важливим у контексті сучасних завдань енергозбереження та модернізації міської інфраструктури.

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		114

Список використаної літератури

1. ДСТУ Б В.2.5-31:2007. Трубопроводи попередньо теплоізовані спініним поліуретаном для мереж гарячого водопостачання та теплових мереж. Технічні умови.
2. Єнін П.М., Швачко Н.А. Теплопостачання (частина I “Теплові мережі та споруди”). Навчальний посібник. – К.: Кондор, 2007, – 244 с.
3. ДСТУ-Н Б А.3.1-27:2014. Настанова щодо виготовлення, монтажу і випробування трубопроводів під тиском до 10 МПа.
4. ДБН В.2.5-39:2008. Теплові мережі. Норми проектування.
5. ДСТУ-Н Б В.2.5-35:2007. Настанова з проектування, монтажу, приймання та експлуатації теплових мереж із попередньо ізованними трубопроводами.
6. Trubu.com.ua. Попередньо ізованні труби в ПЕ оболонці для теплотрас. <https://trubu.com.ua/ua/stalnaja-predvaritelno-izolirovannaja-truba-v-pje-obolochke-dlja-podzemnoj-prokladki>
7. G. M. Zaki & A. M. Al-Turki (2000). «Optimization of Multilayer Thermal Insulation for Pipelines», Heat Transfer Engineering, vol. 21, issue 4, pp. 63–70.
8. Wechsatoł, W.; Lorente, S.; Bejan, A. (2001). “Development of tree-shaped flows by adding new users to existing networks of hot water pipes”, International Journal of Heat and Mass Transfer
9. Kalyon, M. & Şahin, A. Z. (2002). “Application of optimal control theory in pipe insulation”, Numerical Heat Transfer, Part A 41 (4): 391–402.
10. Kalyon, M. & Şahin, A. Z. (2004). “The critical radius of insulation in thermal radiation environment”, Heat and Mass Transfer, vol. 40 (5), pp. 377–382.
11. Геологічна карта України, аркуш М-36-072 (Київ) / Інститут геологічних наук НАН України. — Київ, 2007.

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		115

12. Бондарчук Г.Л., Савицький В.І. Геологія і гідрогеологія міста Києва. — Київ: Логос, 2005.
13. ДБН В.2.1-10:2018 Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення
14. ДБН В.1.1-46:2017 Інженерний захист територій, будівель і споруд від зсувів та обвалів. Основні положення
15. Герасимов І.П., Шестопалов В.М. Інженерно-геологічні умови Києва та вплив на міське будівництво. — Вісник геології, №3, НАН України, 2011.
16. Кліматичний довідник України (том 1: Київська область) / Укргідрометцентр. — Київ, 2020.
17. Дідик В. В., Павлів А. П. Планування міст : підручник. — Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2006. — 412 с.
18. Петришин Г. П., Посацький Б. С., Пуха О. В. Містобудівне проектування. Частина 1. Місто як об'єкт проектування : навч. посіб. — Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2016. — 328 с.
19. Мельничук Г. В., Дронова О. О. Інтегроване просторове планування в Україні: методи, виклики та перспективи // Український географічний журнал. — 2024. — № 1 (125). — С. 63–78.
20. Бутягін В. А. Основи планування і благоустрою населених місць і промислових районів : навч. посіб. — М. : Вища школа, 1978. — 232 с.
21. Губкіна Є. Soviet Modernism. Brutalism. Post-Modernism. Buildings and Structures in Ukraine 1955–1991. — Київ : Osnovy Publishing; DOM Publishers, 2019. — 448 с.
22. Anisimov O. Thinking the City as a Plan: Master Planning of Kyiv // Центр міської історії Центрально-Східної Європи. — Львів, 2020.
23. <https://betonenergo.com.ua/heat-supply/thermal-cameras-and-elements/?srsltid=AfmBOopLIt8w8kVYqO2GssQbXa99W1viG4FzrAkQEXEq8s2K01Qwr6w5>

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
						116
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

24. Основи виготовлення, експлуатації та ремонту обладнання : навч. посіб. для студентів інж.-хім. фак. спец. 133 «Галузеве машинобудування» всіх форм навч. / уклад. С. В. Зайцев. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 51 с.
25. Мельник, І. І., та ін. (2020). Інженерні мережі та системи теплопостачання. Київ: Техніка.
26. Коваленко, О. М., та ін. (2018). Теплотехнічні системи: теорія та практика проектування. Харків: ХНАДУ.
27. Шелест, В. П. (2021). Проектування та монтаж систем теплопостачання: навчальний посібник. Одеса: Одеська національна академія харчових технологій.
28. Проектування та монтаж попередньо ізольованих трубопроводів / за ред. Петрова І. В. – Львів: Національний університет "Львівська політехніка", 2017.
29. Закон України № 2633-IV "Про теплопостачання", 2024.
30. Перший трубний завод [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ptz.in.ua/wp/>
31. Енергоресурс-Тепло [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://energoresurs-teplo.com.ua/ua/>
32. ЕЛЬПЛАСТ – Виробник поліетиленових труб [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://elplast.com.ua/>
33. УкрСТК [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ukrstk.com.ua/>
34. Zhang, L., Zhang, Q., Yang, X., & Hooman, K. (2022). Thermo-Economic Assessment on Insulation Conditions of the Buried Heating Pipeline for District Heating. *Heat Transfer Engineering*, 44(2023)(13), 1140-1156.
35. Keçebaş, A., Alkan, M.A., & Bayhan, M. (2011). Thermo-economic analysis of pipe insulation for district heating piping systems. *Applied Thermal*

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
						117
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Engineering, 31(17–18), 3929–3937. DOI:
10.1016/j.applthermaleng.2011.07.021

36. Terhan, M. (2022). Optimization insulation thickness and reduction of CO₂ emissions for pipes in all generation district heating networks. *Science Progress*, 105(3), Article 00368504221122287. DOI: 10.1177/00368504221122287
37. Başoğul, Y., & Keçebaş, A. (2011). Economic and environmental impacts of insulation in district heating pipelines. *Energy*, 36(10), 6156–6164. DOI: 10.1016/j.energy.2011.07.049
38. Ozel, M. (2012). Cost analysis for optimum thicknesses and environmental impacts of different insulation materials. *Energy and Buildings*, 49, 230-238.

					Кваліфікаційна робота магістра	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		118

Результати для температурного графіка 80/70:

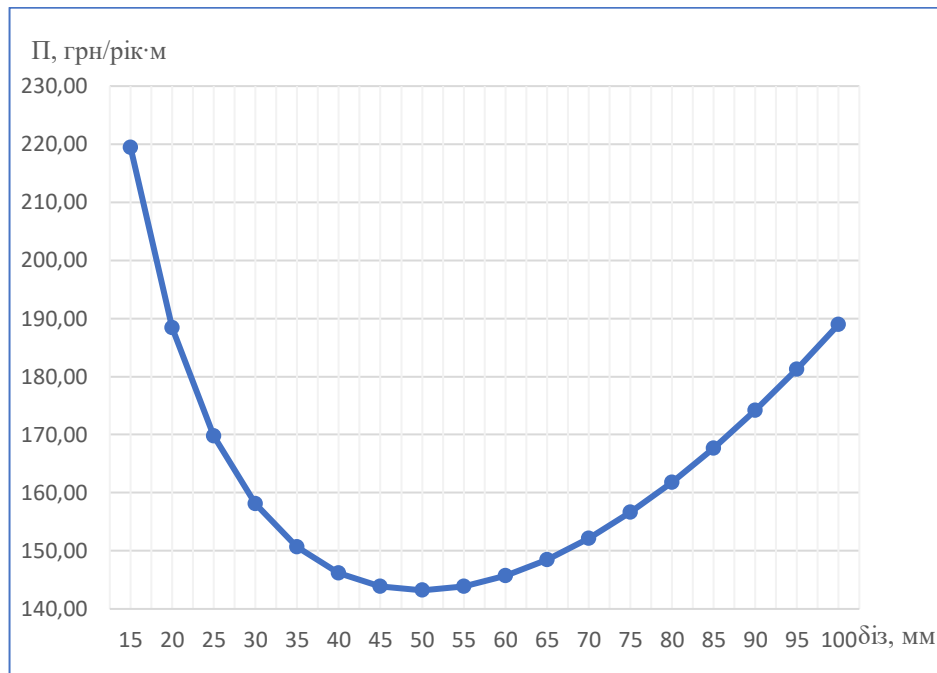


Рис.1. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø20мм, $d_3*s = 26 \times 2,5$

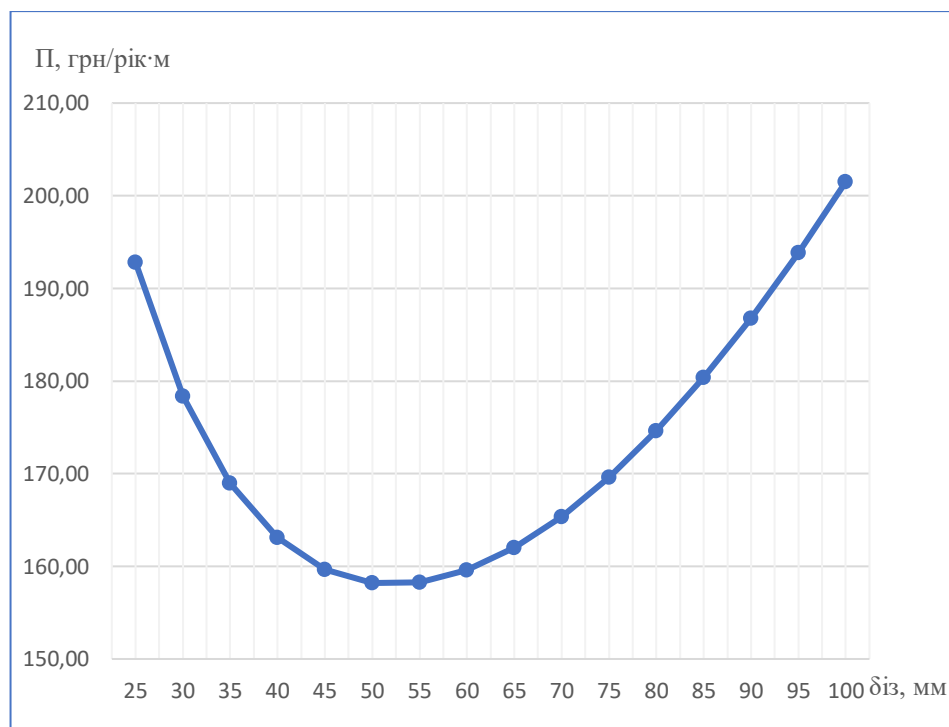


Рис.2. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø25мм, $d_3*s = 32 \times 2,5$

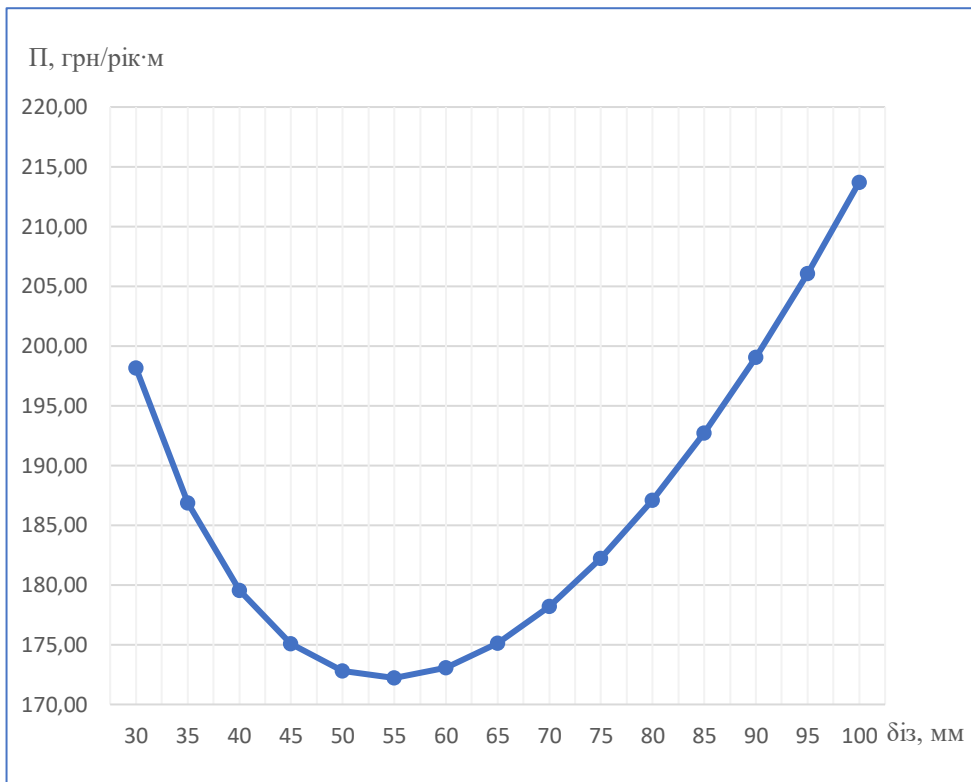


Рис.3. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø32мм, $d_3*s = 38*2,5$

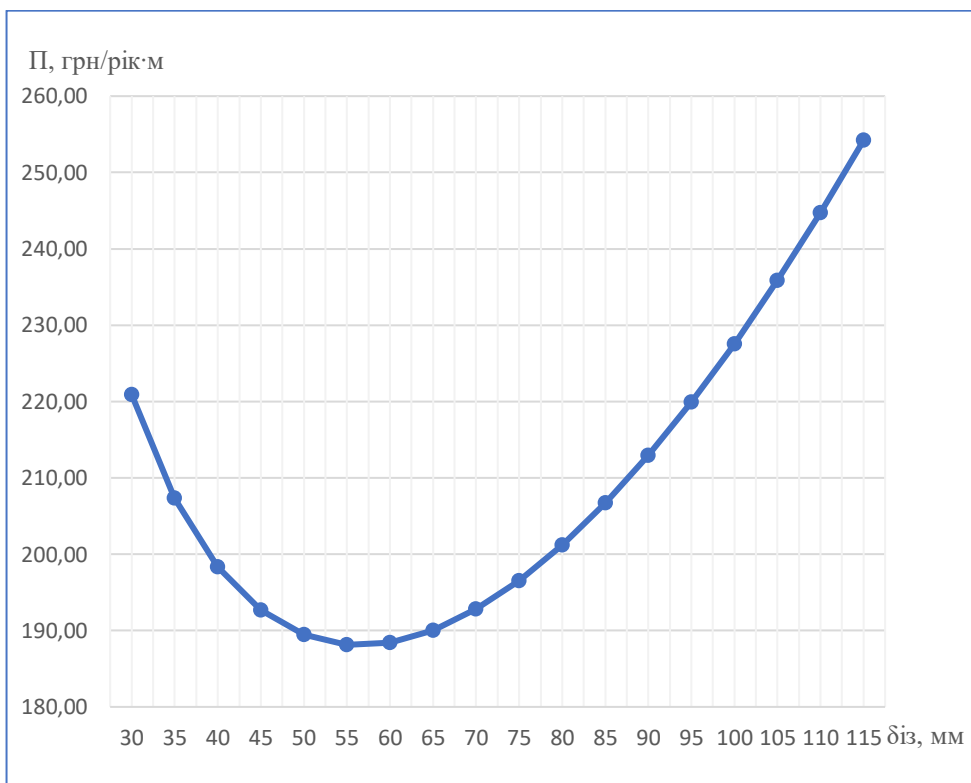


Рис.4. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø40мм, $d_3*s = 45*2,5$

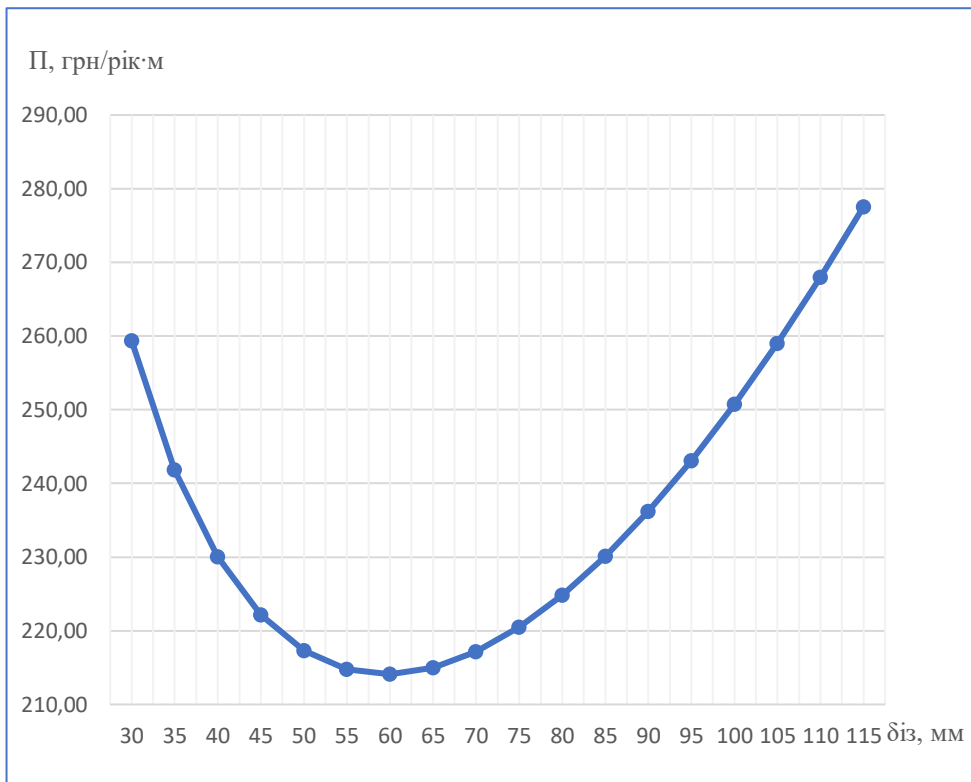


Рис.5. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для $\text{Ø}50\text{мм}$, $d_3*s = 57*3,5$

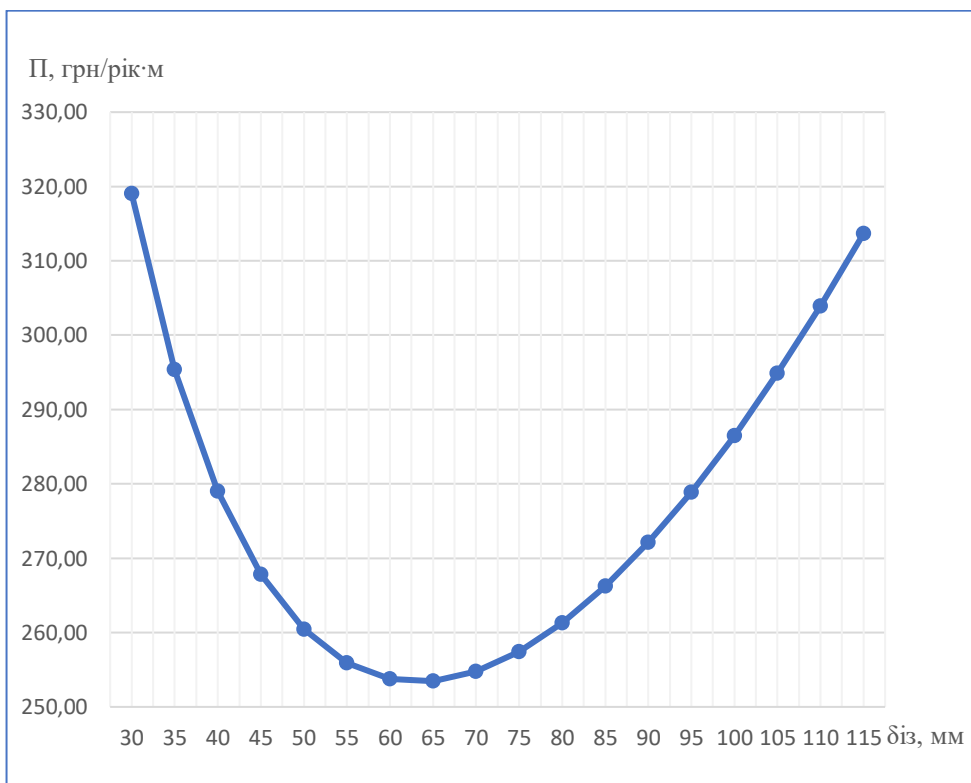


Рис.6. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для $\text{Ø}65\text{мм}$, $d_3*s = 76*3,5$

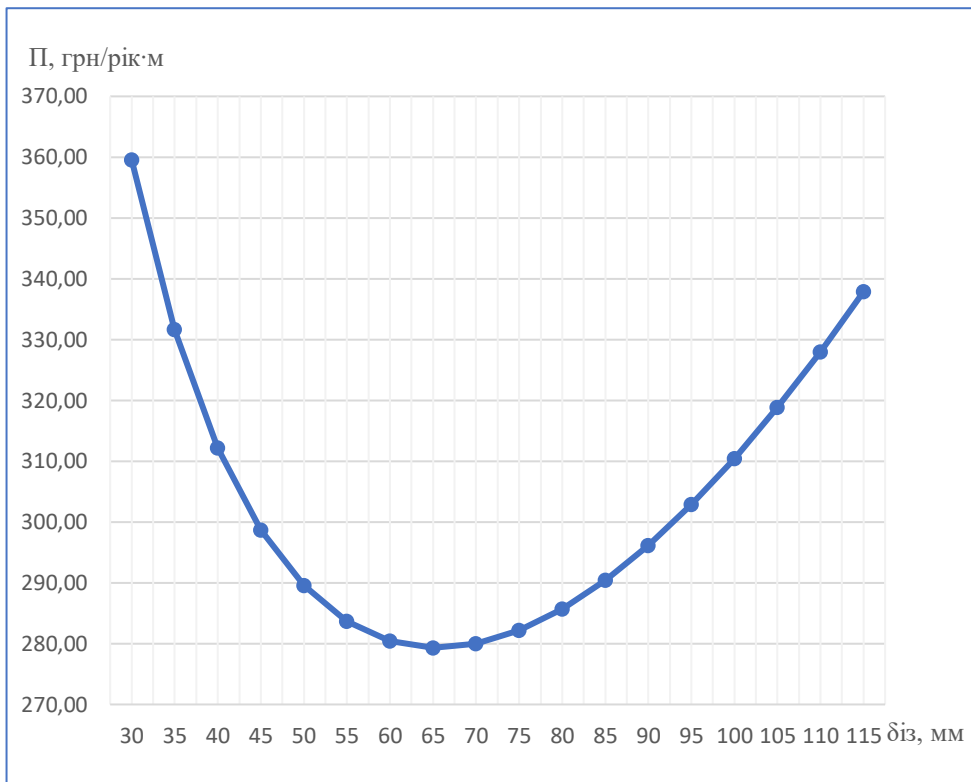


Рис.7. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø80мм, $d_3*s = 89 \times 3,5$

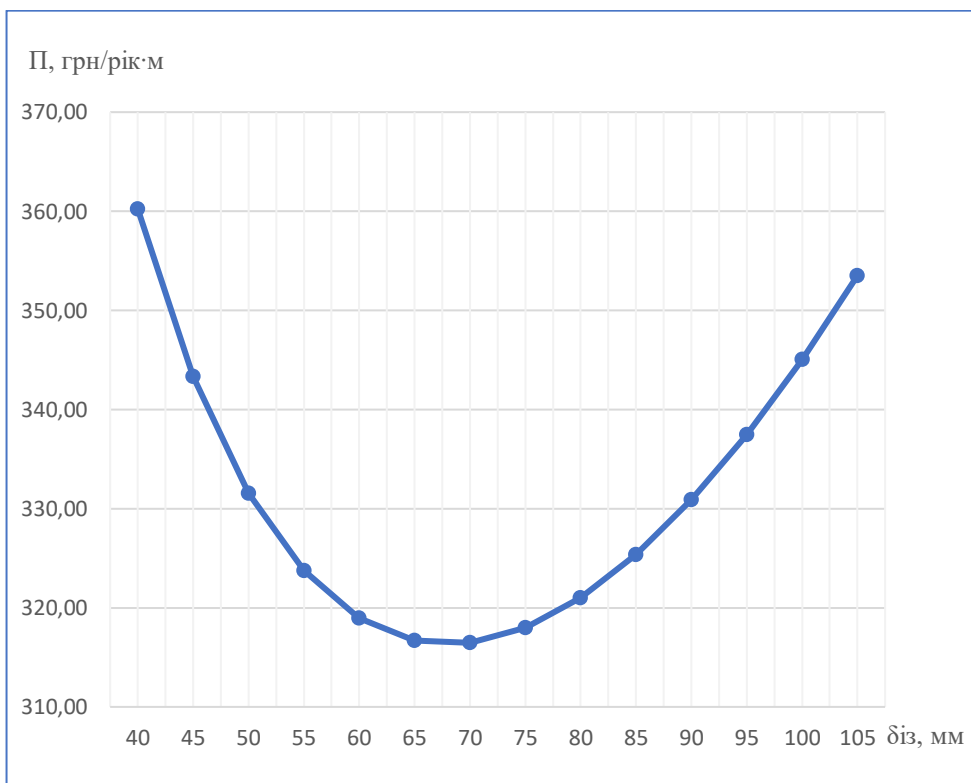


Рис.8. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø100мм, $d_3*s = 108 \times 4,0$

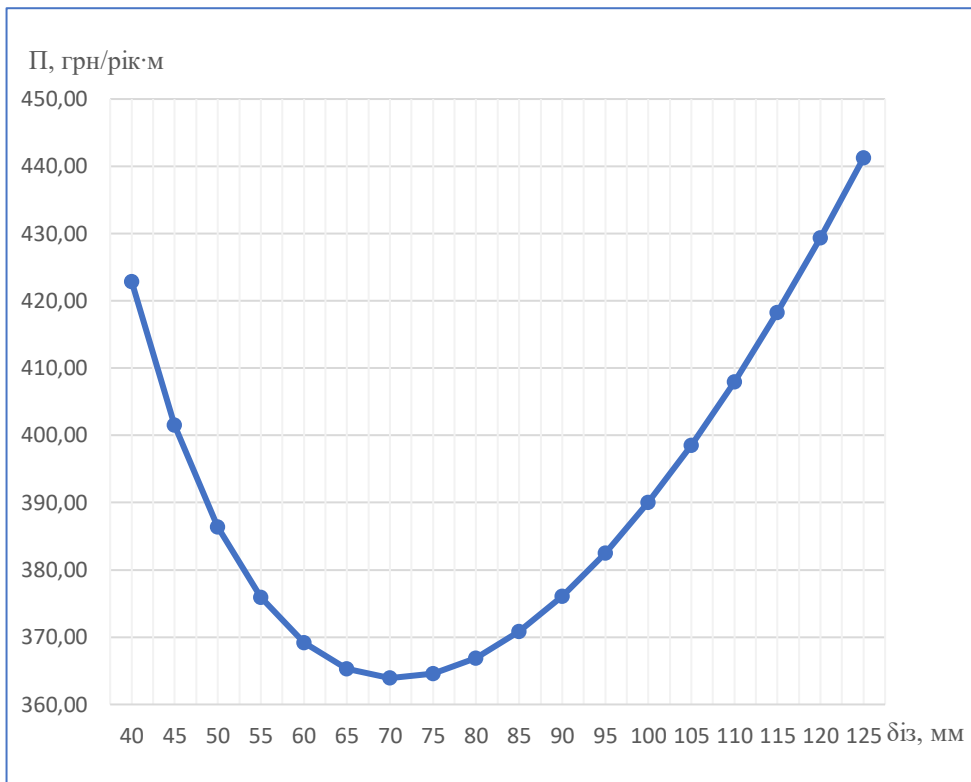


Рис.9. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для $\text{Ø}125\text{мм}$, $d_3*s = 133 \times 4,0$

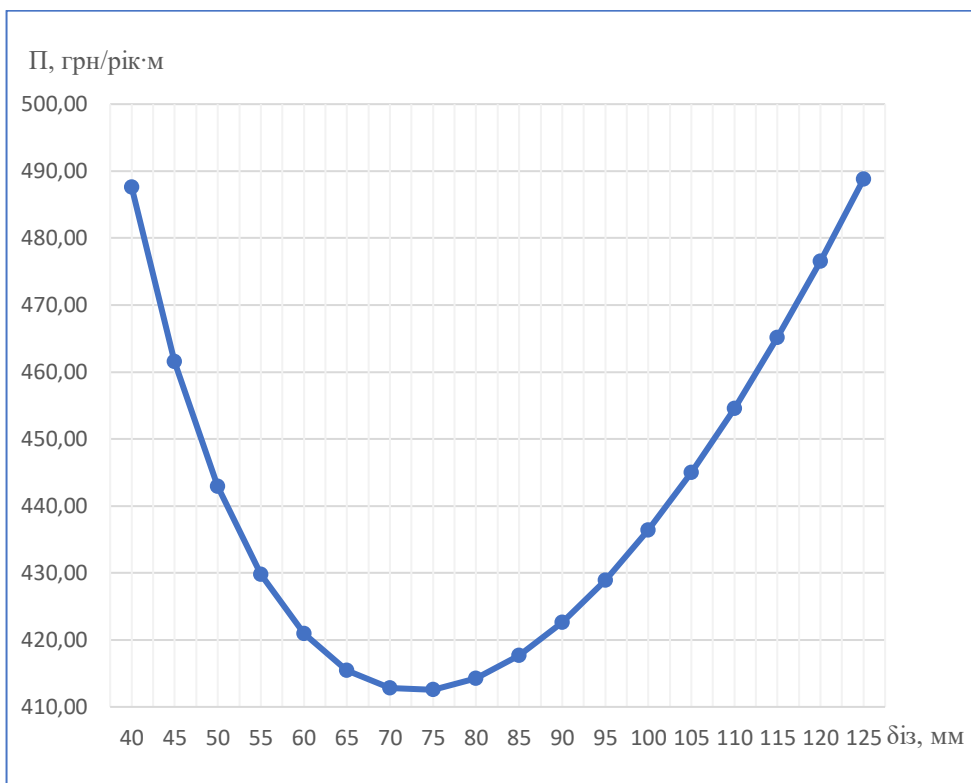


Рис.10. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для $\text{Ø}150\text{мм}$, $d_3*s = 159 \times 4,5$

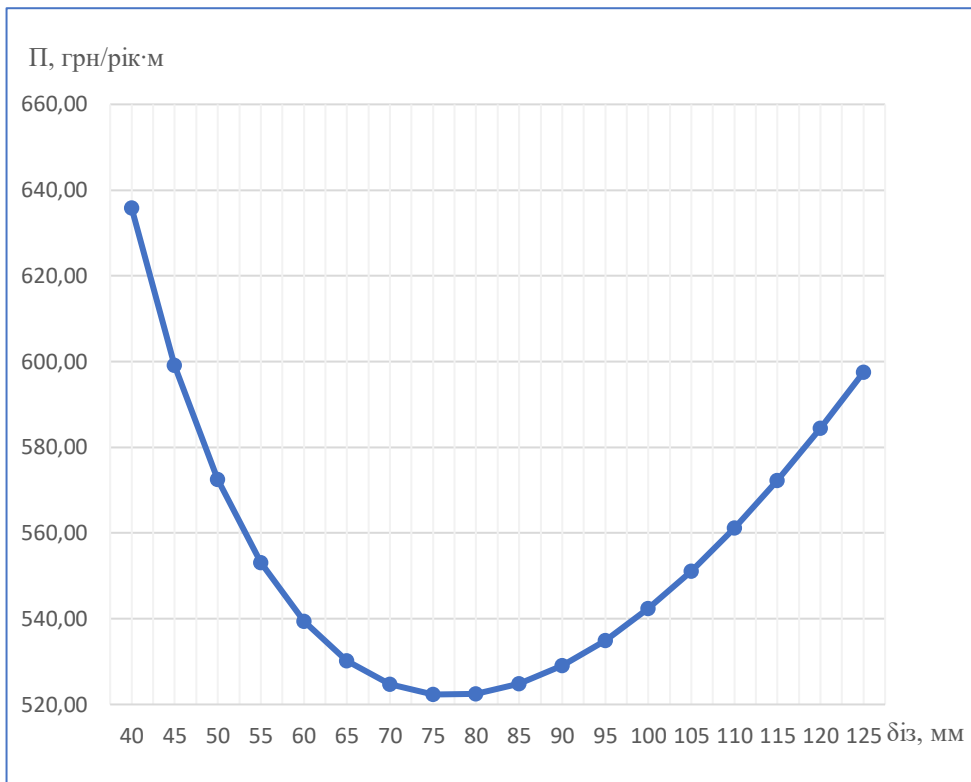


Рис.11. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для $\text{Ø}200\text{мм}$, $d_3*s = 219 \times 6,0$

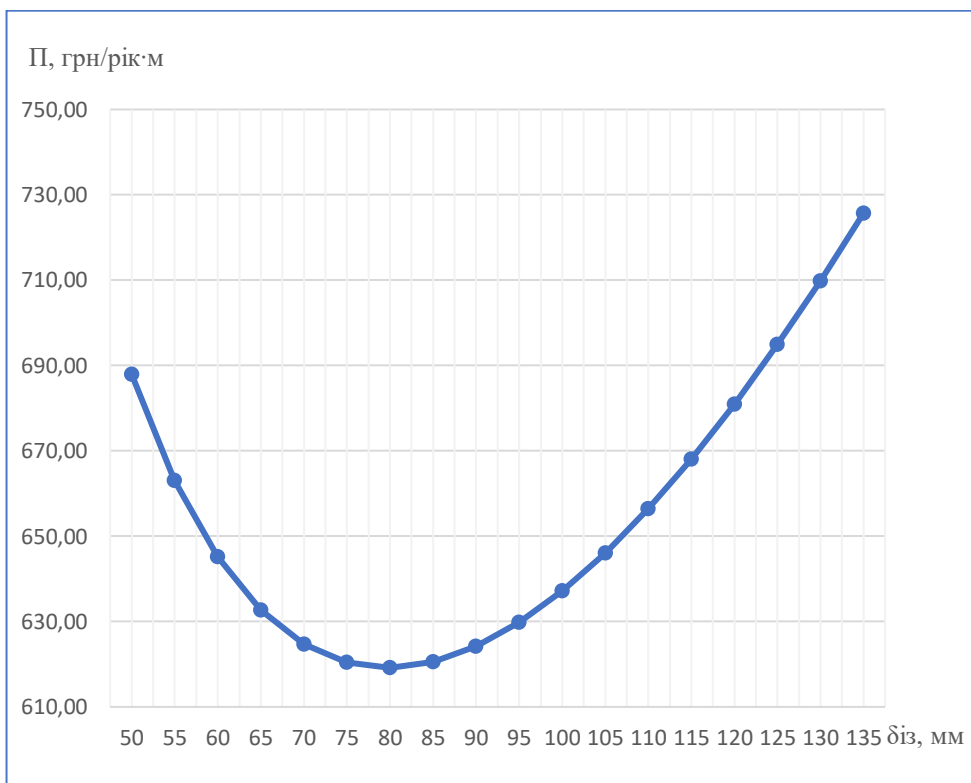


Рис.12. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для $\text{Ø}250\text{мм}$, $d_3*s = 273 \times 7,0$

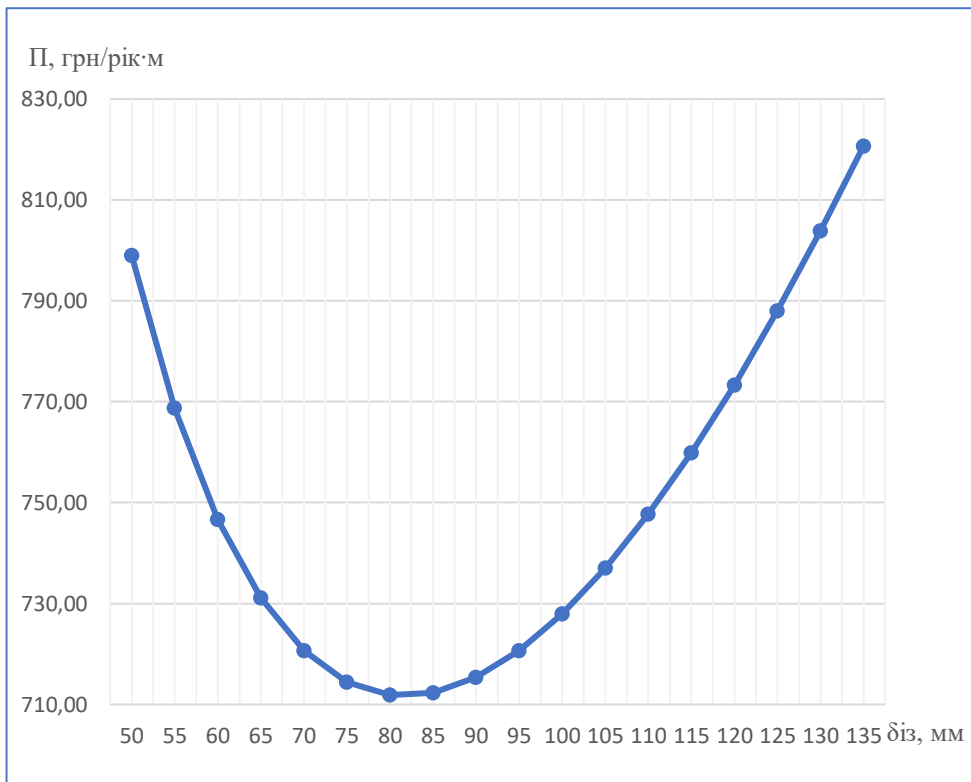


Рис.13. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø300мм, d₃*s = 325×8,0

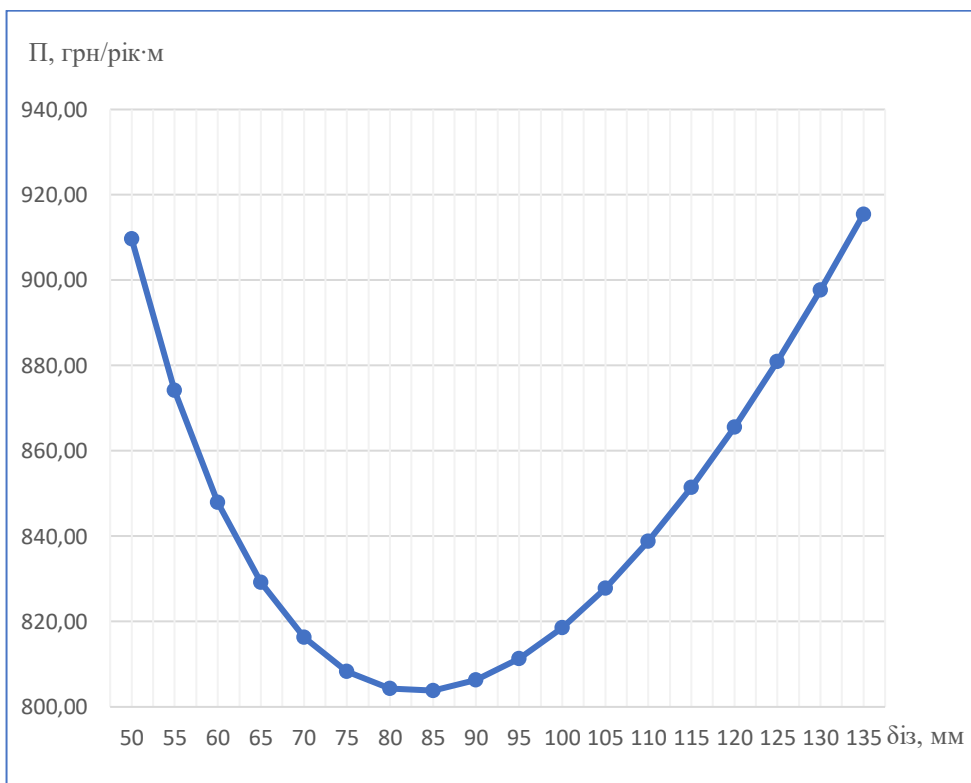


Рис.14. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø350мм, d₃*s = 377×9,0

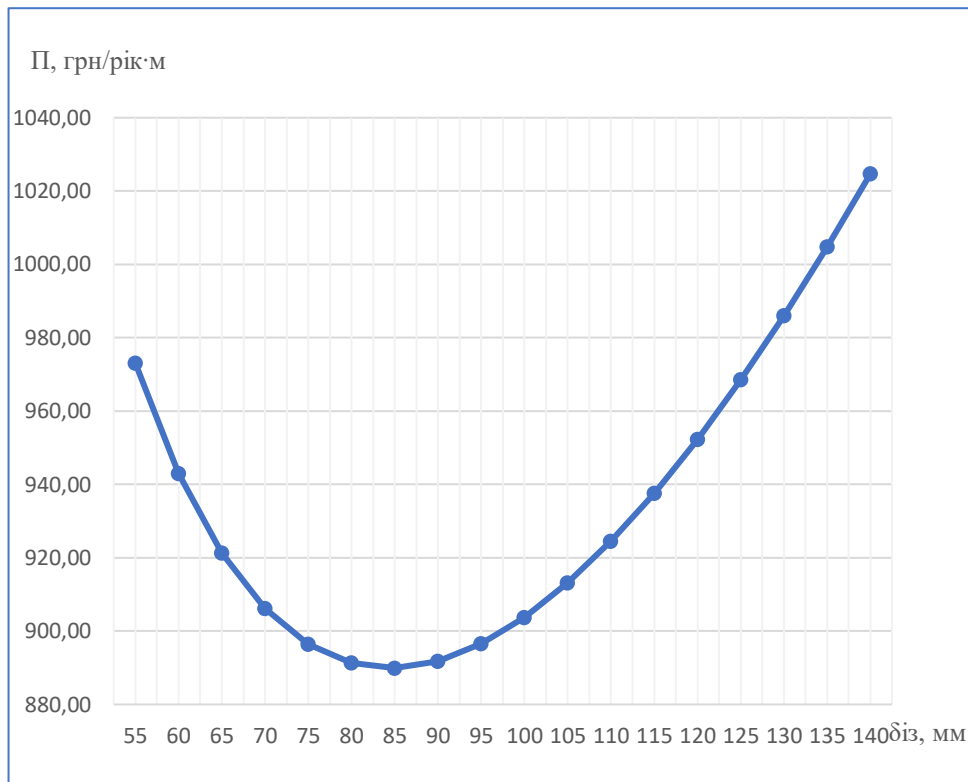


Рис.15. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для $\text{Ø}400\text{мм}$, $d_3*s = 426 \times 7,0$

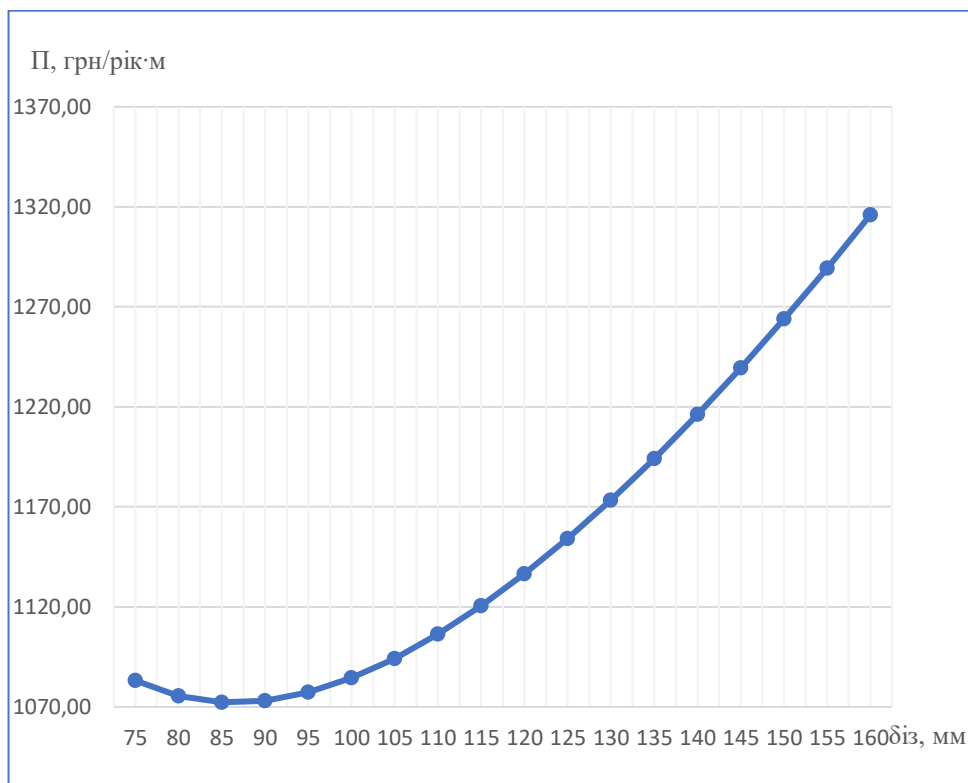


Рис.16. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для $\text{Ø}500\text{мм}$, $d_3*s = 530 \times 7,0$

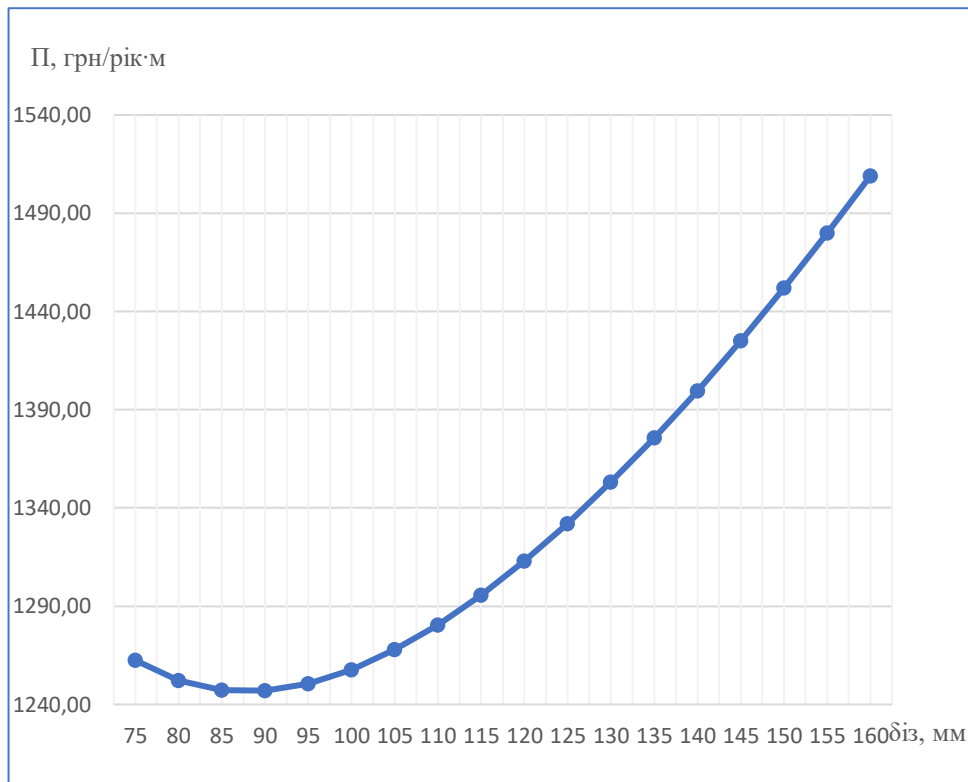


Рис.17. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для $\text{Ø}600\text{мм}$, $d_3*s = 630 \times 8,0$

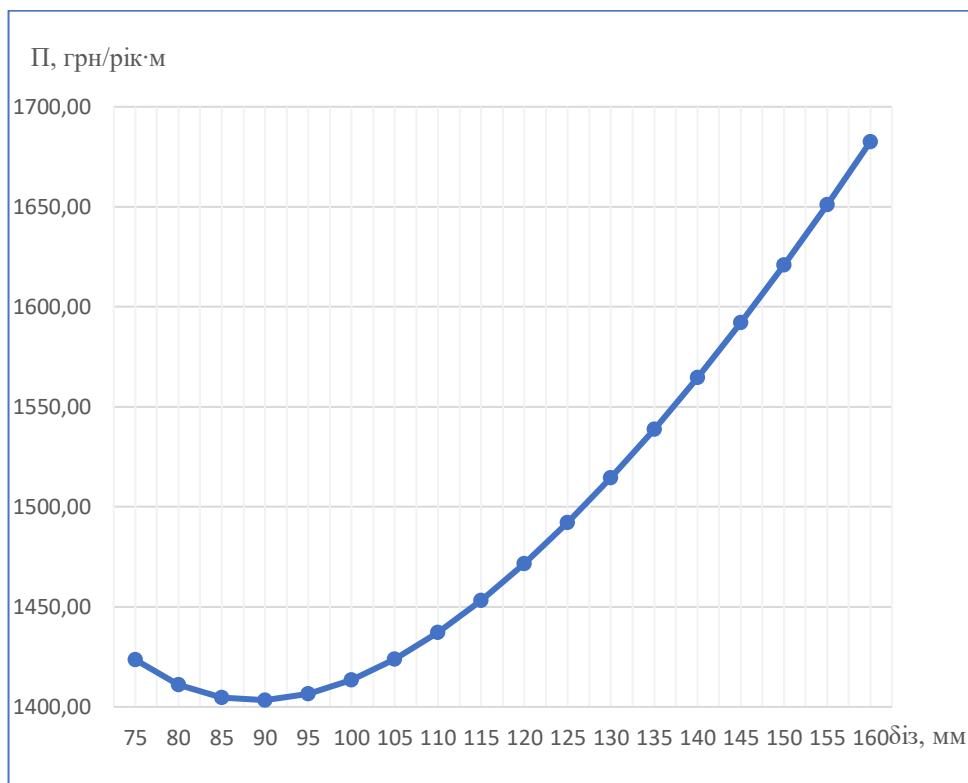


Рис.18. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для $\text{Ø}700\text{мм}$, $d_3*s = 720 \times 8,0$

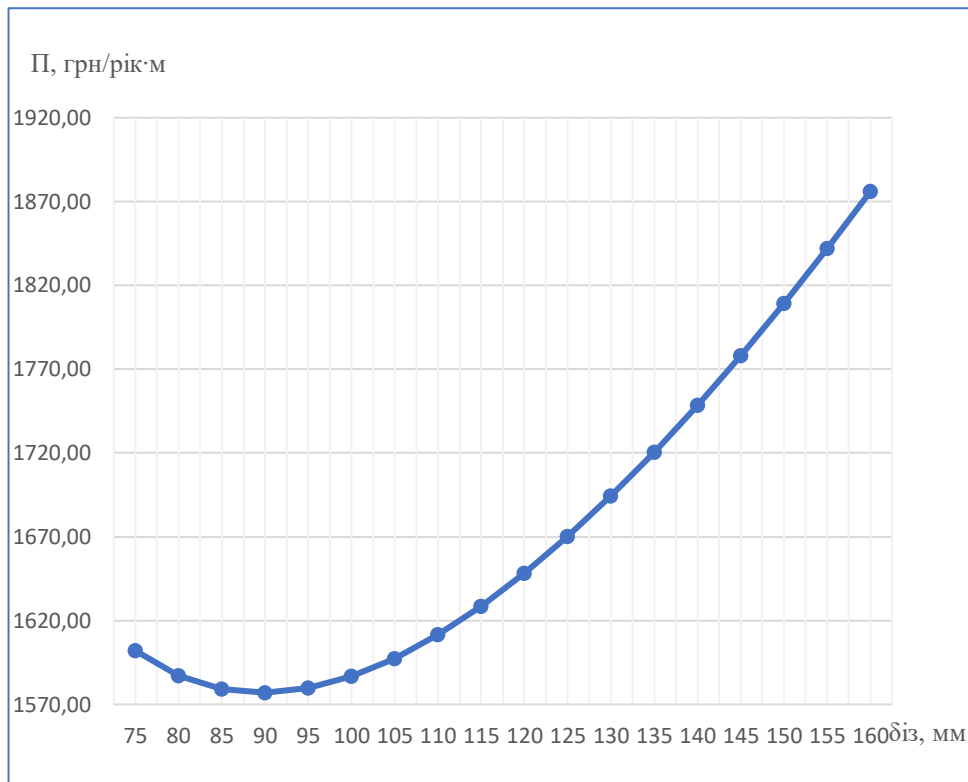


Рис.19. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для $\text{Ø}800\text{мм}$, $d_3*s = 820 \times 9,0$

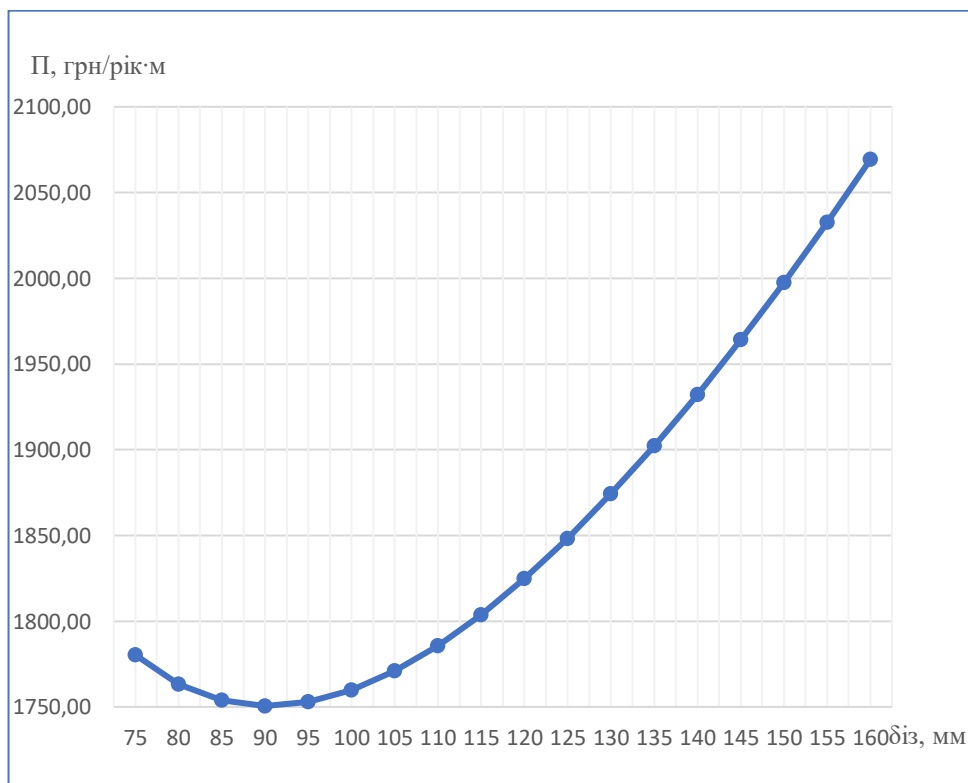


Рис.20. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для $\text{Ø}900\text{мм}$, $d_3*s = 920 \times 10,0$

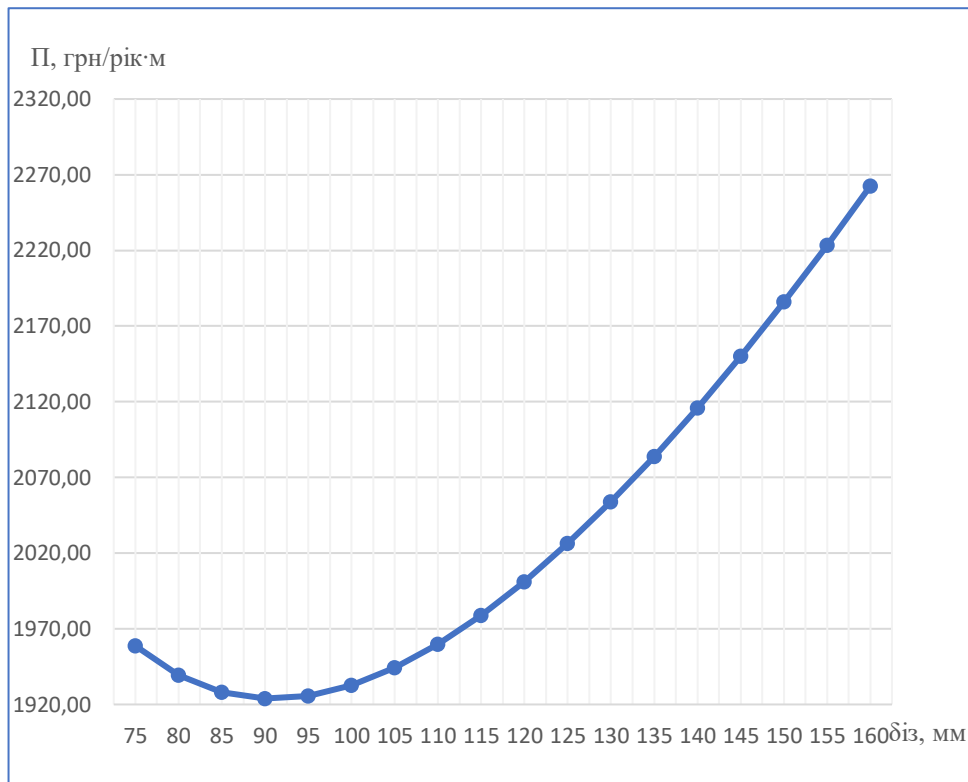


Рис.21. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для $\text{Ø}1000\text{мм}$, $d_3*s = 1020 \times 11,0$

Результати для температурного графіка 95/70:

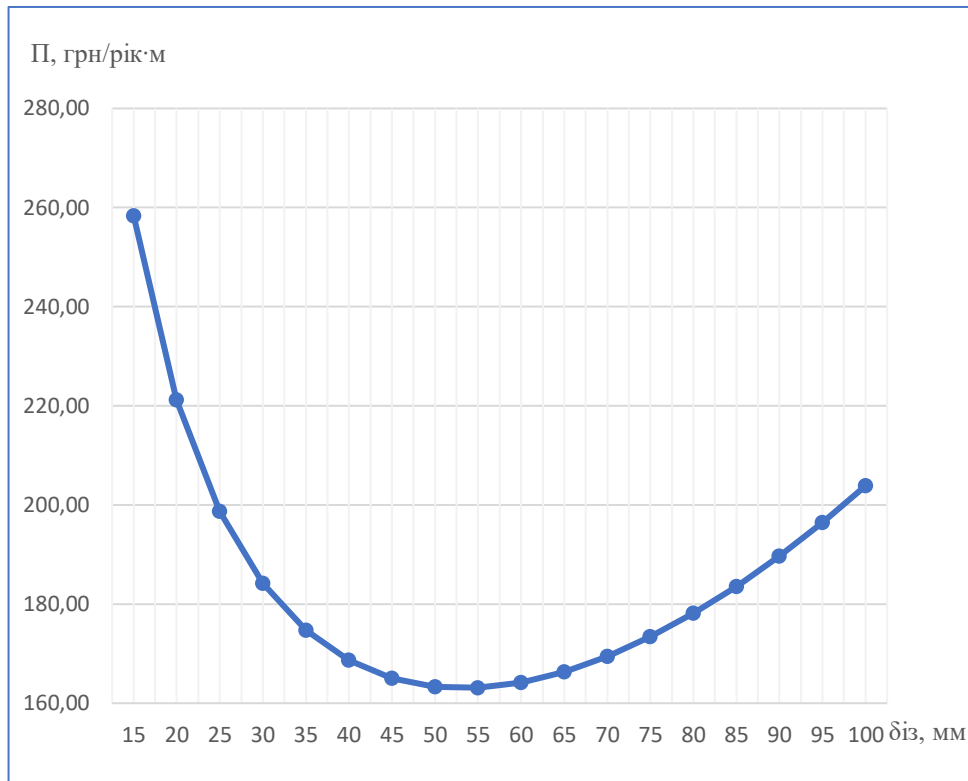


Рис.22. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø20мм, d₃*s = 26*2,5

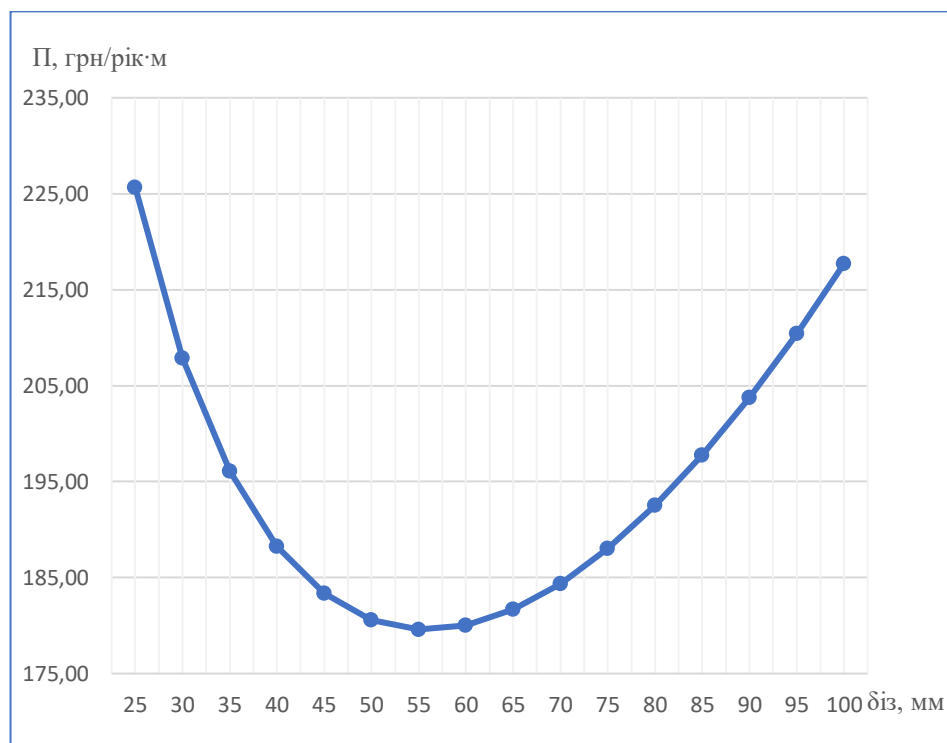


Рис.23. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø25мм, d₃*s = 32*2,5

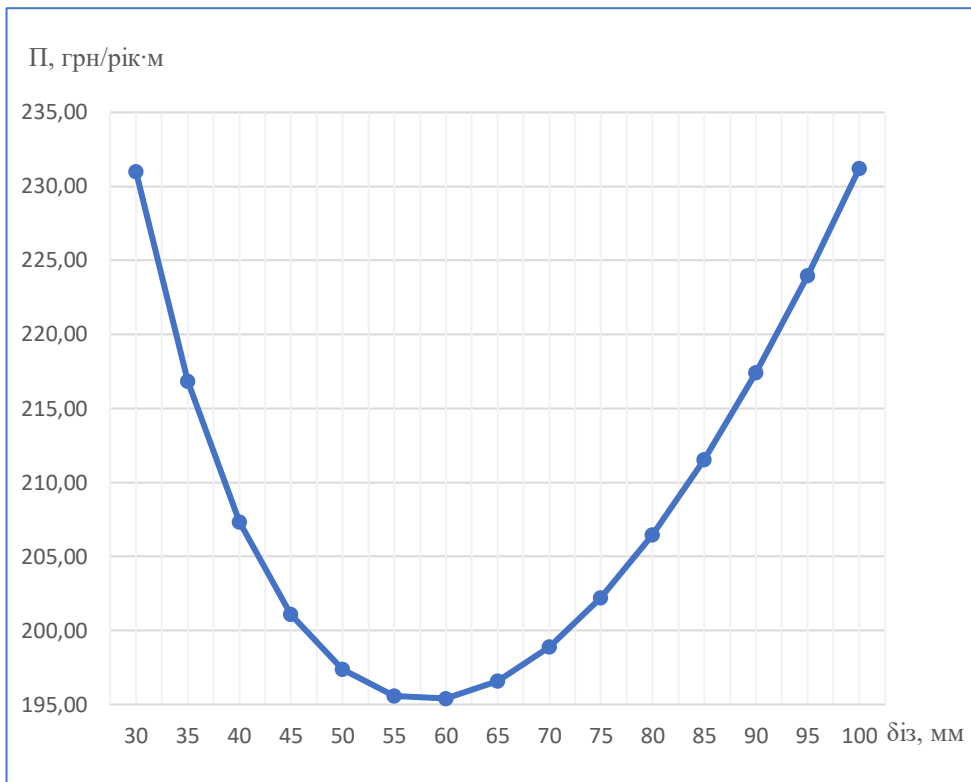


Рис.24. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø32мм, $d_3*s = 38*2,5$

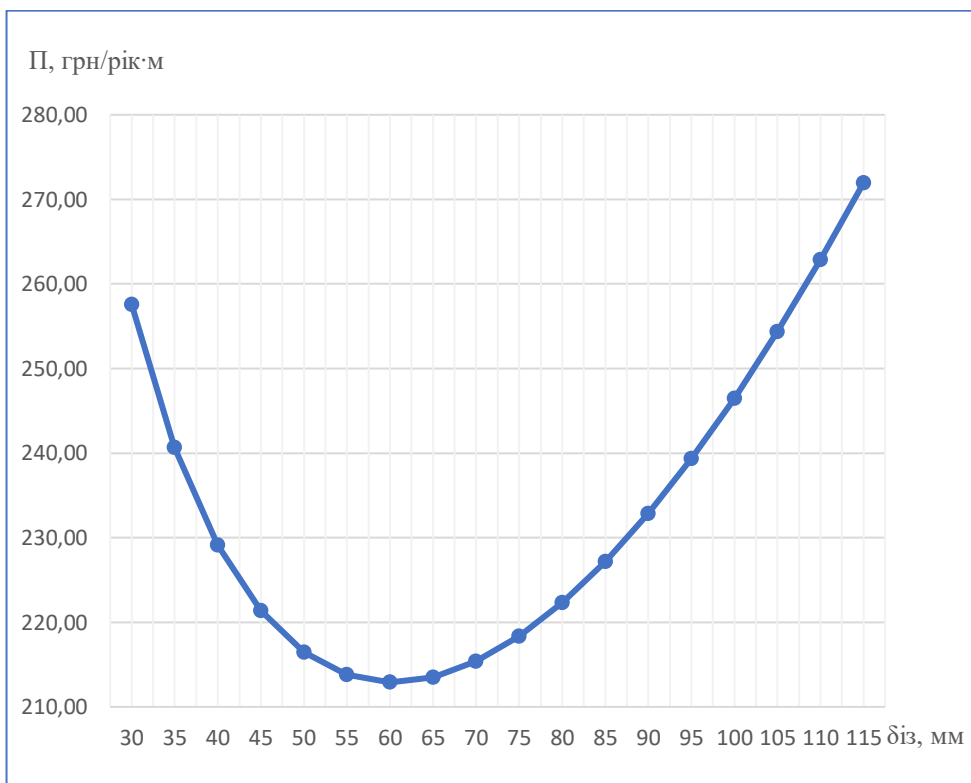


Рис.25. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø40мм, $d_3*s = 45*2,5$

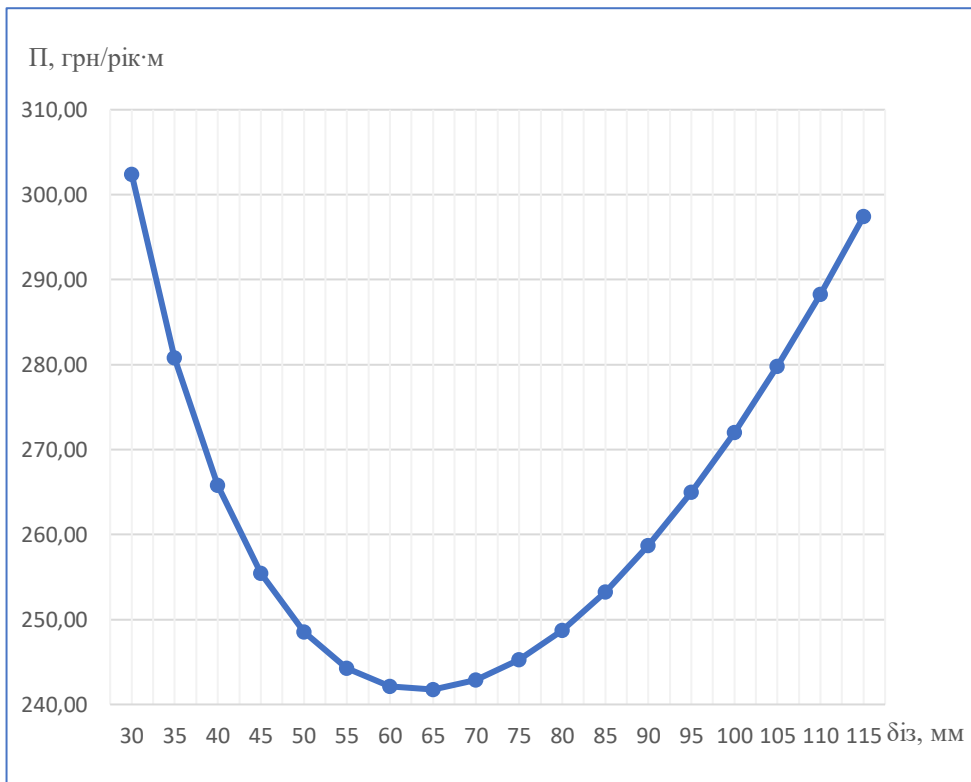


Рис.26. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø50мм, d₃*s = 57*3,5

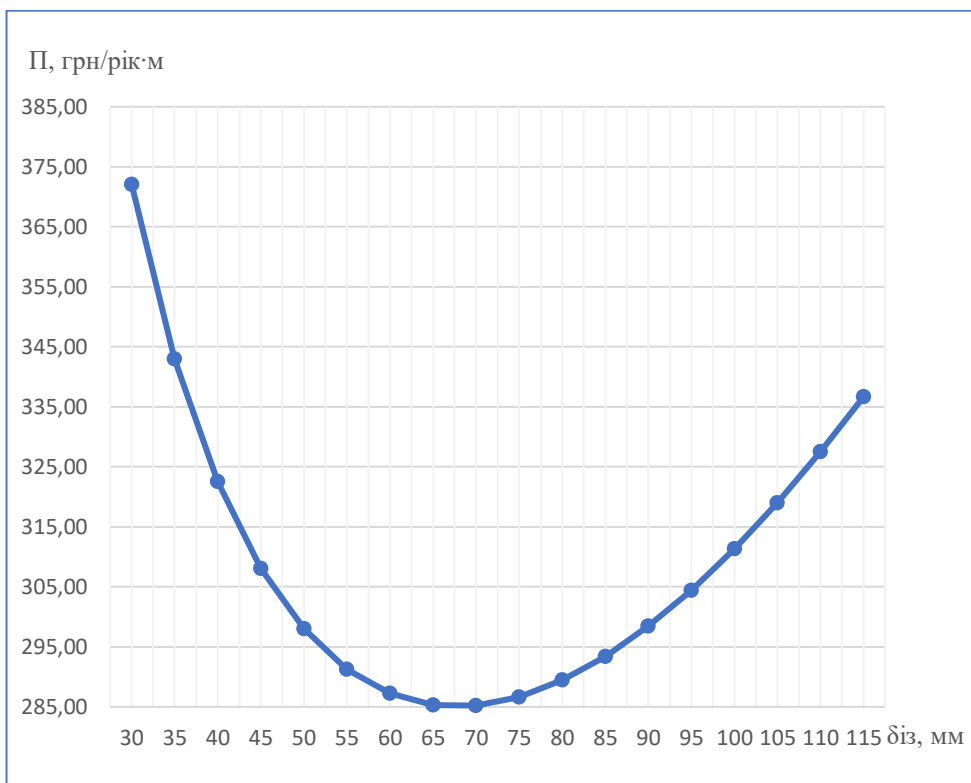


Рис.27. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø65мм, d₃*s = 76*3,5

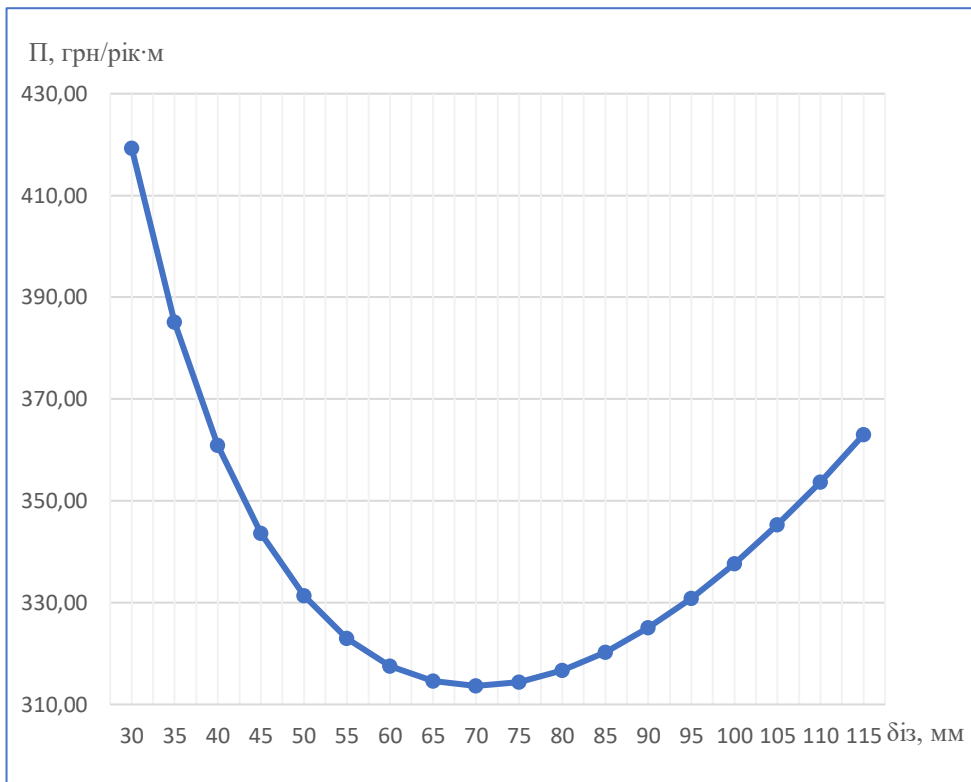


Рис.28. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для $\text{Ø}80\text{мм}$, $d_3 \cdot s = 89 \times 3,5$

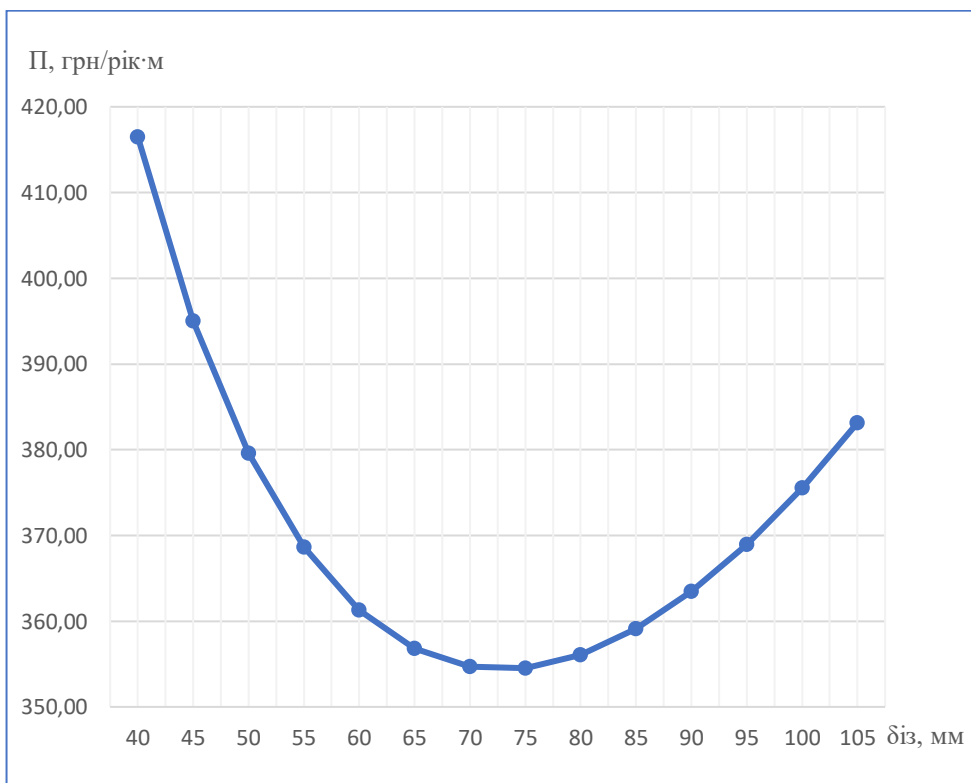


Рис.29. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для $\text{Ø}100\text{мм}$, $d_3 \cdot s = 108 \times 4,0$

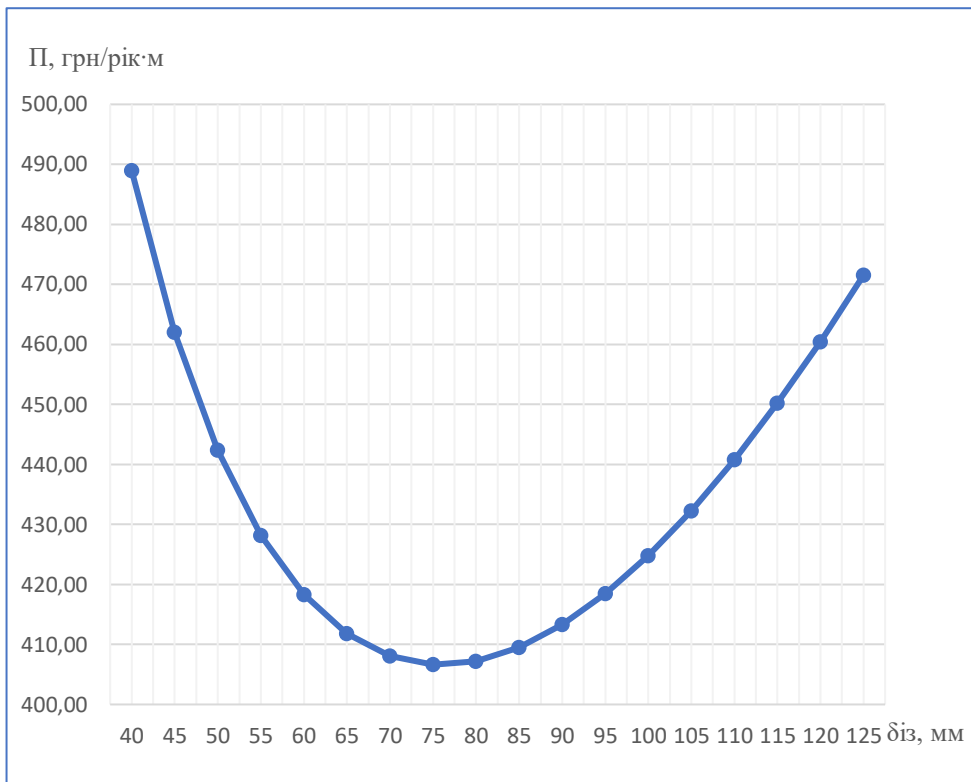


Рис.30. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø125мм, $d_3*s = 133 \times 4,0$

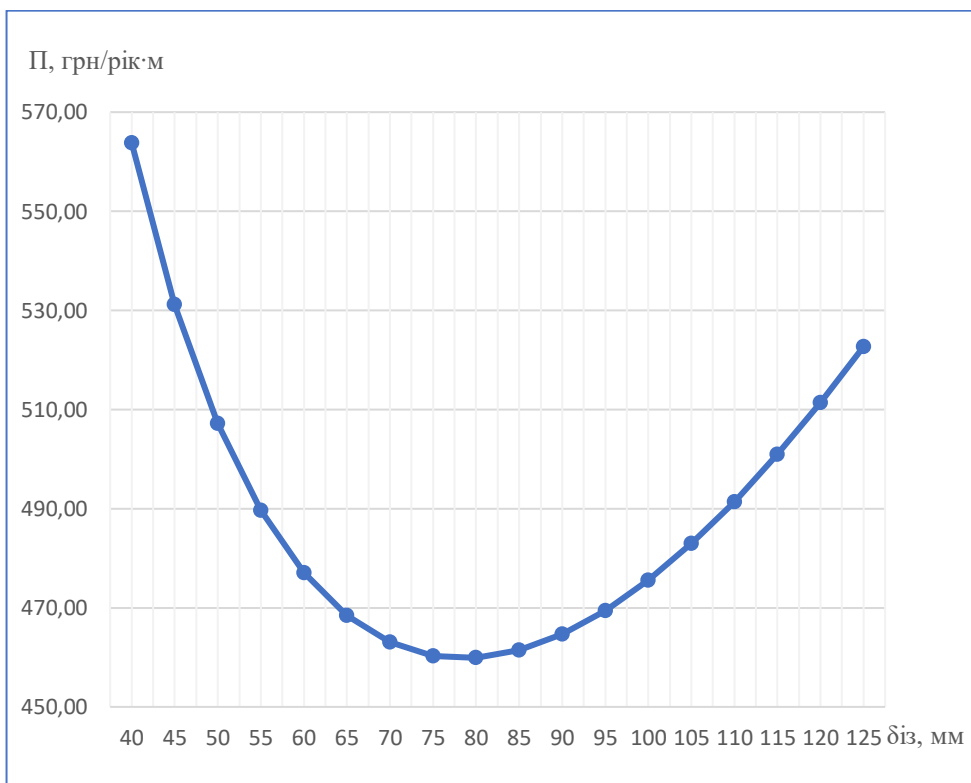


Рис.31. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø150мм, $d_3*s = 159 \times 4,5$

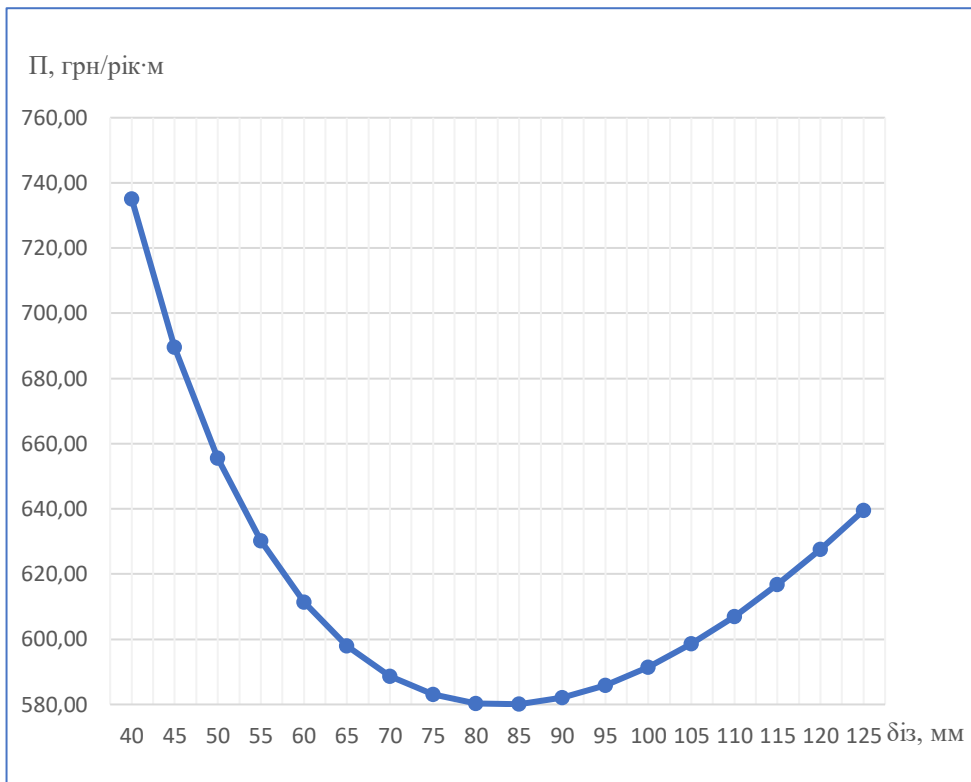


Рис.32. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для $\text{Ø}200\text{мм}$, $d_3*s = 219 \times 6,0$

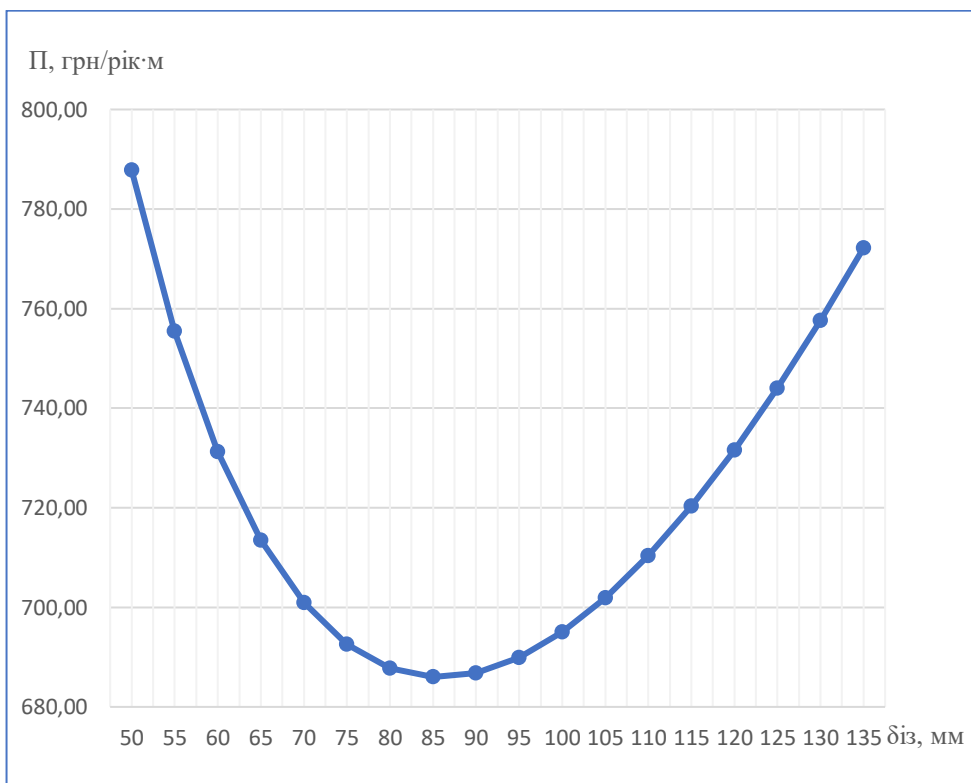


Рис.33. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для $\text{Ø}250\text{мм}$, $d_3*s = 273 \times 7,0$

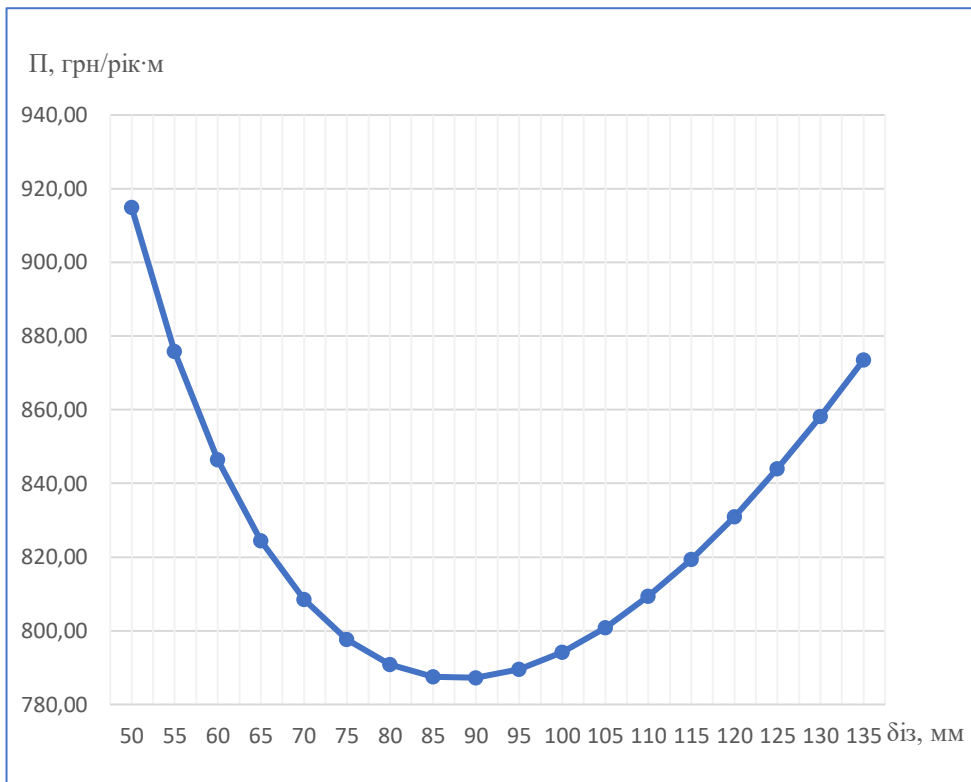


Рис.34. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø300мм, $d_3*s = 325 \times 8,0$

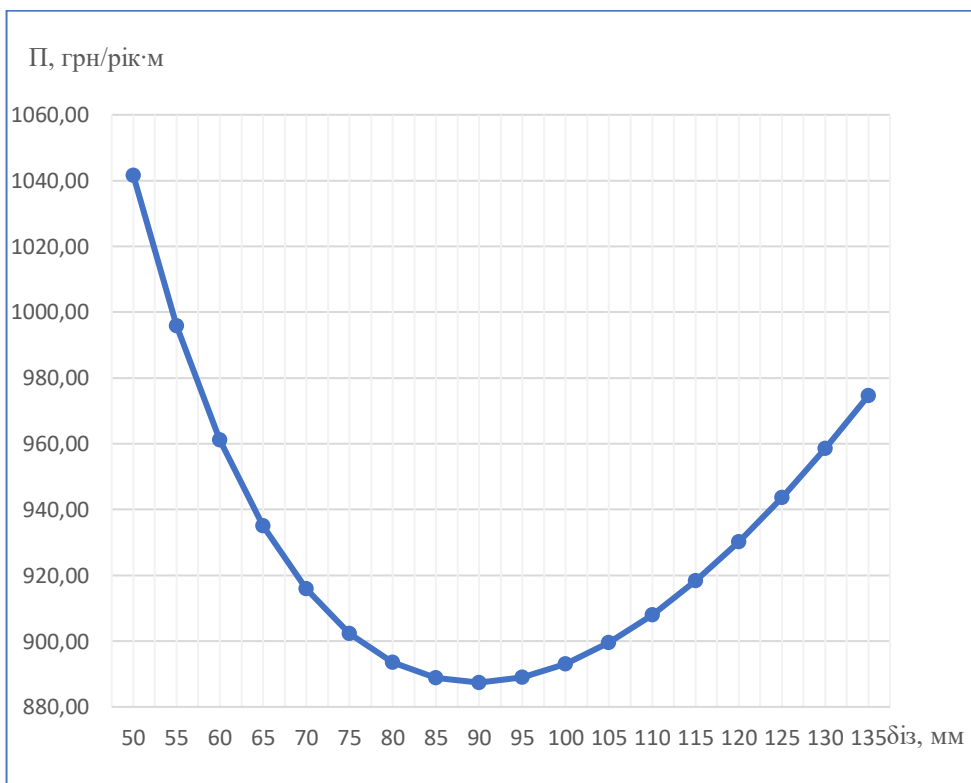


Рис.35. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø350мм, $d_3*s = 377 \times 9,0$

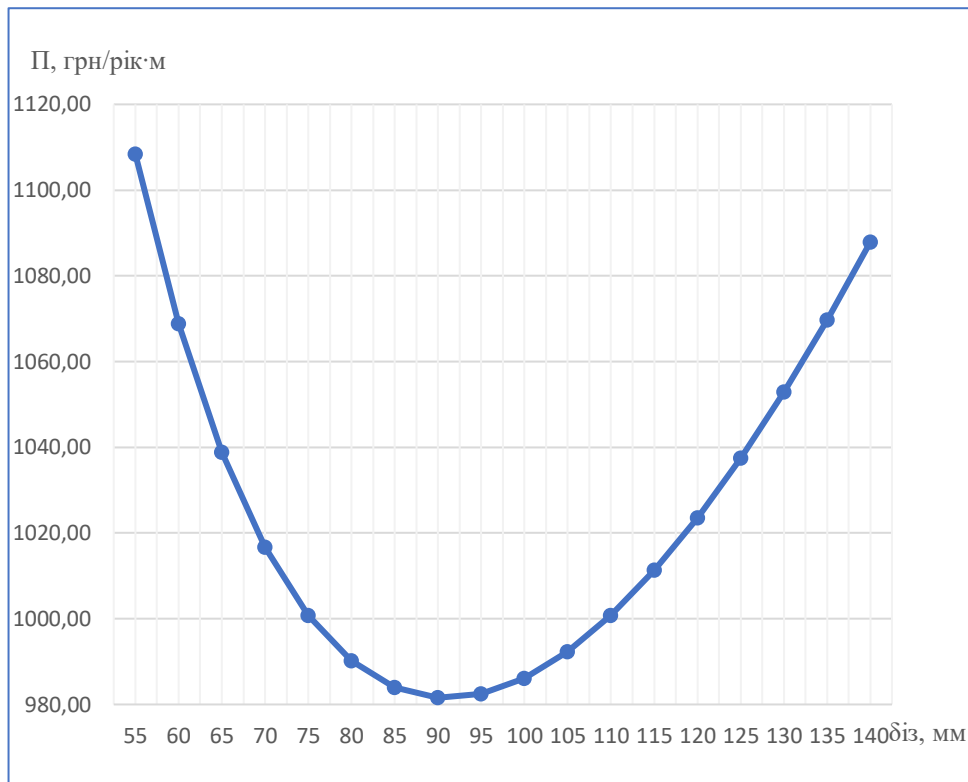


Рис.36. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø400мм, d₃*s = 426×7,0

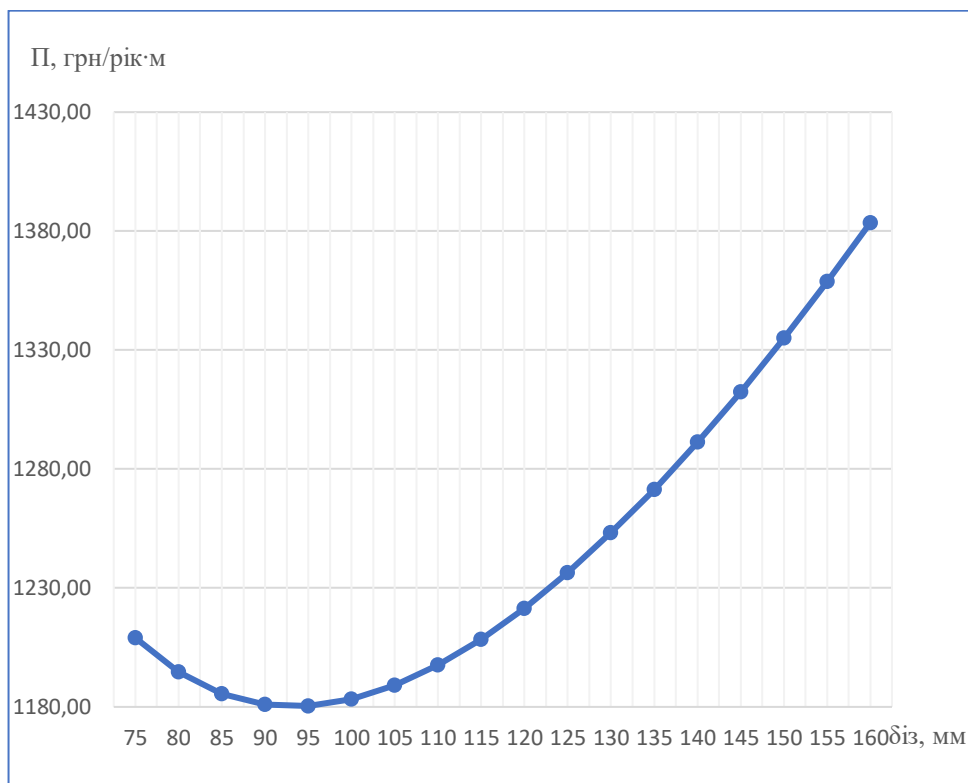


Рис.37. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø500мм, d₃*s = 530×7,0

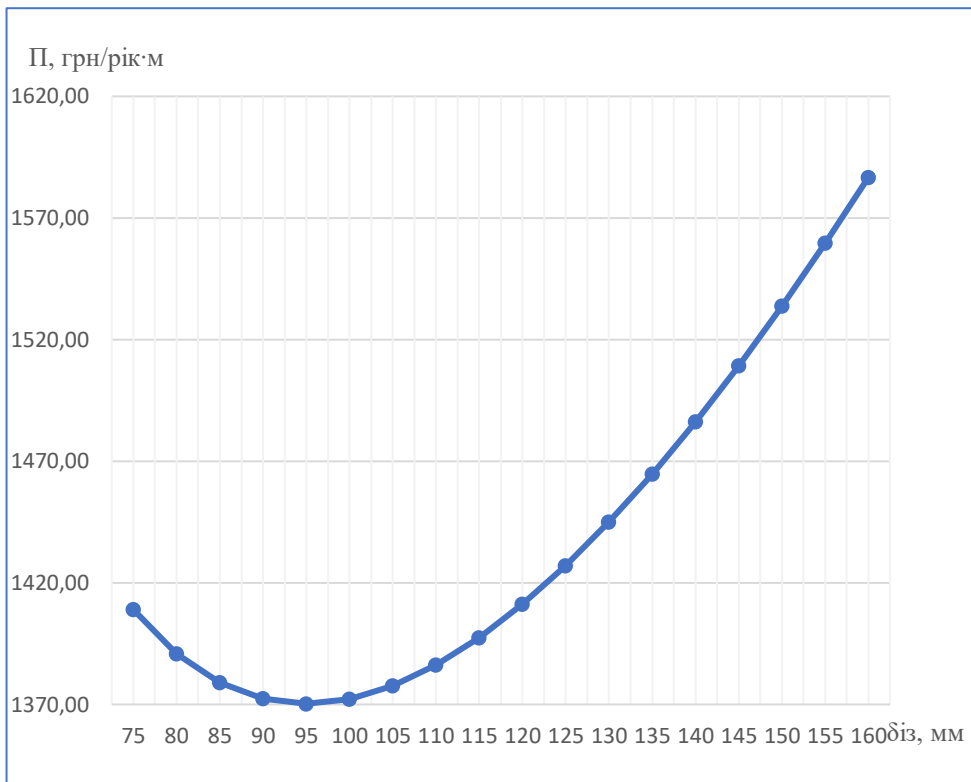


Рис.38. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для $\text{Ø}600\text{мм}$, $d_3*s = 630 \times 8,0$

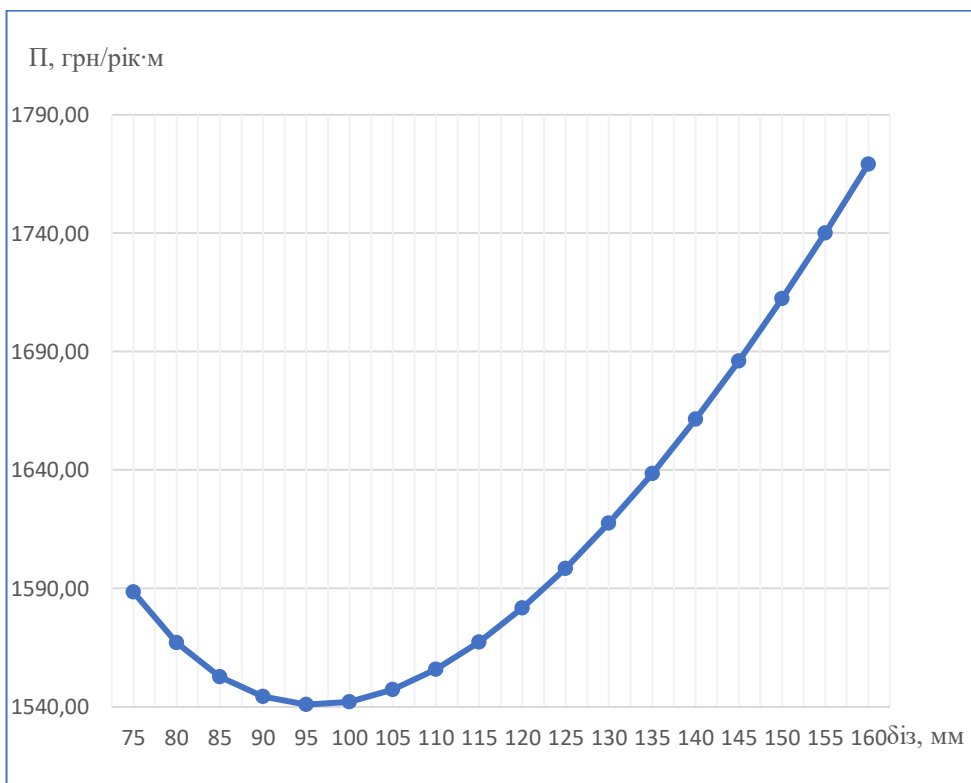


Рис.39. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для $\text{Ø}700\text{мм}$, $d_3*s = 720 \times 8,0$

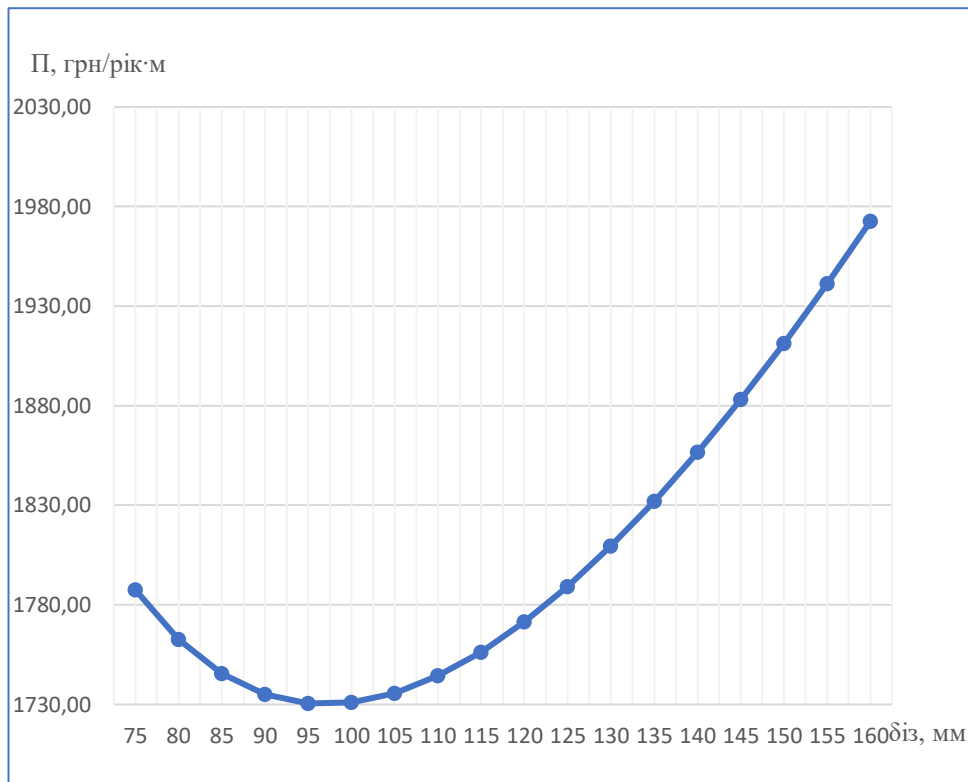


Рис.40. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для $\text{Ø}800\text{мм}$, $d_3*s = 820 \times 9,0$

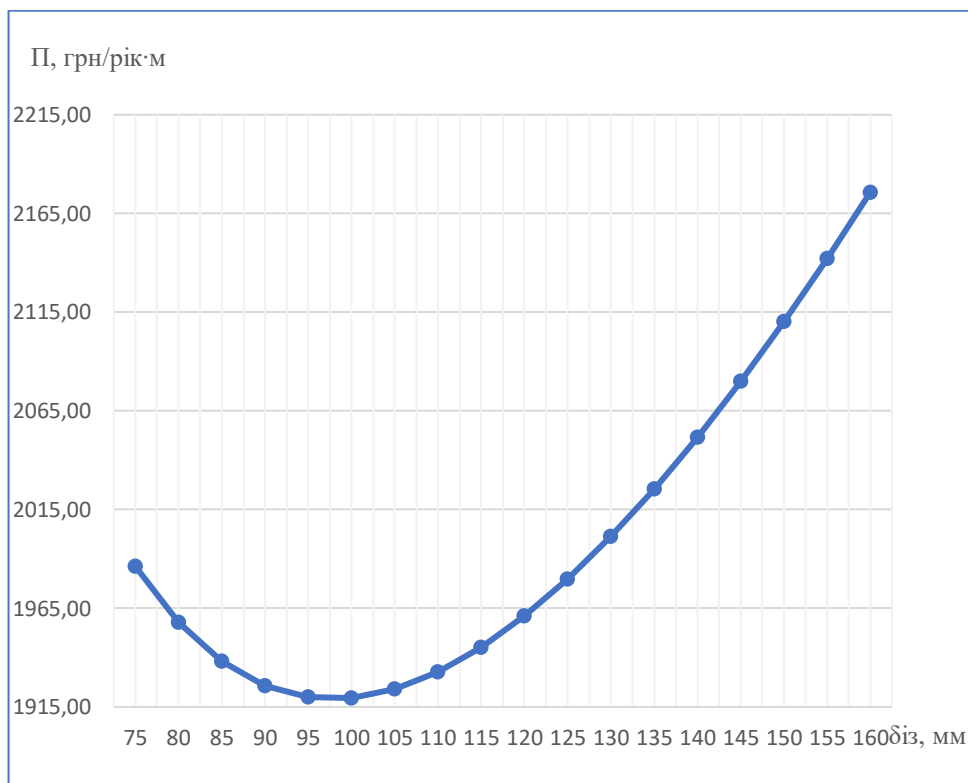


Рис.41. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для $\text{Ø}900\text{мм}$, $d_3*s = 920 \times 10,0$

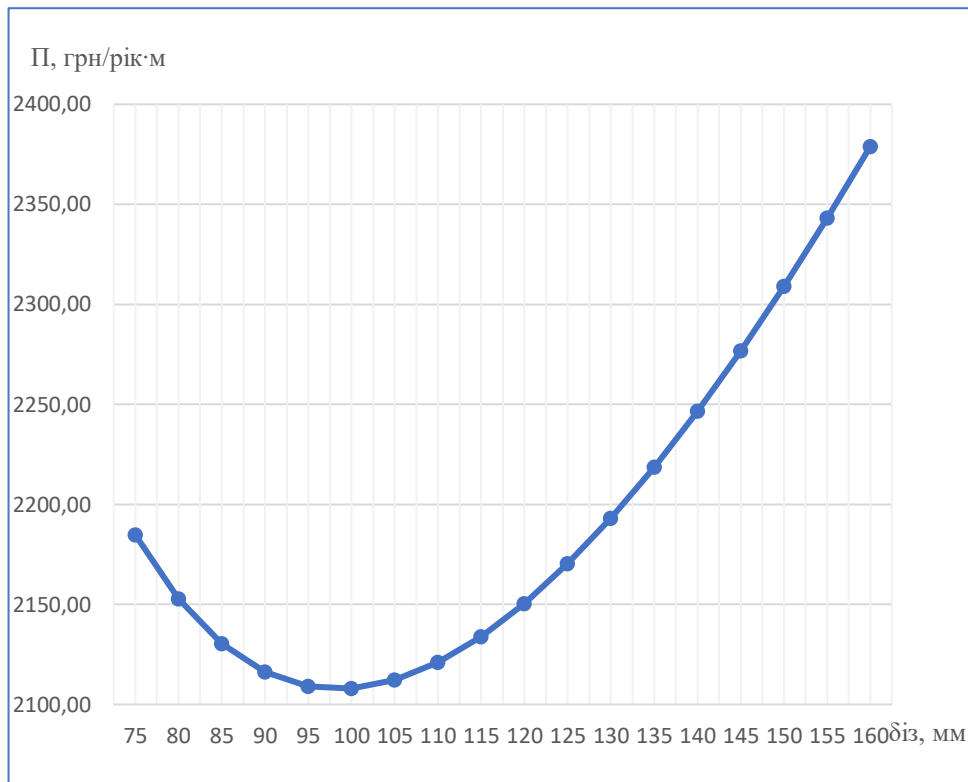


Рис.42. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для $\text{Ø}1000\text{мм}$, $d_3*s = 1020 \times 11,0$

Результати для температурного графіка 115/70:

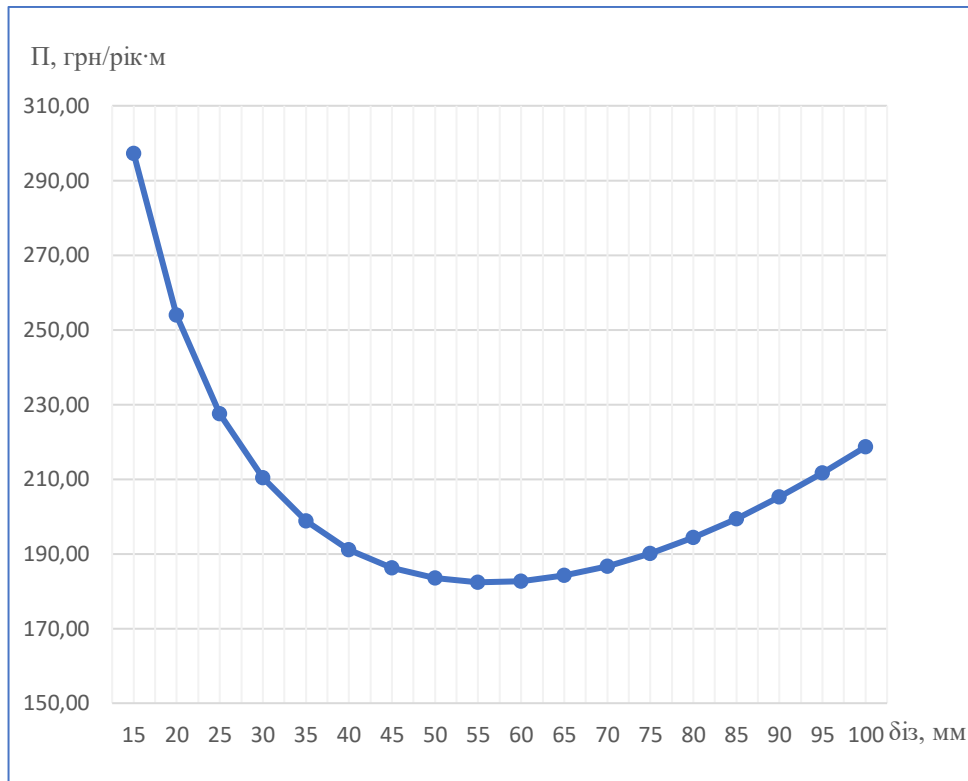


Рис.43. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø20мм, d₃*s = 26×2,5

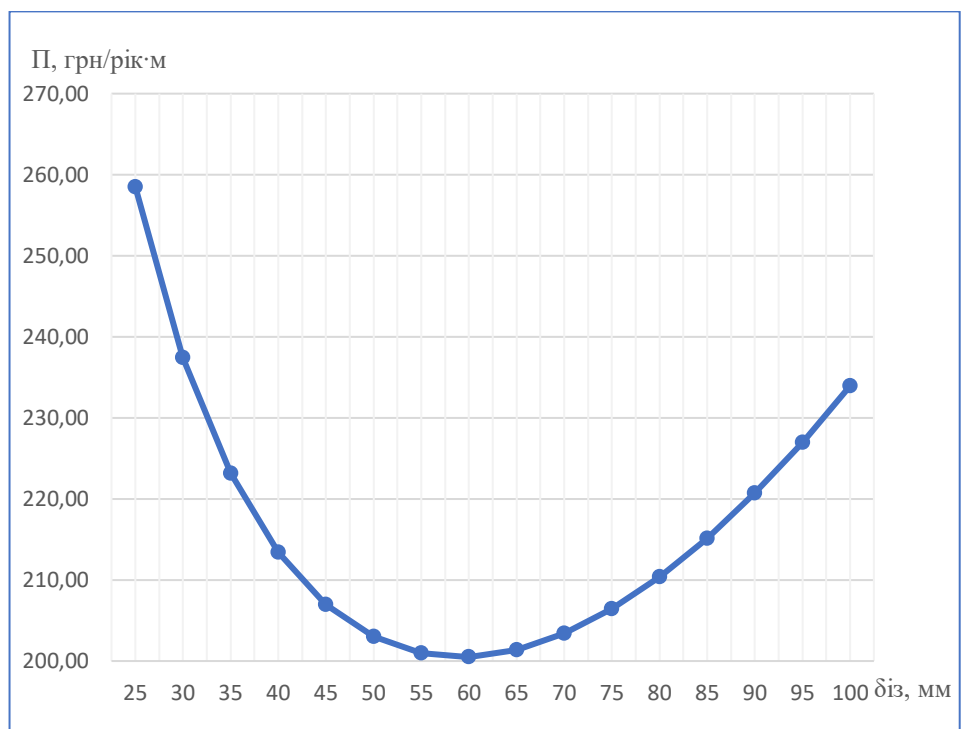


Рис.44. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø25мм, d₃*s = 32×2,5

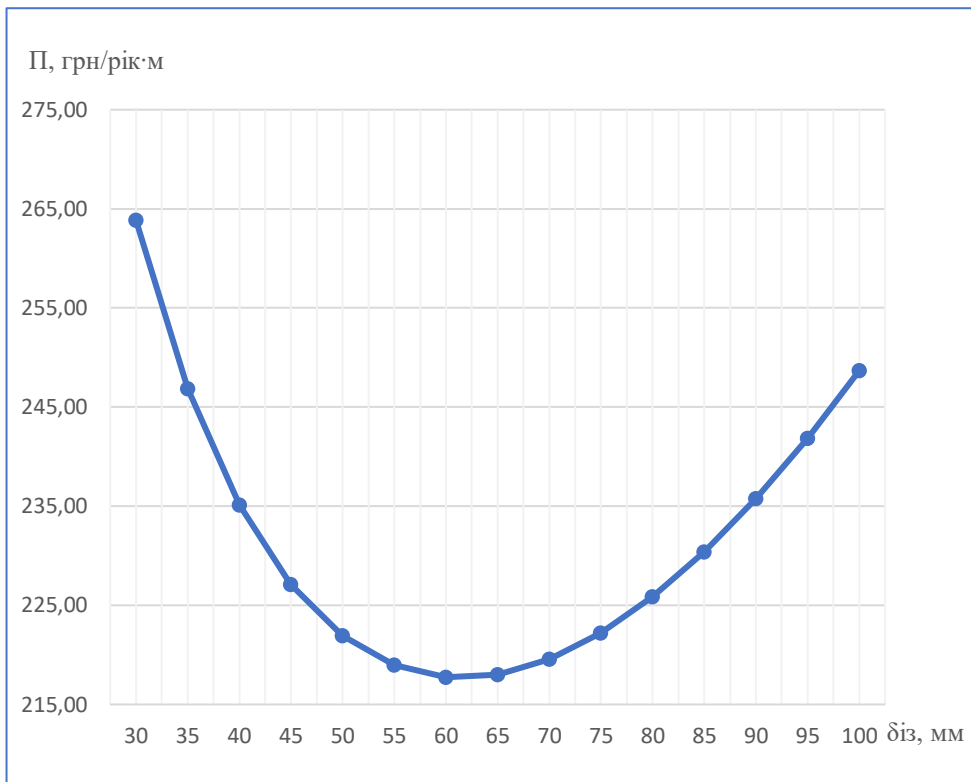


Рис.45. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø32мм, $d_3*s = 38*2,5$

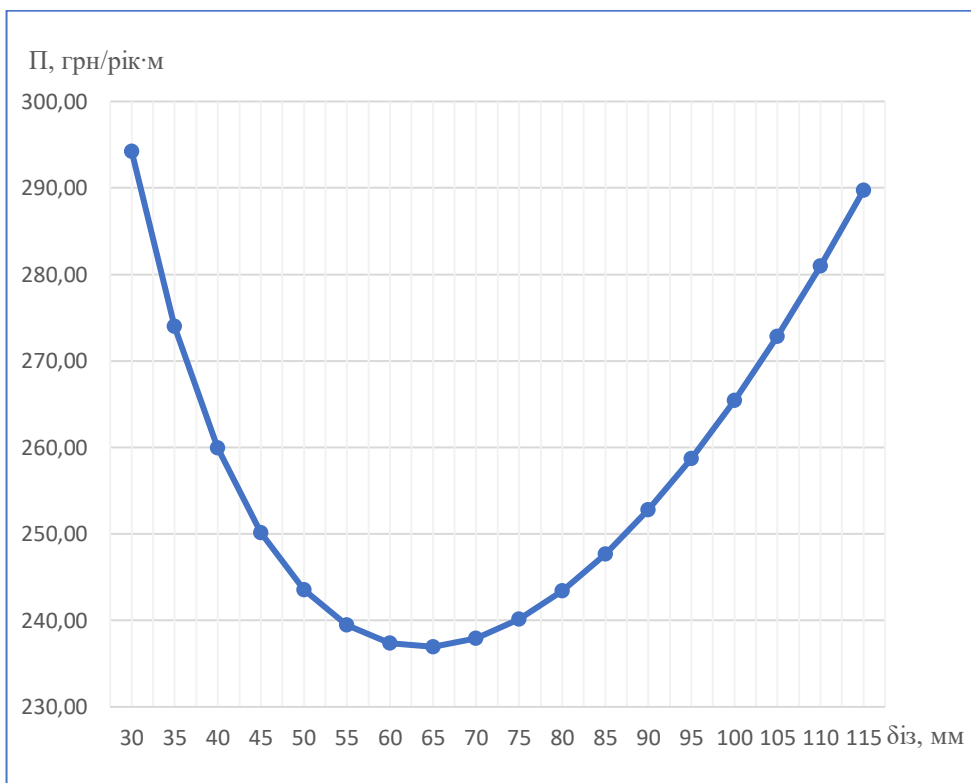


Рис.46. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø40мм, $d_3*s = 45*2,5$

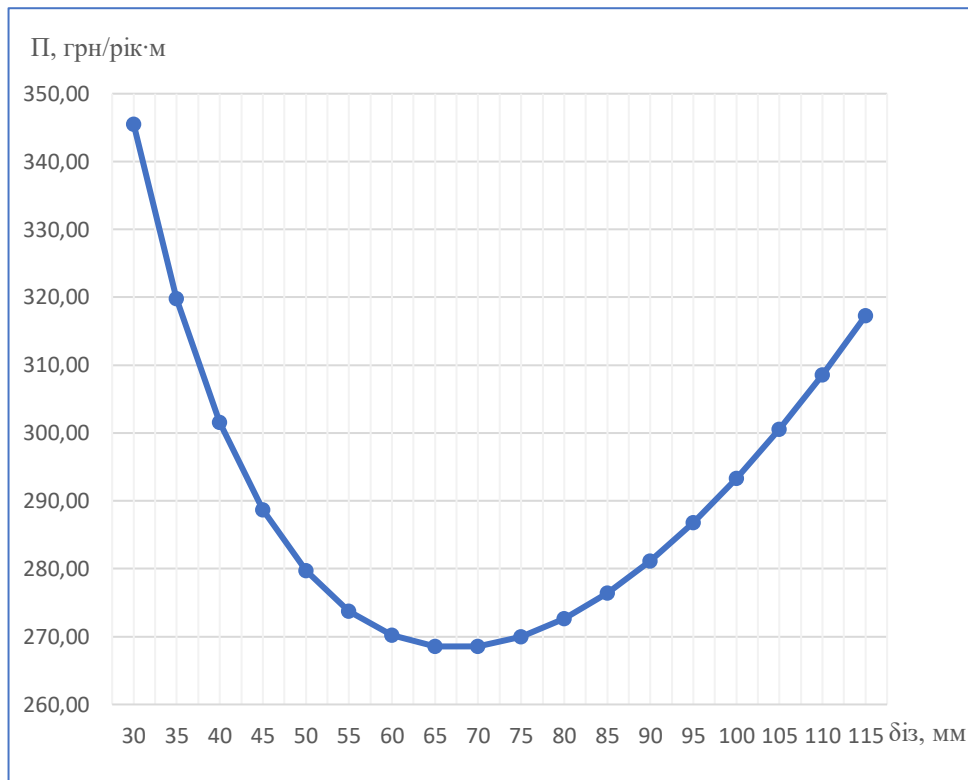


Рис.47. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø50мм, $d_3*s = 57*3,5$

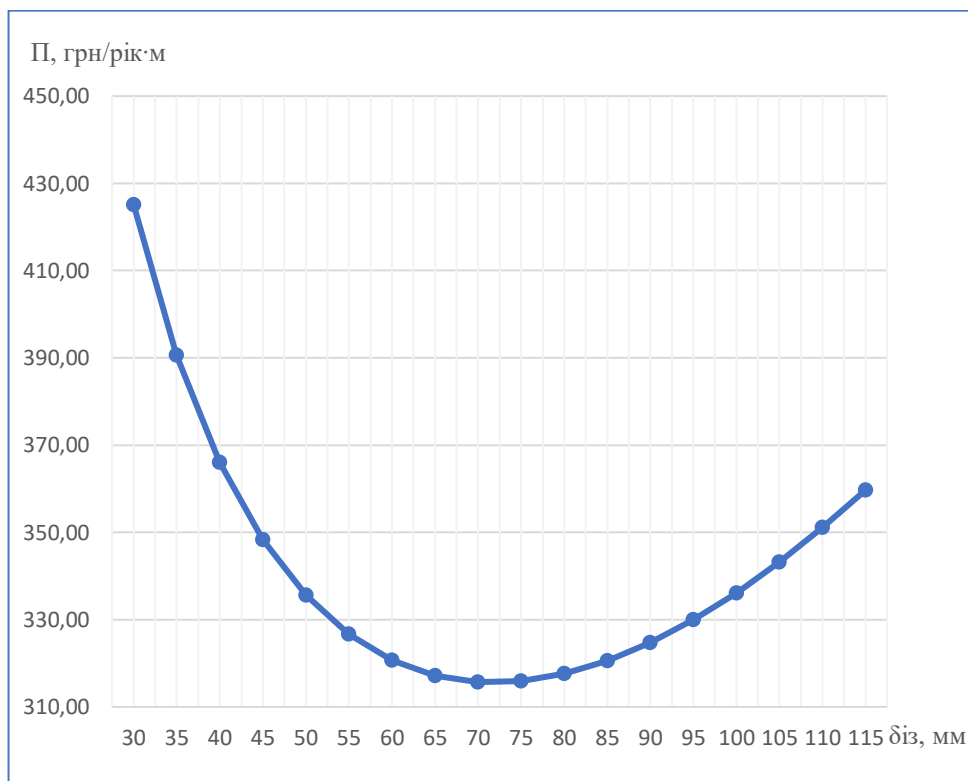


Рис.48. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø65мм, $d_3*s = 76*3,5$

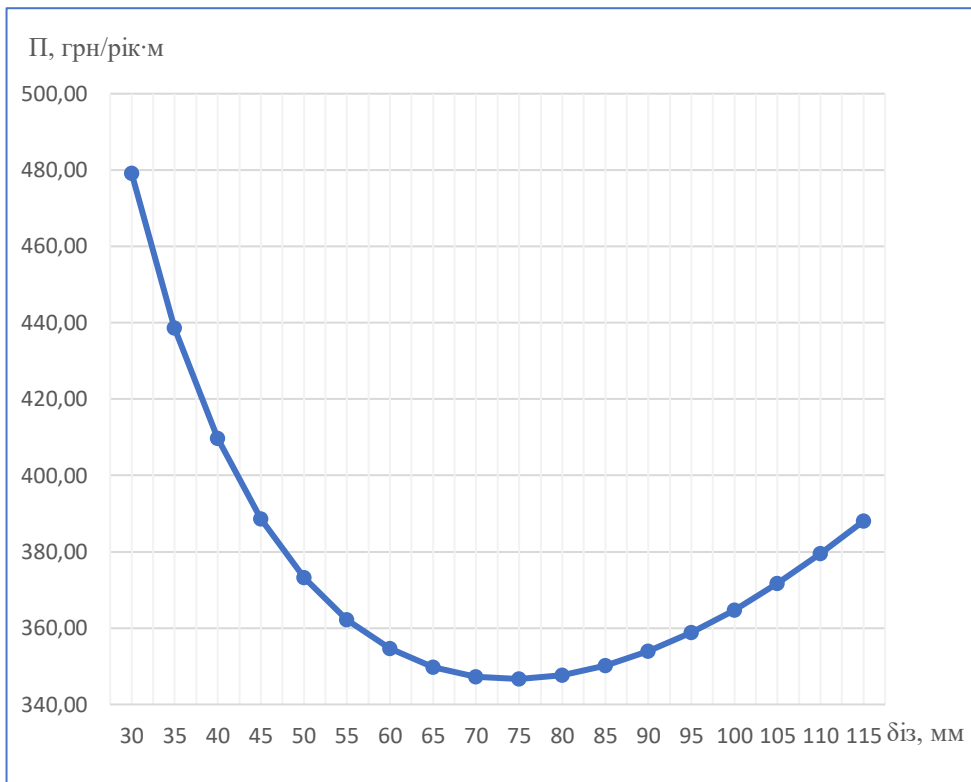


Рис.49. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø80мм, $d_3*s = 89 \times 3,5$

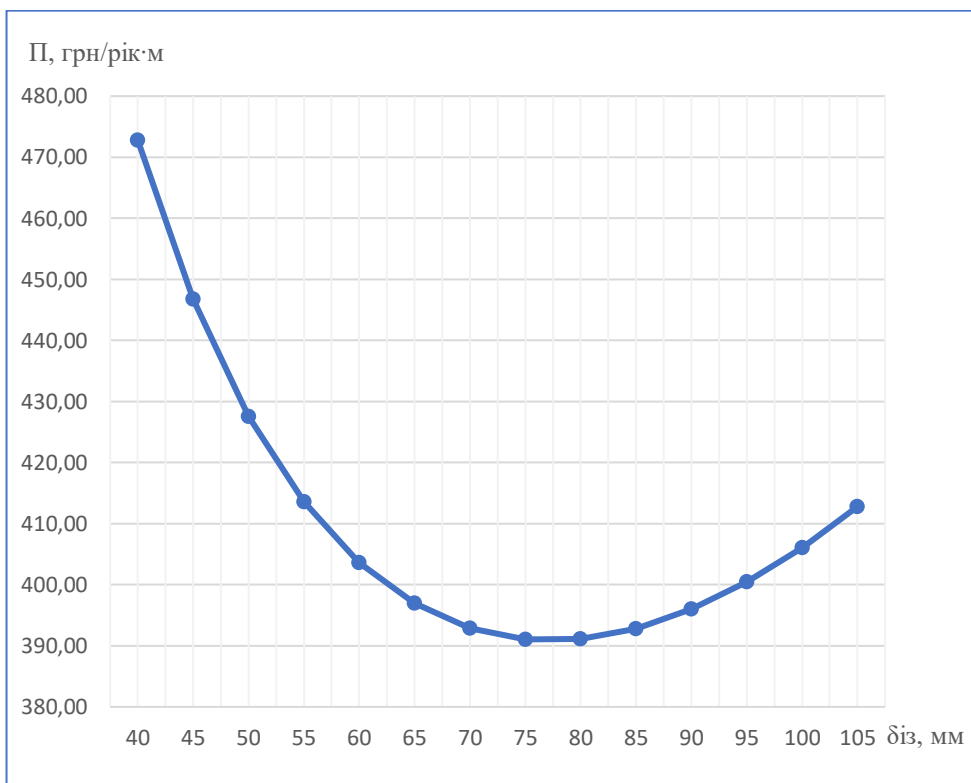


Рис.50. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø100мм, $d_3*s = 108 \times 4,0$

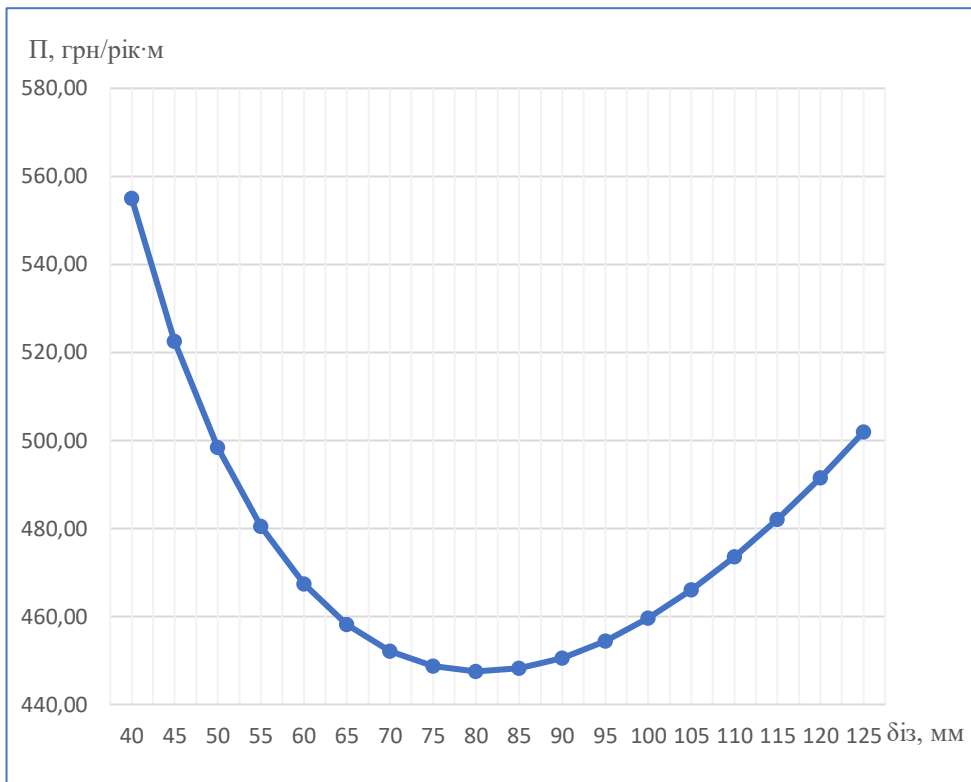


Рис.51. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для $\text{Ø}125\text{мм}$, $d_3*s = 133 \times 4,0$

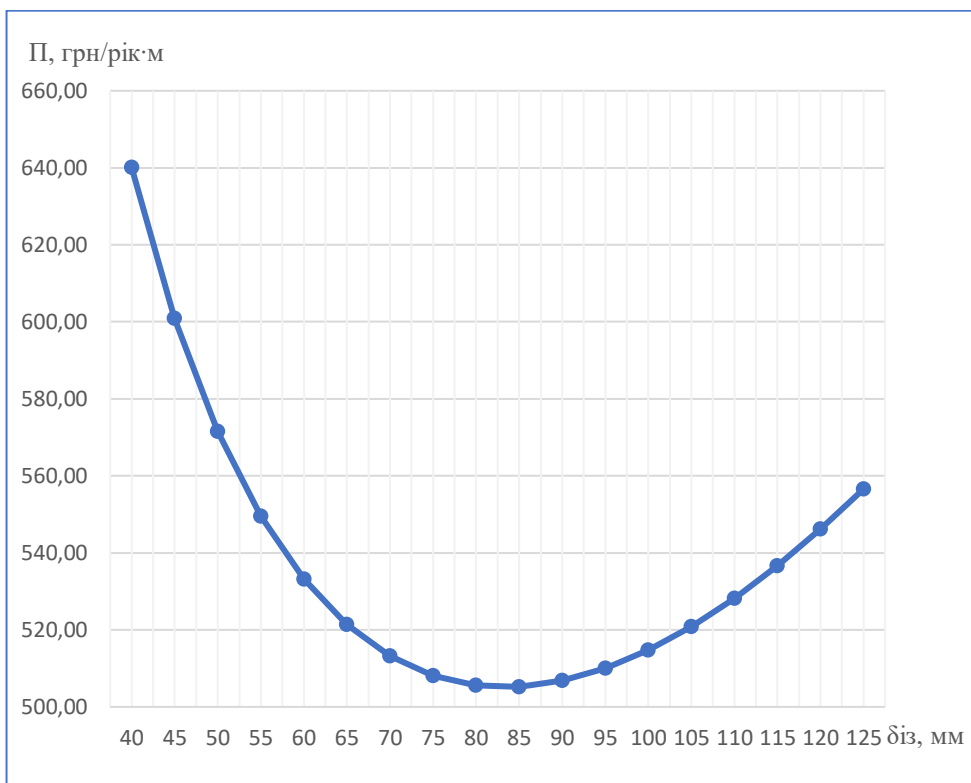


Рис.52. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для $\text{Ø}150\text{мм}$, $d_3*s = 159 \times 4,5$

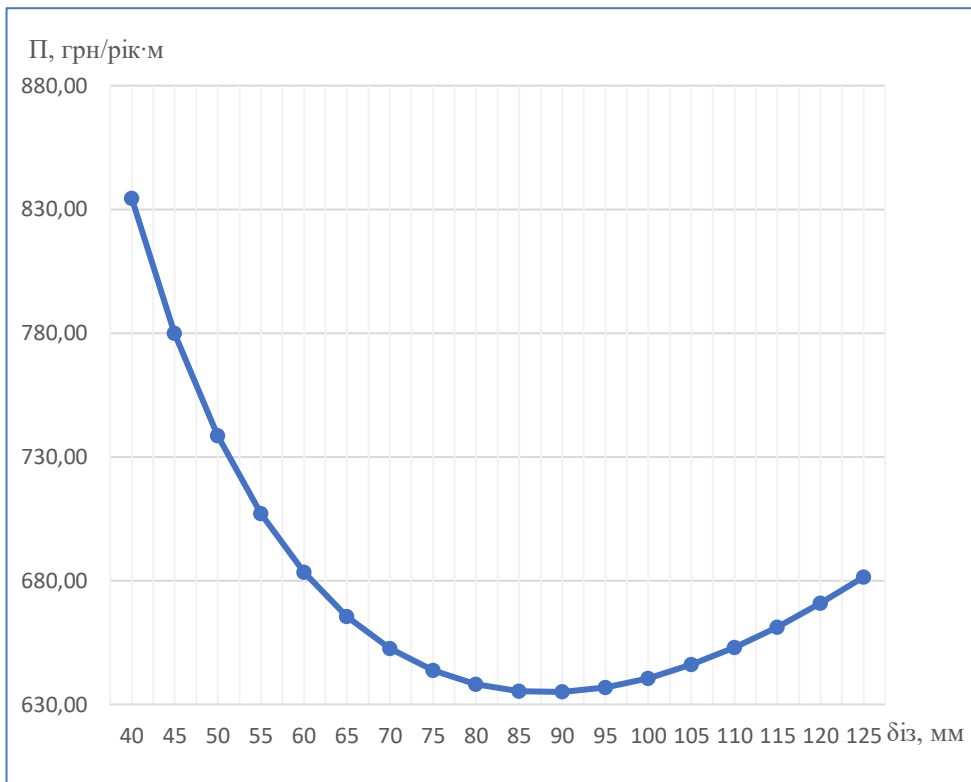


Рис.53. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø200мм, $d_3*s = 219 \times 6,0$

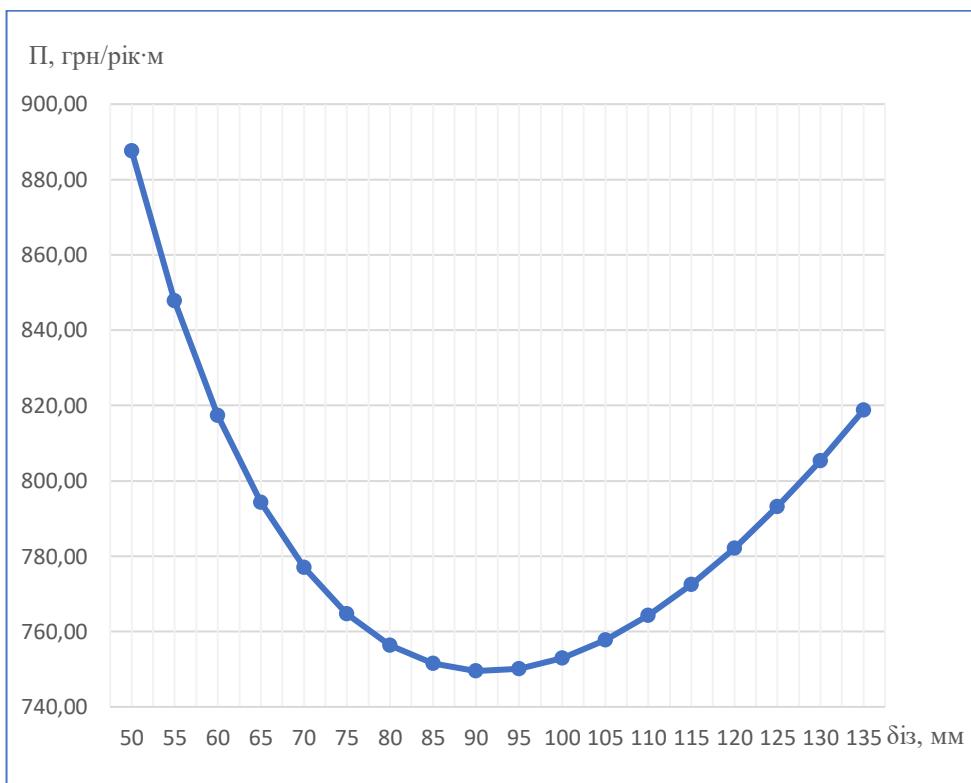


Рис.54. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø250мм, $d_3*s = 273 \times 7,0$

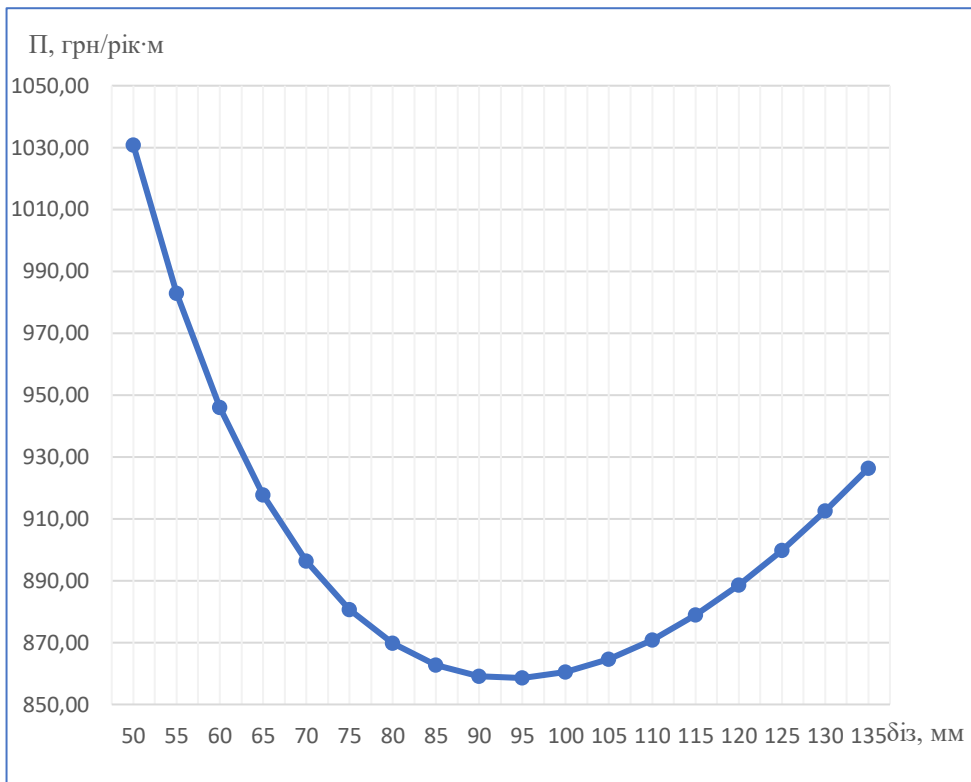


Рис.55. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø300мм, $d_3*s = 325 \times 8,0$

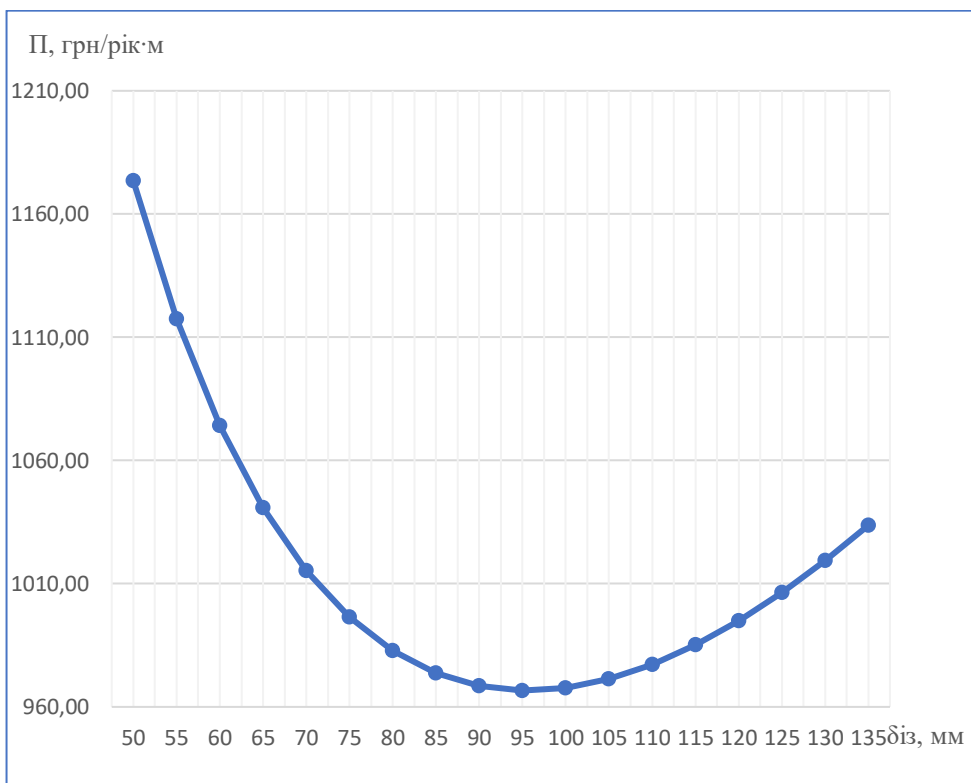


Рис.56. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø350мм, $d_3*s = 377 \times 9,0$

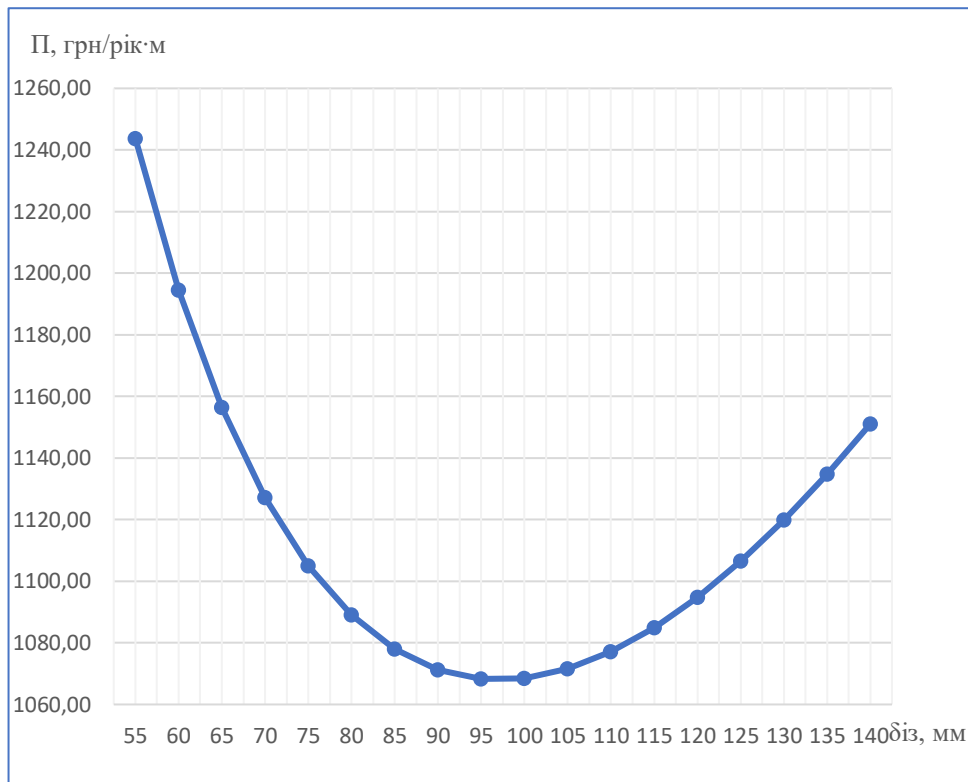


Рис.57. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для $\text{Ø}400\text{мм}$, $d_3*s = 426 \times 7,0$

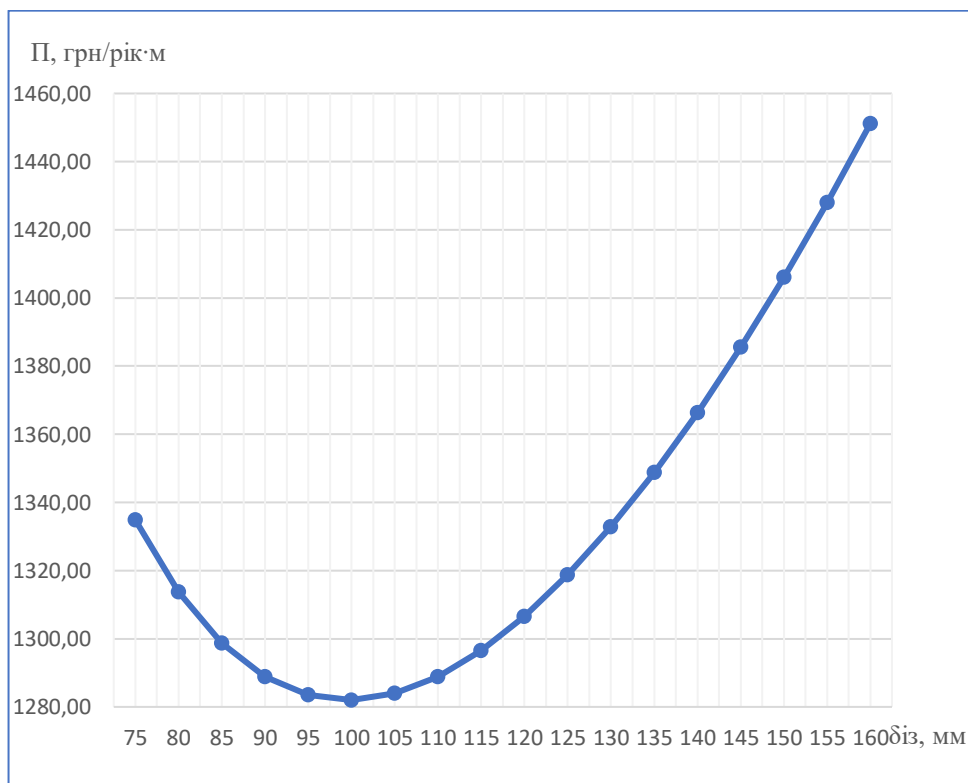


Рис.58. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для $\text{Ø}500\text{мм}$, $d_3*s = 530 \times 7,0$

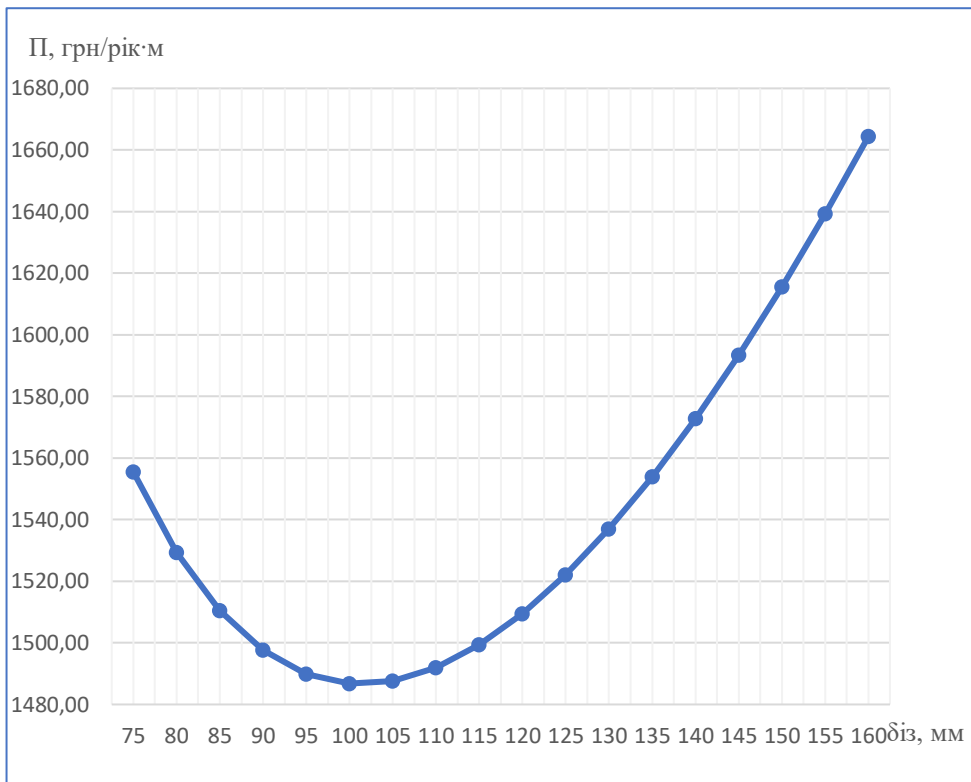


Рис.59. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø600мм, d₃*s = 630×8,0

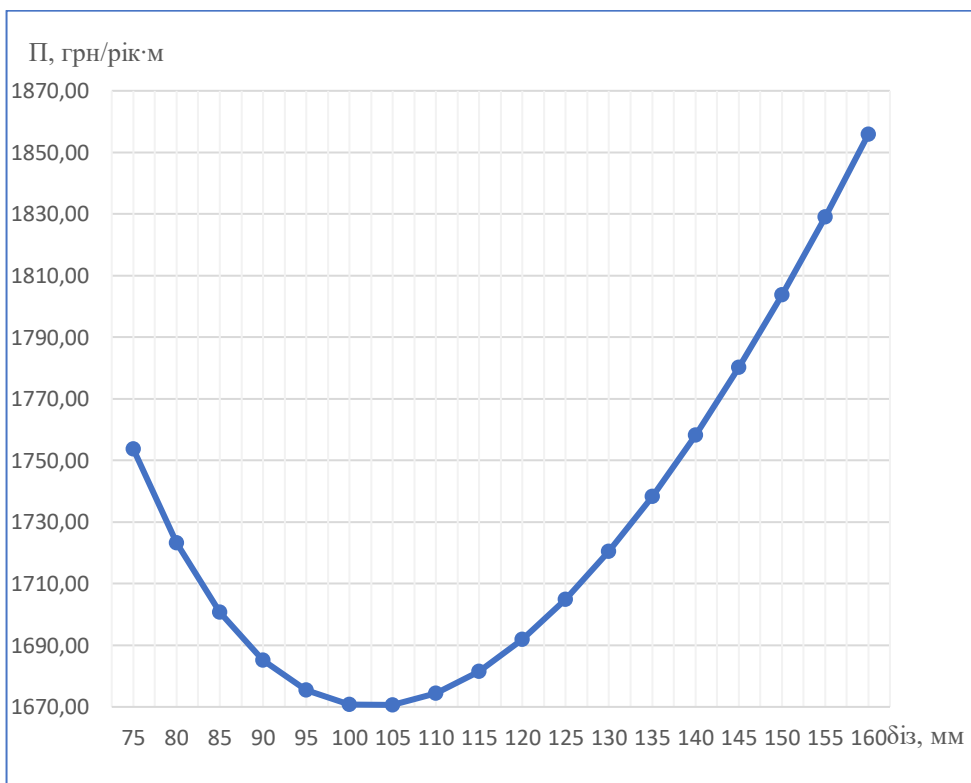


Рис.60. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø700мм, d₃*s = 720×8,0

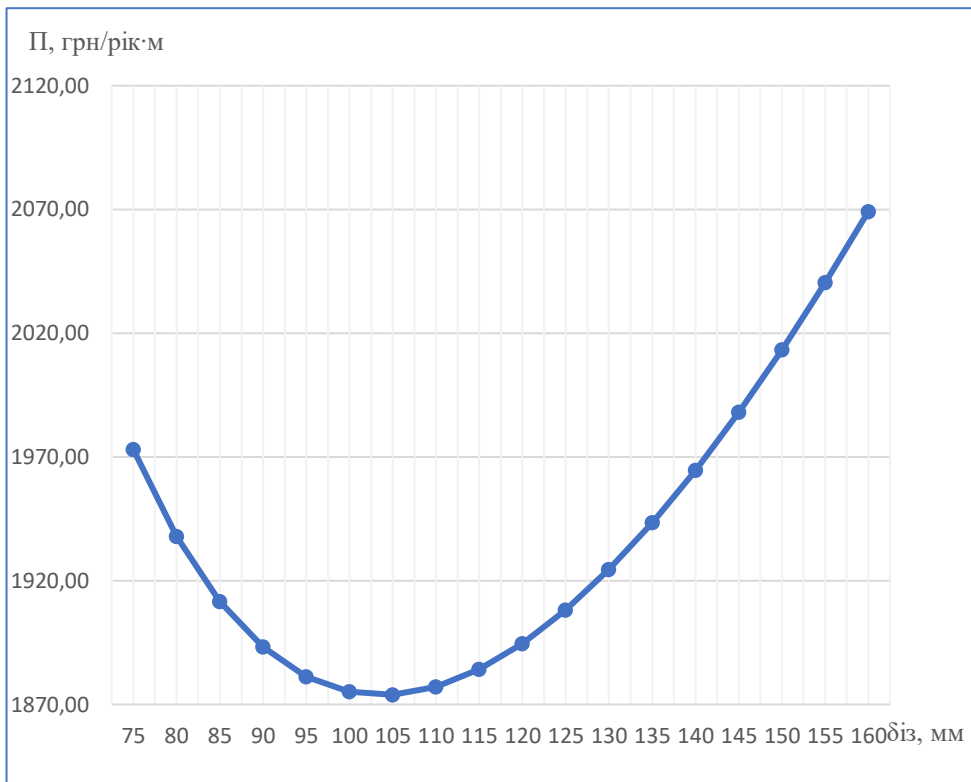


Рис.61. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для $\text{Ø}800\text{мм}$, $d_3*s = 820 \times 9,0$

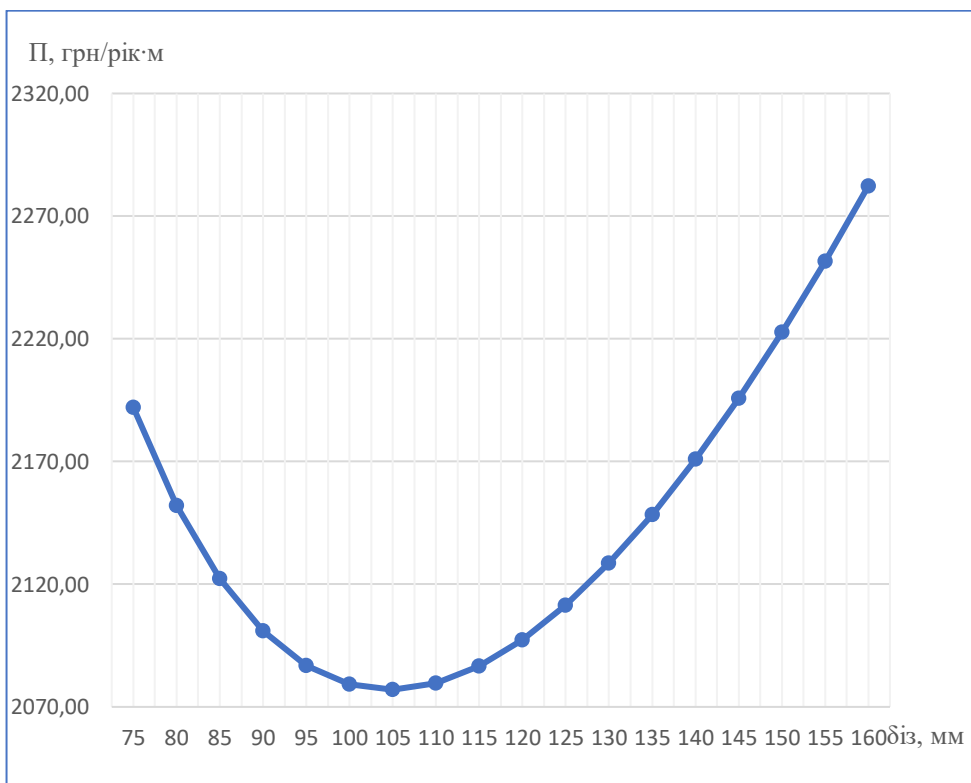


Рис.62. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для $\text{Ø}900\text{мм}$, $d_3*s = 920 \times 10,0$

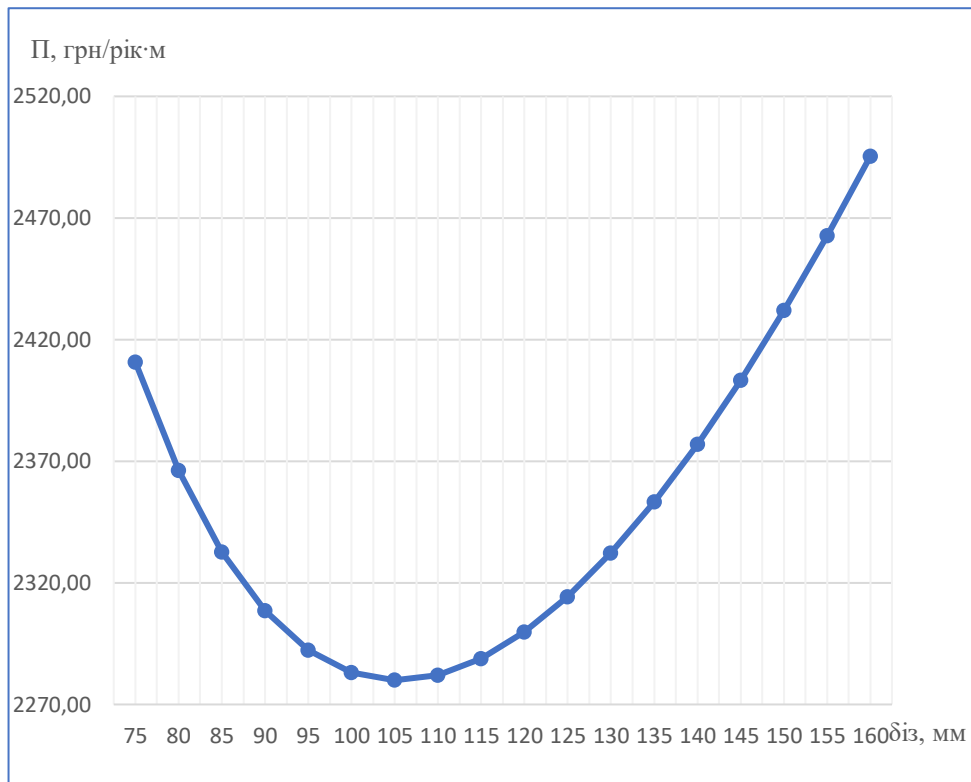


Рис.63. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для $\text{Ø}1000\text{мм}$, $d_3*s = 1020 \times 11,0$

Результати для температурного графіка 150/70:

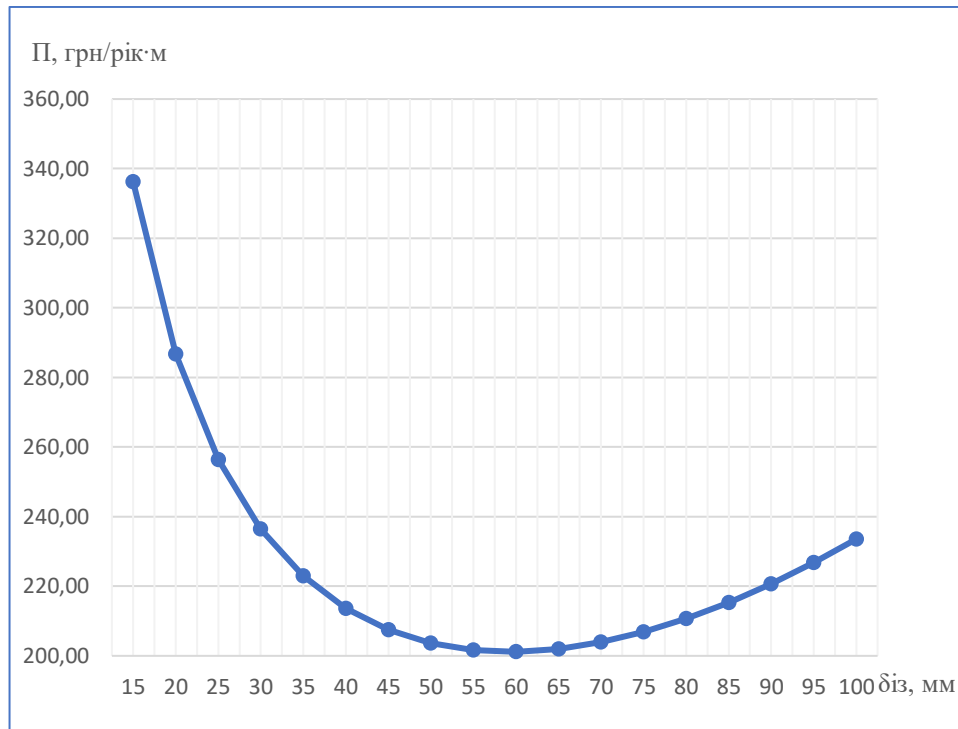


Рис.64. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø20мм, $d_3*s = 26 \times 2,5$

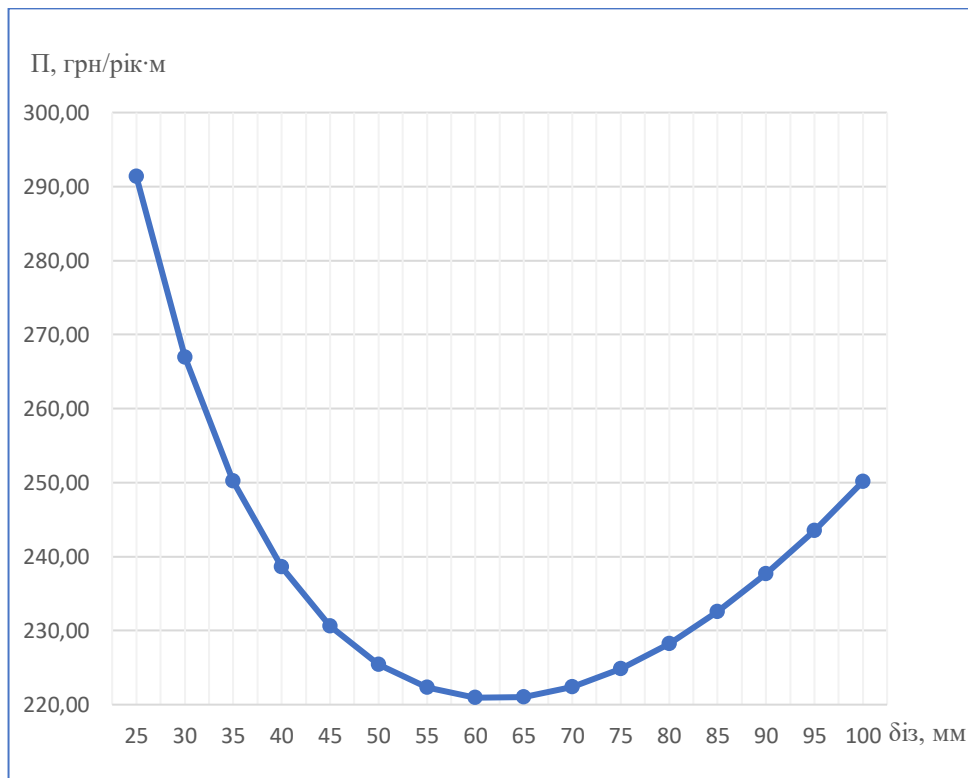


Рис.65. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø25мм, $d_3*s = 32 \times 2,5$

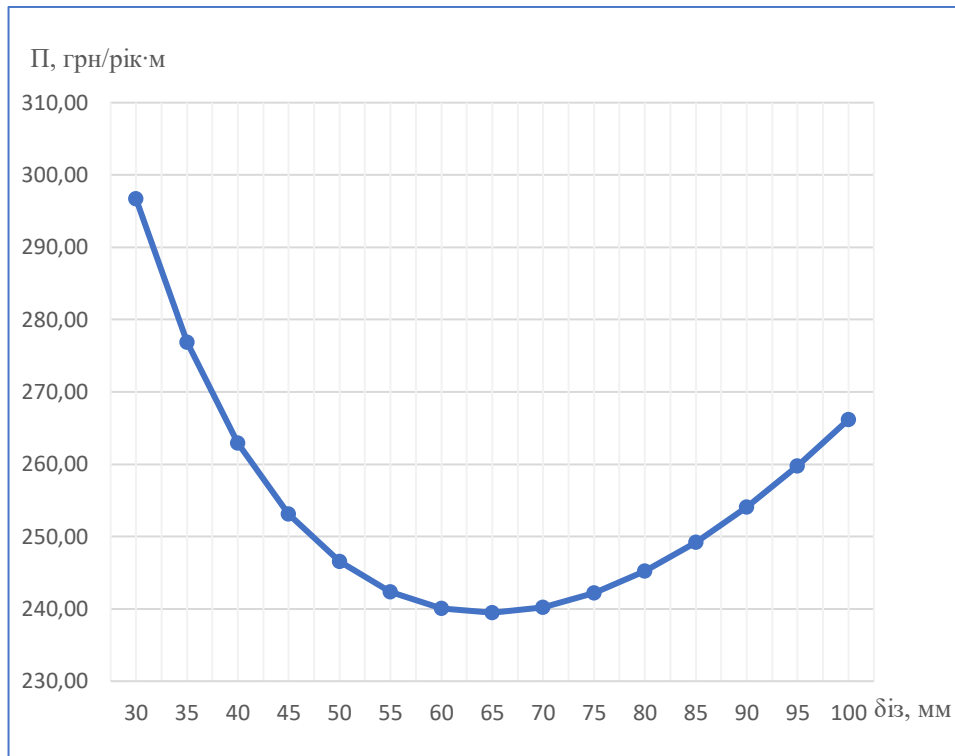


Рис.66. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø32мм, d₃*s = 38×2,5

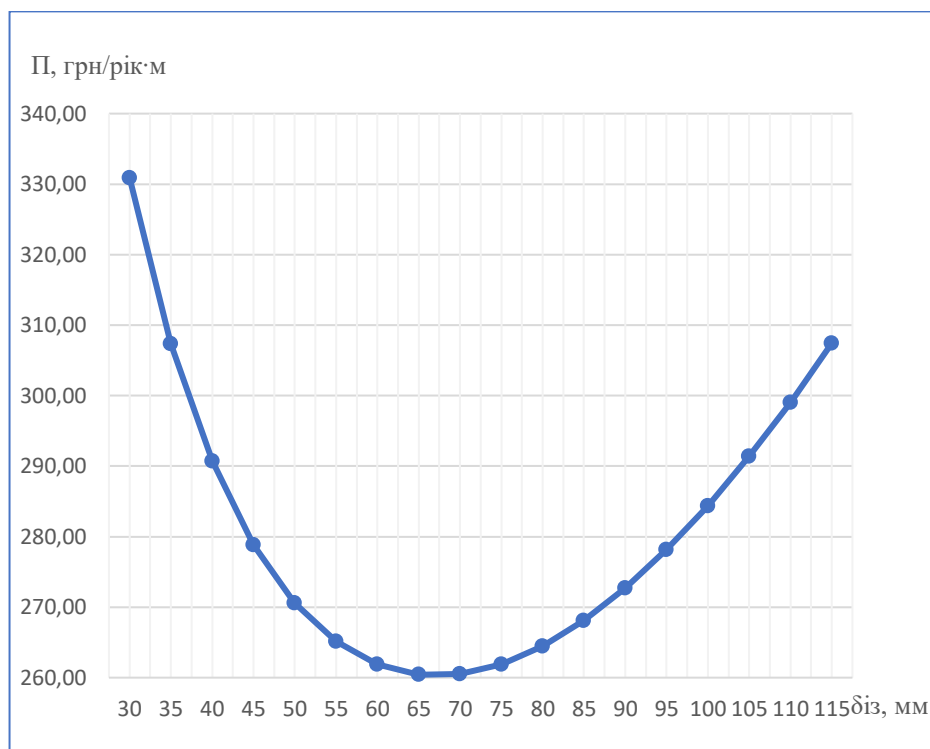


Рис.67. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø40мм, d₃*s = 45×2,5

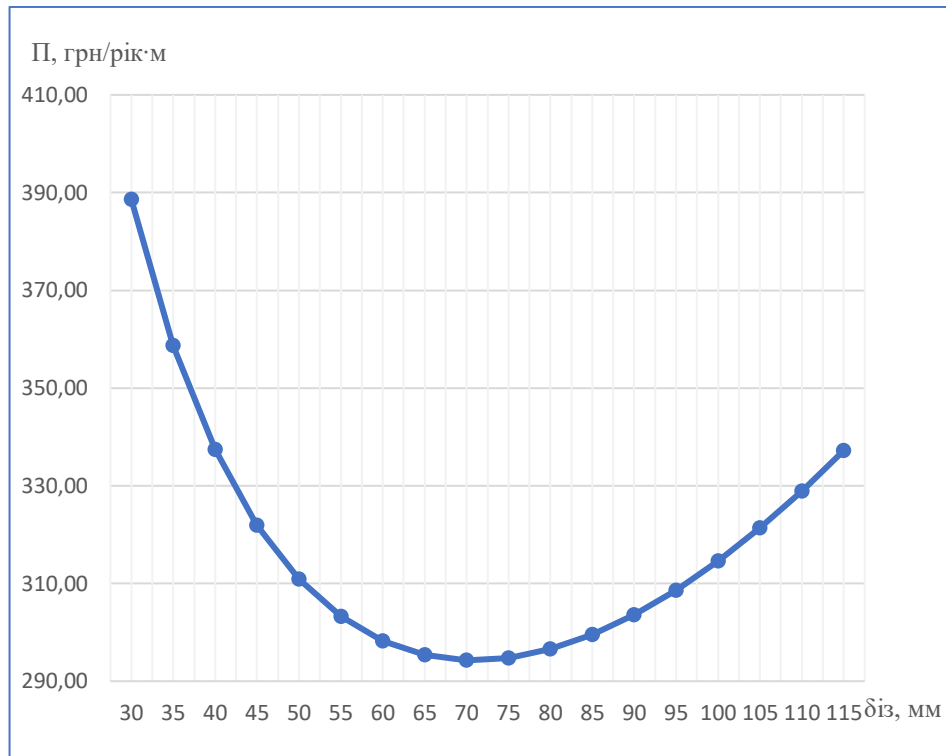


Рис.68. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø50мм, $d_3*s = 57*3,5$

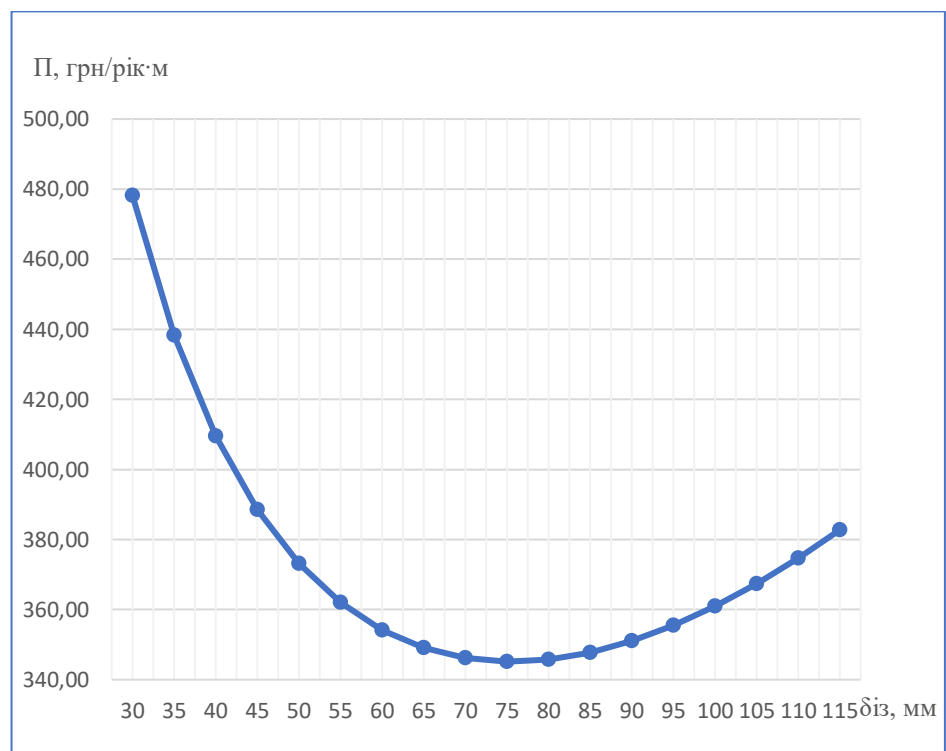


Рис.69. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø65мм, $d_3*s = 76*3,5$

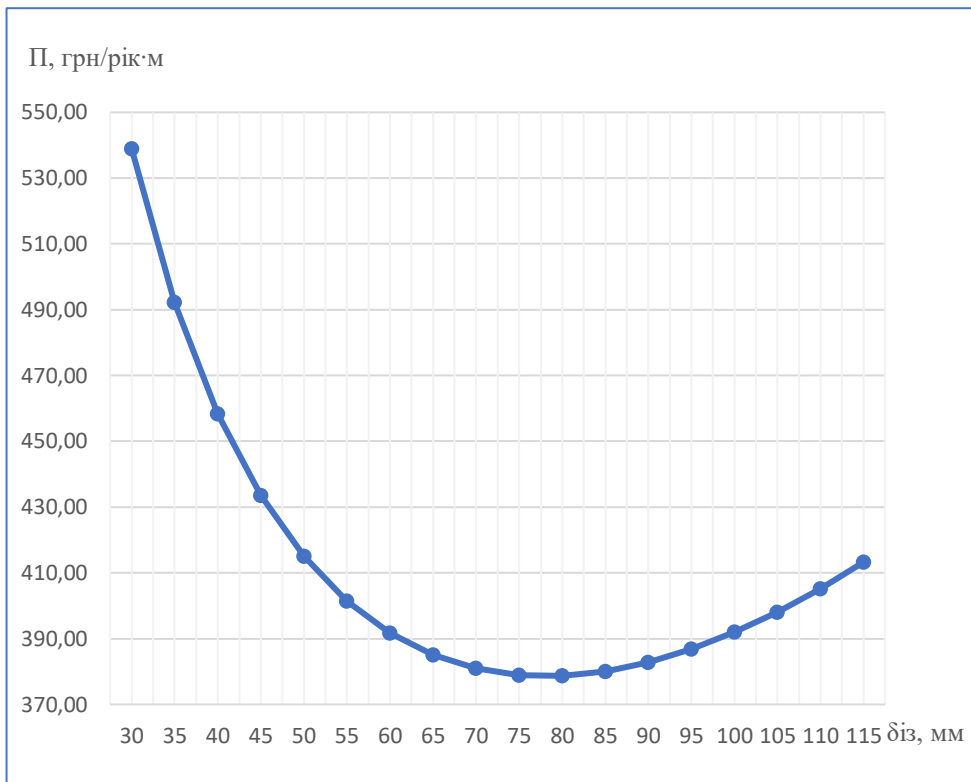


Рис.70. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø80мм, $d_3*s = 89 \times 3,5$

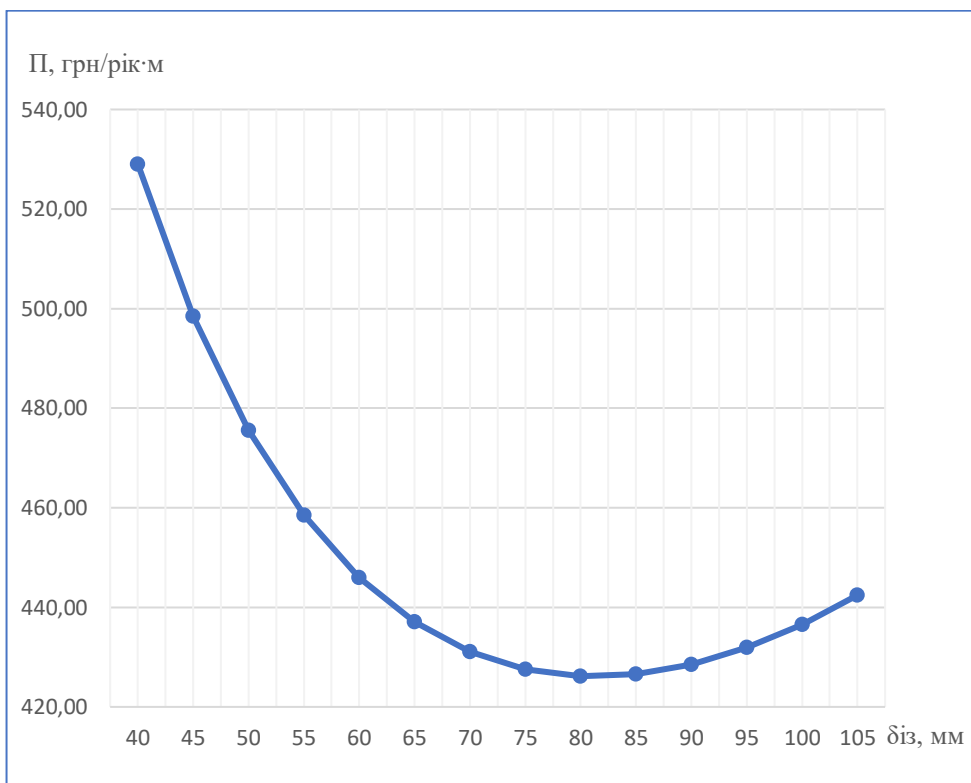


Рис.71. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø100мм, $d_3*s = 108 \times 4,0$

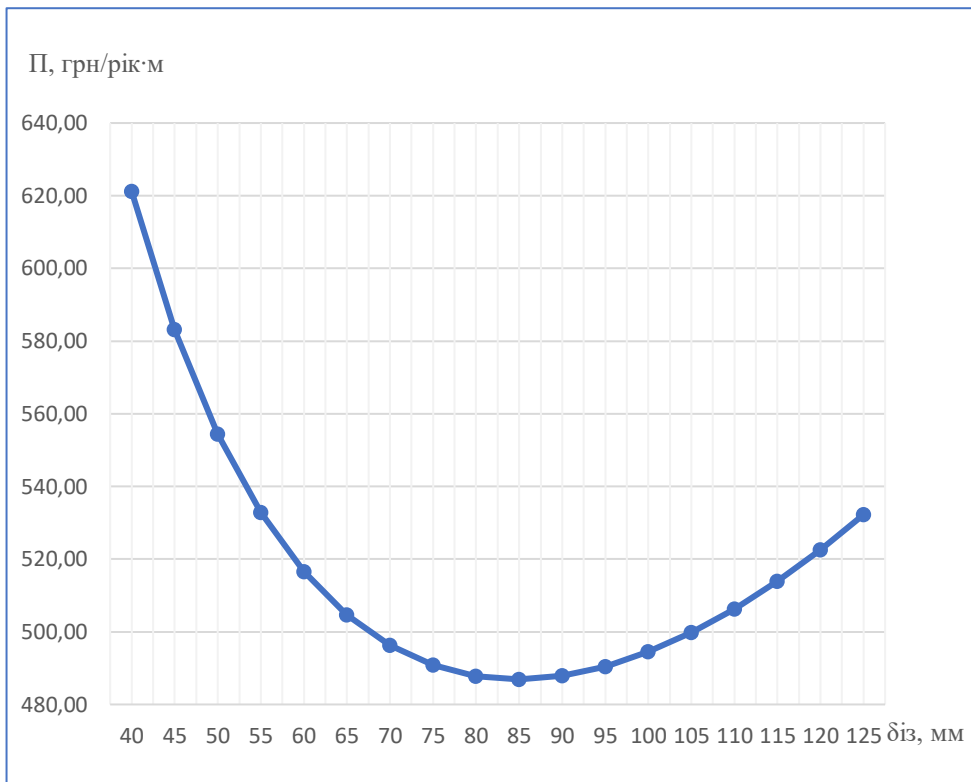


Рис.72. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø125мм, d₃*s = 133×4,0

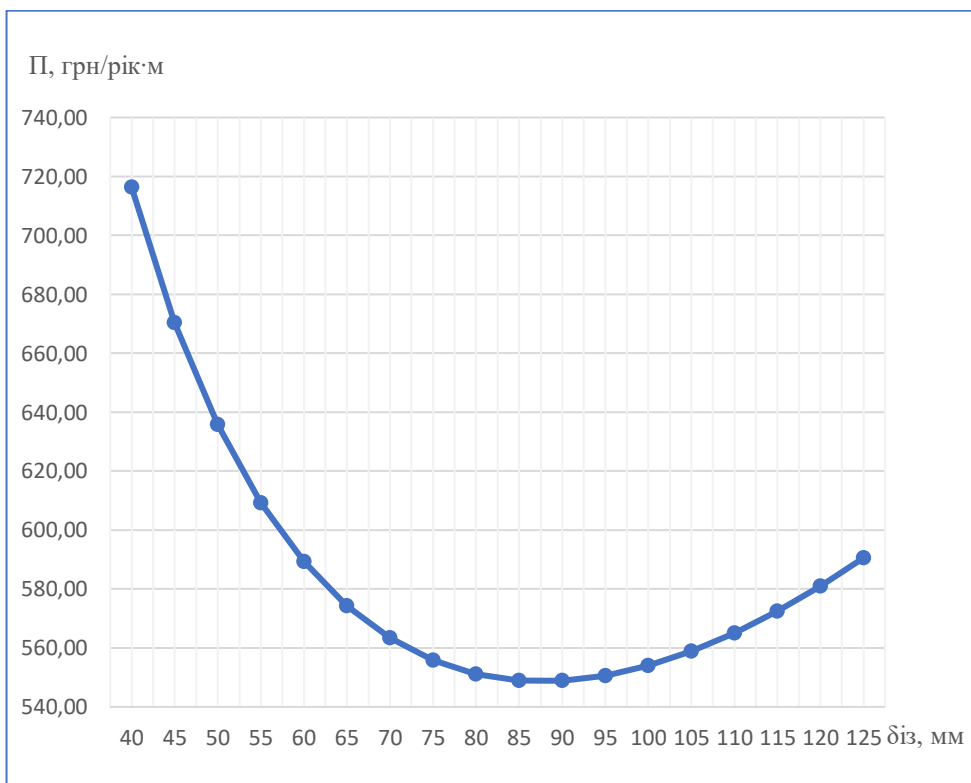


Рис.73. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø150мм, d₃*s = 159×4,5

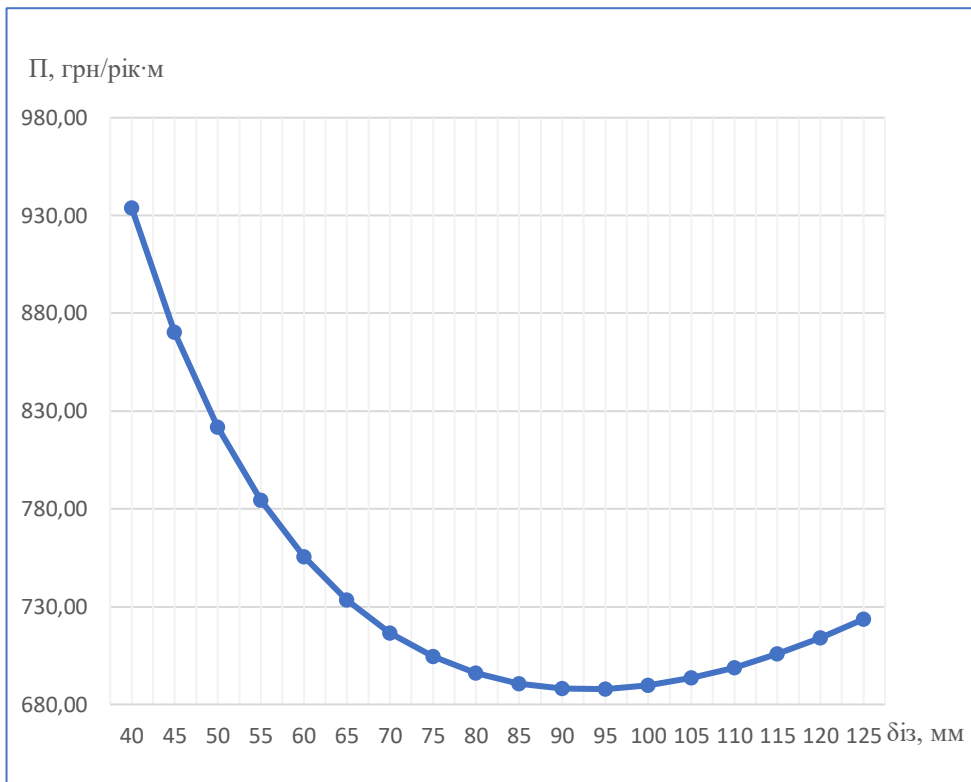


Рис.74. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø200мм, d₃*s = 219×6,0

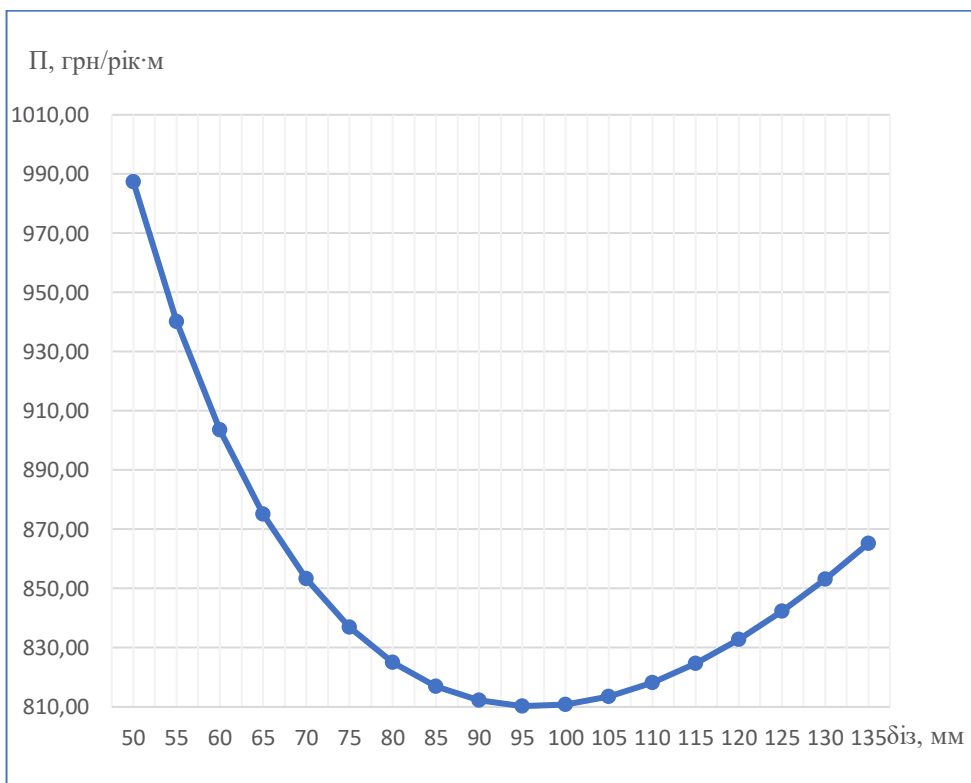


Рис.75. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø250мм, d₃*s = 273×7,0

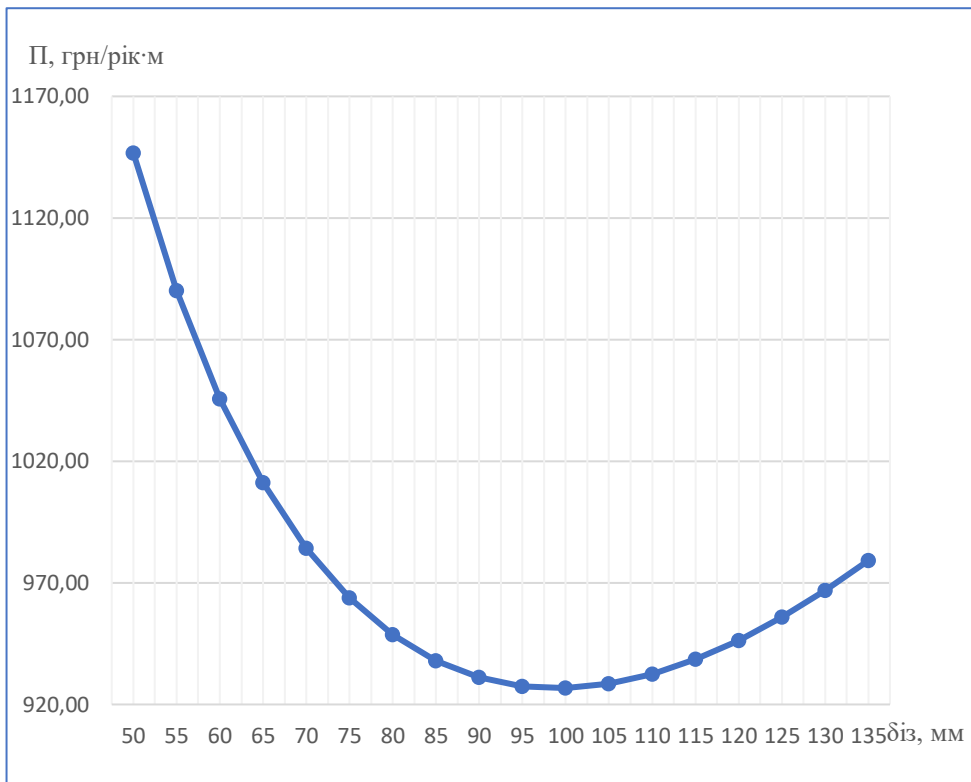


Рис.76. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø300мм, $d_3*s = 325 \times 8,0$

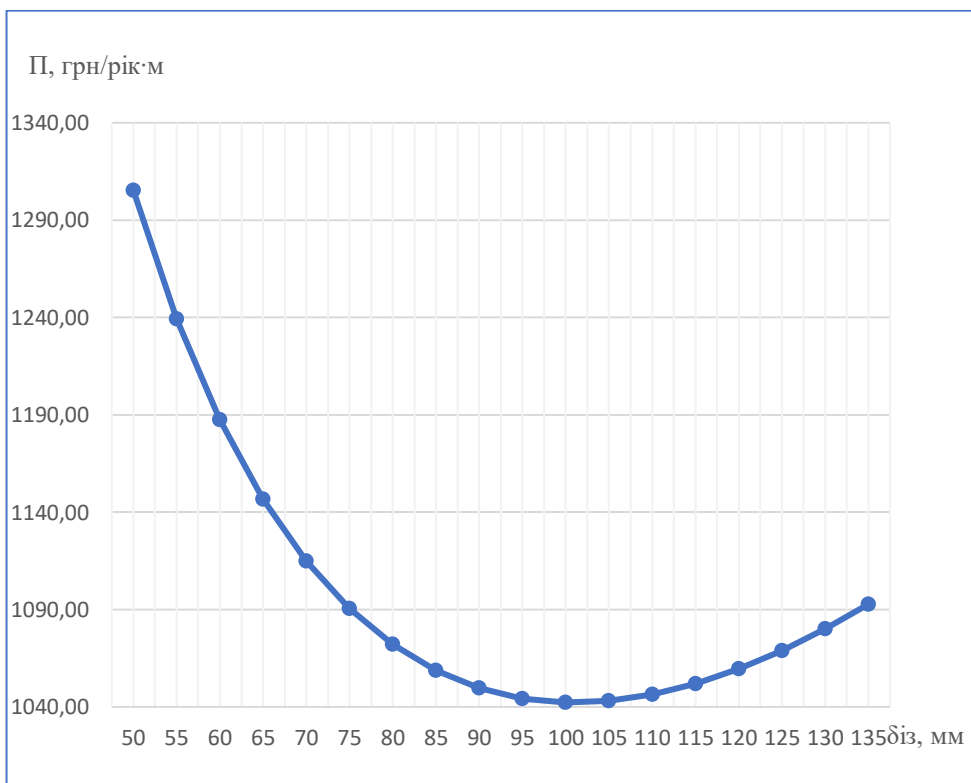


Рис.77. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø350мм, $d_3*s = 377 \times 9,0$

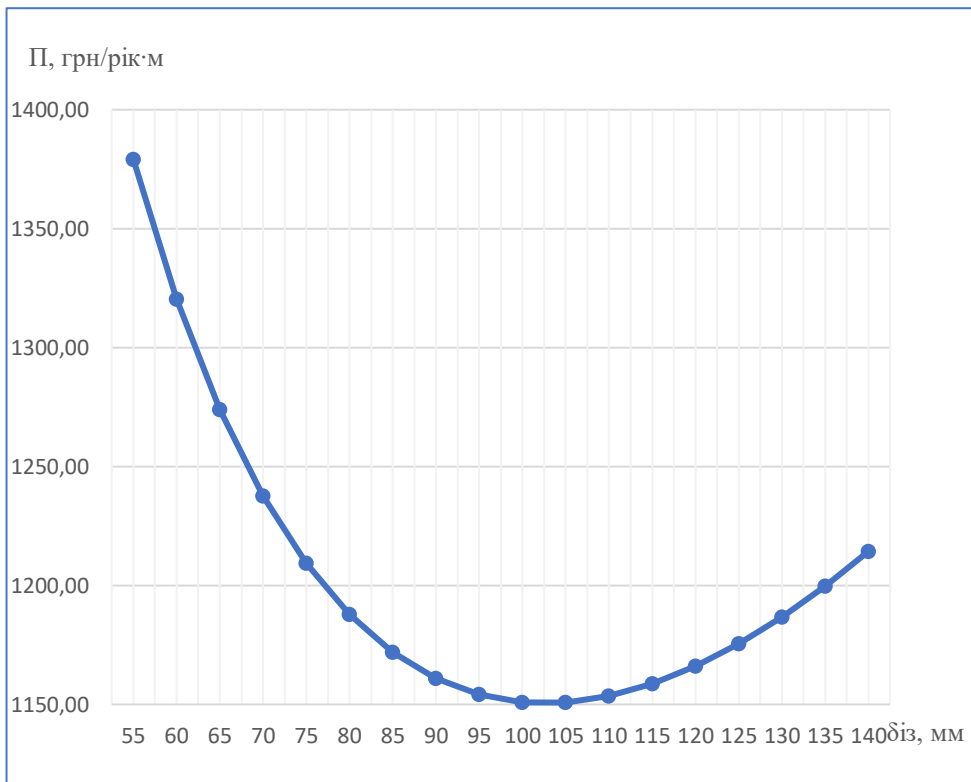


Рис.78. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø400мм, $d_3*s = 426 \times 7,0$

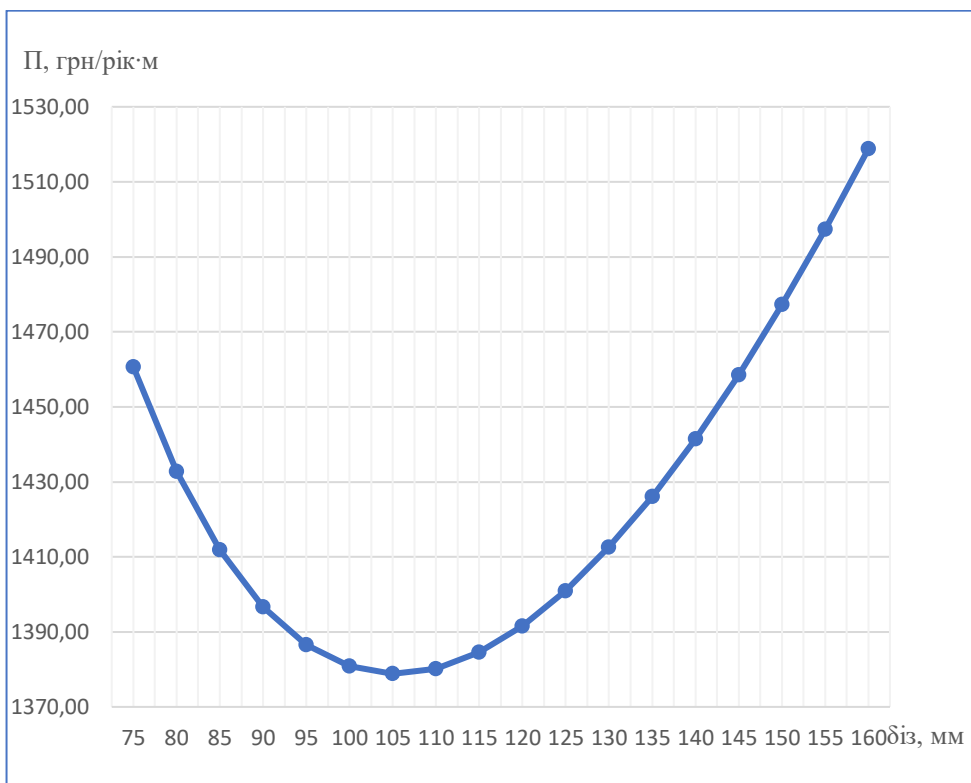


Рис.79. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø500мм, $d_3*s = 530 \times 7,0$

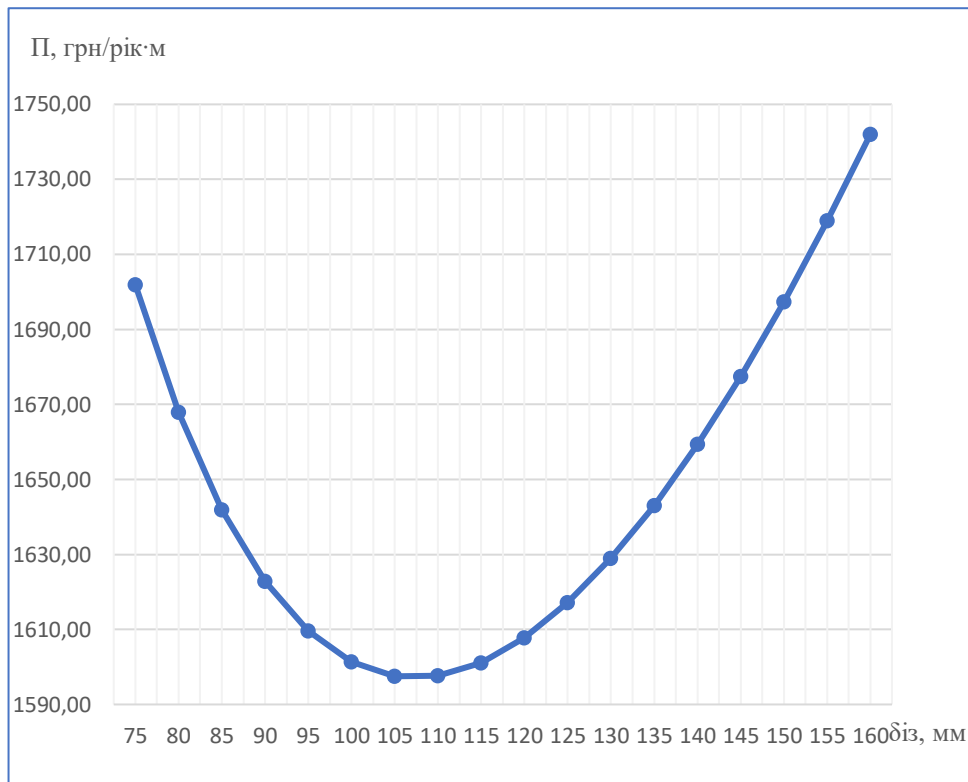


Рис.80. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для $\text{Ø}600\text{мм}$, $d_3*s = 630 \times 8,0$

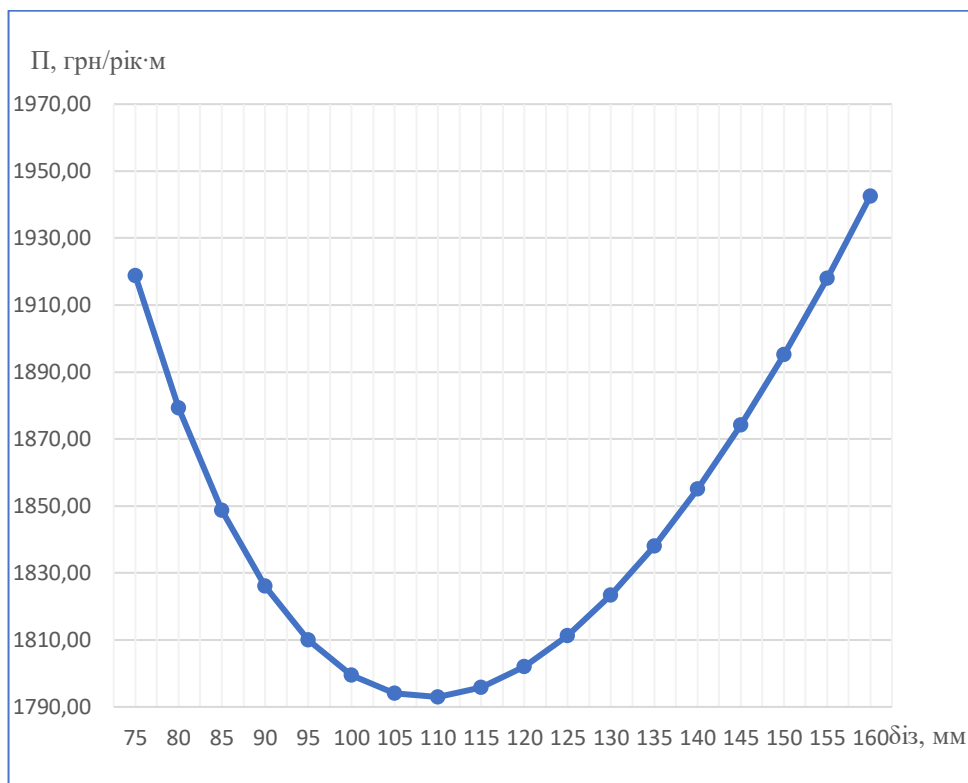


Рис.81. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для $\text{Ø}700\text{мм}$, $d_3*s = 720 \times 8,0$

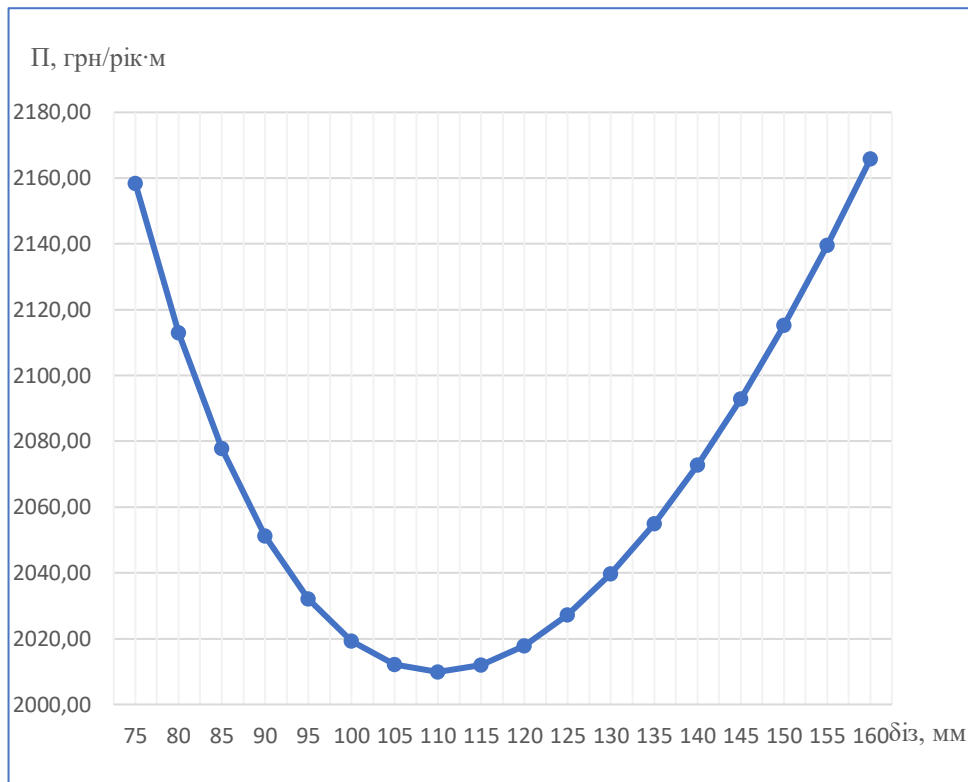


Рис.82. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø800мм, $d_3*s = 820 \times 9,0$

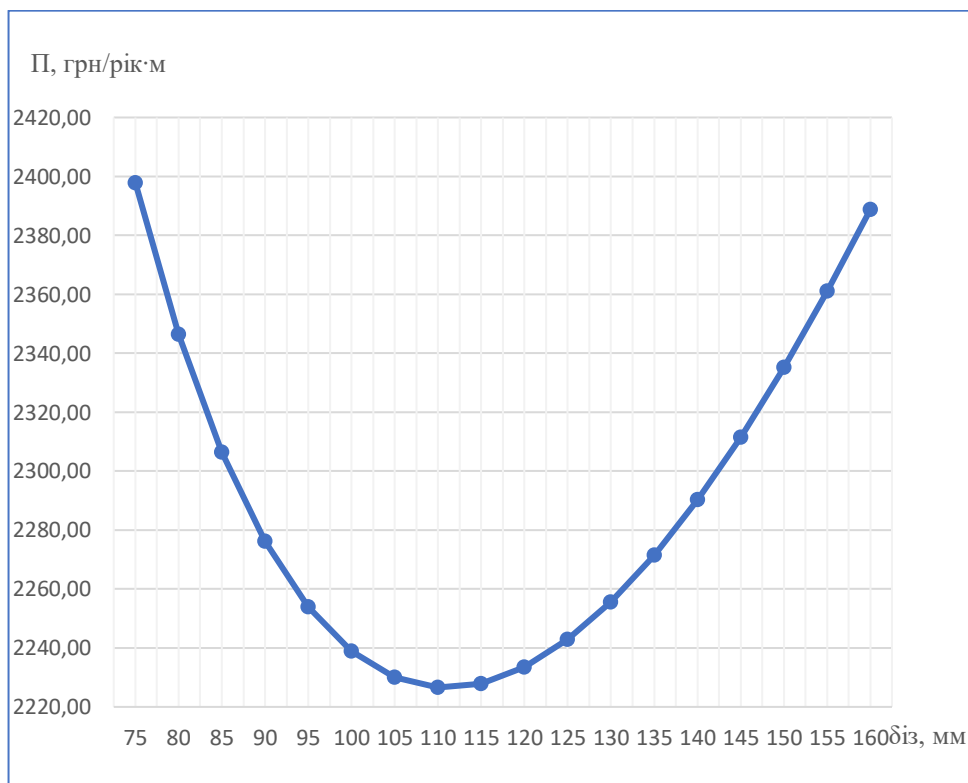


Рис.83. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для Ø900мм, $d_3*s = 920 \times 10,0$

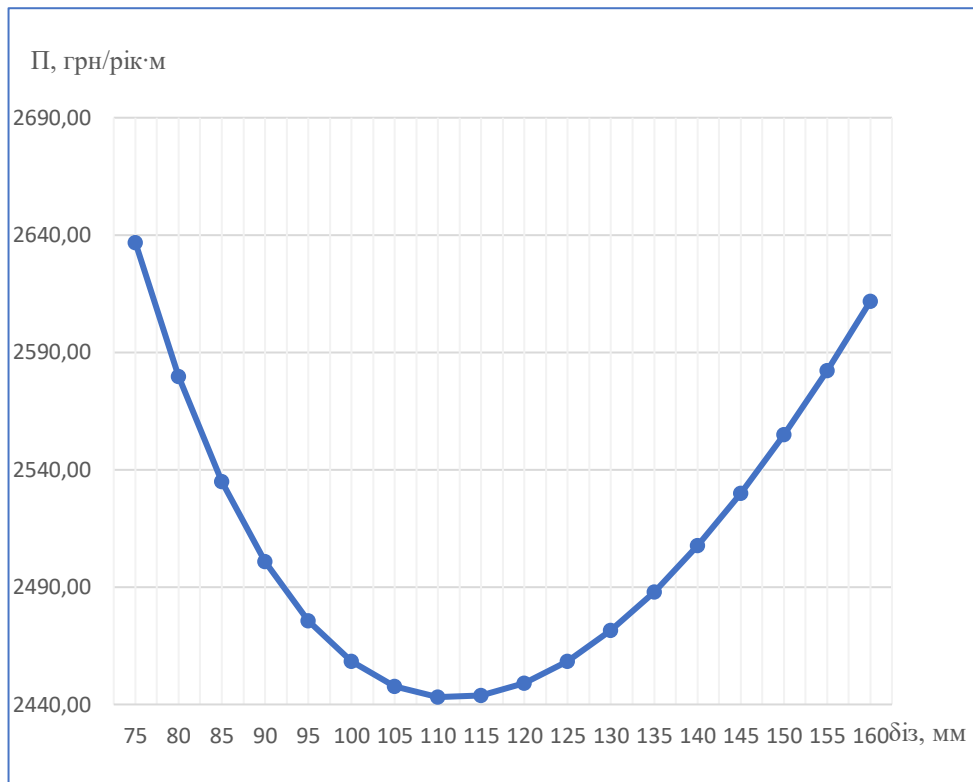


Рис.84. Графік залежності приведених витрат від товщини теплової ізоляції трубопроводів для $\text{Ø}1000\text{мм}$, $d_3*s = 1020 \times 11,0$



ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
«СЕРТИФІКАЦІЙНИЙ ВИПРОБУВАЛЬНИЙ ЦЕНТР
ОПАЛЮВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ» (ДП «СВЦОО»)

СЕРТИФІКАТ ВІДПОВІДНОСТІ

СЕРТИФІКАТ СООТВЕТСТВИЯ / CERTIFICATE OF CONFORMITY
СИСТЕМА СЕРТИФІКАЦІЇ ДП «СВЦОО»

(згідно статті 24 Закону України «Про технічні регламенти та оцінку відповідності» від 15.01.2015 № 124-VIII)

Зареєстровано в Реєстрі ДП «СВЦОО» за №	UA.024.C.0229-21
Зареєстрован в Реєстрі органа по оценке соответствия под № / Registered at the Record of conformity assessment body under №	
Термін дії Срок действия/ Term of validity	з 17 червня 2021 р. по 16 червня 2031 р.
Сертифікат видано Сертифікат выдан / Certificate is issued on	Товариство з обмеженою відповідальністю «Перший трубний завод», код ЄДРПОУ 34427263, 04074, м. Київ, вул. Резервна, 8А
Продукція Продукция / Production	Труби, фасонні вироби та арматура, попередньо теплоізовані поліуретаном на основі циклопентанового спініювання з захисною оболонкою з поліетилену та захисною оболонкою з оцинкованого металу для мереж гарячого водопостачання та теплових мереж діаметром 26/90-1420/1600мм
Відповідає вимогам Соответствует требованиям / Comply with the requirements	ДСТУ Б В.2.5-31:2007 Трубопроводи попередньо теплоізовані спініним поліуретаном для мереж гарячого водопостачання та теплових мереж. Труби, фасонні вироби та арматура
Виробник Производитель / Producer	Товариство з обмеженою відповідальністю «Перший трубний завод», код ЄДРПОУ 34427263, 04074, м. Київ, вул. Резервна, 8А
Місце виробництва Место производства / Place of production	Товариство з обмеженою відповідальністю «Перший трубний завод», код ЄДРПОУ 34427263, 04074, м. Київ, вул. Резервна, 8А
Додаткова інформація Дополнительная информация / Additional information	Продукція, що випускається серійно з 17 червня 2021 р. по 16 червня 2031 р.
Сертифікат видано органом з оцінки відповідності Сертифікат выдан органом оценки соответствия / Certificate is issued by the conformity assessment body	ДП «СВЦОО», Україна, 03150, м. Київ, вул. Загородня, 15 (юридична адреса), 03045, м. Київ, вул. Плещєєва, 10 (фактична адреса). Контактний телефон +38044-360-80-98, +38044-259-46-24
На підставі На основании / On the grounds of	Протоколу № Л061601/21 от 16.06.2021 р. ВЛ ТОВ «Випробувально- сертифікаційний центр «ПІВДЕНТЕСТ» (атестат про акредитацію № 20485 від 06.03.2020 р.); висновку № 66-2-P/21 від 17.06.2021 р.

Код УКТ ЗЕД/
Код УКТ ВЕД/
UKT ZED code
24.20

Код ДКПП/ Код ГКПУ/
DKPP code

Керівник органу з оцінки відповідності
Руководитель органа по оценке соответствия /
Director of the conformity assessment body

Місце/Stamp



Чинність сертифіката відповідності можна перевірити в базі даних органу з оцінки відповідності, що розміщена на:
Действие сертификата соответствия можно проверить в базе данных органа оценки соответствия, размещенной на:
Validity of the certificate of conformity can be checked on the base of data of the conformity assessment body, which is loaded at:

www.svcoo.kiev.ua

А.П. Олефіренко



ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
«СЕРТИФІКАЦІЙНИЙ ВИПРОБУВАЛЬНИЙ ЦЕНТР
ОПАЛЮВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ» (ДП «СВЦОО»)

СЕРТИФІКАТ ВІДПОВІДНОСТІ

СЕРТИФІКАТ СООТВЕТСТВИЯ / CERTIFICATE OF CONFORMITY
СИСТЕМА СЕРТИФІКАЦІЇ ДП «СВЦОО»

(згідно статті 24 Закону України «Про технічні регламенти та оцінку відповідності» від 15.01.2015 № 124-VIII)

Зареєстровано в Реєстрі ДП «СВЦОО» за № **UA.024.C.0052-21**
Зареєстрований в Реєстрі органу по оцінці відповідності под № /
Registered at the Record of conformity assessment body under №

Термін дії з 01 березня 2021 р. по 28 лютого 2031 р.
Срок действия / Term of validity

Сертифікат видано Товариство з обмеженою відповідальністю «Перший трубний завод»,
Сертифікат видан / код ЄДРПОУ 34427263,
Certificate is issued on 04074, м. Київ, вул. Резервна, 8А

Продукція Труби, фасонні вироби та арматура, попередньо
Продукция / теплоізольовані спінієм поліуретаном із захисною
Production оболонкою з поліетилену та захисною оболонкою з
оцинкованого металу для мереж гарячого
водопостачання та теплових мереж діаметром
26/90-1420/1600 мм

Код УКТ ЗЕД/
Код УКТ ВЕД/
UKT ZED code
24.20
Код ДКПП/ Код ГКПУ/
DKPP code

Відповідає вимогам ДСТУ Б В.2.5-31:2007
Соответствует требованиям /
Comply with the requirements

Виробник Товариство з обмеженою відповідальністю «Перший трубний завод»,
Производитель / код ЄДРПОУ 34427263,
Producer 04074, м. Київ, вул. Резервна, 8А

Місце виробництва Товариство з обмеженою відповідальністю «Перший трубний завод»,
Место производства / код ЄДРПОУ 34427263,
Place of production 04074, м. Київ, вул. Резервна, 8А

Додаткова інформація Продукція, що випускається серійно з 01 березня 2021 р. по 28 лютого
Дополнительная информация / 2031 р.
Additional information

Сертифікат видано органом з оцінки відповідності ДП «СВЦОО», Україна,
Сертифікат видан органом оцінки відповідності / 03150, м. Київ, вул. Загородня, 15 (юридична адреса),
Certificate is issued by the conformity assessment body / 03045, м. Київ, вул. Плещесва, 10 (фактична адреса).
Контактний телефон +38044-360-80-98, +38044-259-46-24

На підставі Протоколу № Л021601/21 від 16 лютого 2021 р. ВЛ ТОВ «Випробувально-
На основании / сертифікаційний центр «ПВДЕНТЕСТ» (атестат про акредитацію
On the grounds of № 20485 від 06.03.2020 р.); висновку № 14-2-Р/21 від 22.02.2021 р.

Керівник органу з оцінки відповідності
Руководитель органа по оценке соответствия /
Director of the conformity assessment body

М.П./Stamp
код 14315701

А.П. Олефіренко

Діяльність сертифіката відповідності можна перевірити в базі даних органу з оцінки відповідності, що розміщена на:
Действие сертификата соответствия можно проверить в базе данных органа оценки соответствия, размещенной на:
Validity of the Certificate of conformity can be checked on the base of data of the conformity assessment body, which is loaded at:

www.svcoo.kiev.ua



ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
«СЕРТИФІКАЦІЙНИЙ ВИПРОБУВАЛЬНИЙ ЦЕНТР
ОПАЛЮВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ» (ДП «СВЦОО»)



10024
DSTU EN ISO/IEC 17065

СЕРТИФІКАТ ВІДПОВІДНОСТІ

СЕРТИФІКАТ СООТВЕТСТВИЯ / CERTIFICATE OF CONFORMITY
СИСТЕМА СЕРТИФІКАЦІЇ ДП «СВЦОО»

(згідно статті 24 Закону України «Про технічні регламенти та оцінку відповідності» від 15.01.2015 № 124-VIII)

Зареєстровано в Реєстрі ДП «СВЦОО» за № UA.024.C.0051-21

Зареєстрований в Реєстрі органа по оцінці відповідності под № /
Registered at the Record of conformity assessment body under №

Термін дії з 01 березня 2021 р. по 28 лютого 2031 р.
Срок действия / Term of validity

Сертифікат видано Товариство з обмеженою відповідальністю «Перший трубний завод»,
Сертифікат выдан / код ЄДРПОУ 34427263,
Certificate is issued to 04074, м. Київ, вул. Резервна, 8А

Продукція Труби, фасонні вироби та арматура, попередньо
Продукция / теплоізольовані спіненим поліуретаном із захисною
Production оболонкою з поліетилену та захисною оболонкою з
оцинкованого металу для мереж гарячого
водопостачання та теплових мереж діаметром
26/90-1420/1600 мм

Код УКТ ЗЕД/
Код УКТ ВЭД/
UKT ZED code

24.20

Код ДКПП/ Код ГКПУ/
DKPP code

Відповідає вимогам ДСТУ EN 253:2016 (EN 253:2009 + A2:2015, IDT),
Соответствует требованиям / ДСТУ EN 448:2016 (EN 448:2015, IDT),
Complies with the requirements ДСТУ ISO 5208:2008

Виробник Товариство з обмеженою відповідальністю «Перший трубний завод»,
Производитель / код ЄДРПОУ 34427263,
Producer 04074, м. Київ, вул. Резервна, 8А

Місце виробництва Товариство з обмеженою відповідальністю «Перший трубний завод»,
Место производства / код ЄДРПОУ 34427263,
Place of production 04074, м. Київ, вул. Резервна, 8А

Додаткова інформація Продукція, що випускається серійно з 01 березня 2021 р. по 28 лютого
Дополнительная информация / 2031 р.
Additional information

Сертифікат видано органом ДП «СВЦОО», Україна,
з оцінки відповідності 03150, м. Київ, вул. Загородня, 15 (юридична адреса),
Сертифікат выдан органом оценки соответствия / 03045, м. Київ, вул. Плещесва, 10 (фактична адреса).
Certificate is issued by the conformity assessment body Аттестат про акредитацію від 16.03.2020 р. № 10024
Контактний телефон +38044-360-80-98, +38044-259-46-24

На підставі Протоколу № 39/21 ВТрОВ від 22.02.2021 р. ВЦ ДП «СВЦОО» (атестат
На основании / про акредитацію № 20122 від 17.04.2020 р.), акту обстеження виробництва
On the grounds of № 14-ОВ/21 від 12.02.2021 р.; висновку № 14-1-Р/21 від 22.02.2021 р.

Керівник органу з оцінки відповідності
Руководитель органа по оценке соответствия /
Director of the conformity assessment body

А.П. Олефіренко

М.П. Stamp

Ідентифікаційний
код 14315701

Діючість сертифіката можна перевірити в базі даних органа з оцінки відповідності, що розміщена на:
Действие сертификата можно проверить в базе данных органа оценки соответствия, размещенной на:
Validity of the Certificate can be checked on the base of data of the conformity assessment body, which is loaded at:

www.svcoo.kiev.ua



ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
«СЕРТИФІКАЦІЙНИЙ ВИПРОБУВАЛЬНИЙ ЦЕНТР
ОПАЛЮВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ» (ДП «СВЦОО»)



ГОСТ
ДСТУ EN ISO/IEC 17065

СЕРТИФІКАТ ЕКСПЕРТИЗИ ТИПУ

СЕРТИФИКАТ ЭКСПЕРТИЗЫ ТИПА / TYPE EXAMINATION CERTIFICATE

модуль В (експертиза типу - типу виробництва)

Зареєстровано в Реєстрі ООВ ДП «СВЦОО» за № UA.TR.012.C.0050-21
Зарегистрирован в Реестре органа по оценке соответствия под № /
Registered at the Record of conformity assessment body under №

Термін дії з 01 березня 2021 р. по 28 лютого 2031 р.
Срок действия / Term of validity

Сертифікат видано Товариство з обмеженою відповідальністю «Перший трубний завод»,
Сертификат выдан / код ЄДРПОУ 34427263,
Certificate is issued on 04074, м. Київ, вул. Резервна, 8А

Продукція Труби, фасонні вироби та арматура, попередньо
Продукция / теплоізольовані спіненим поліуретаном із захисною
Production оболонкою з поліетилену та захисною оболонкою з
оцинкованого металу для мереж гарячого
водопостачання та теплових мереж діаметром
26/90-1420/1600 мм

Код УКТЗЕД, ДК 016/
Код УКТ ВЕД, ДК 016/
UKT ZED code, DK 016

24.20

Код ДКПП/ Код ГКПУ/
DKPP code

Відповідає вимогам Технічного регламенту обладнання, що працює під тиском
Соответствует требованиям / (ПКМУ від 16 січня 2019 р. № 27)
Comply with the requirements

Виробник Товариство з обмеженою відповідальністю «Перший трубний завод»,
Производитель / код ЄДРПОУ 34427263,
Producer 04074, м. Київ, вул. Резервна, 8А

Місце виробництва Товариство з обмеженою відповідальністю «Перший трубний завод»,
Место производства / код ЄДРПОУ 34427263,
Place of production 04074, м. Київ, вул. Резервна, 8А

Додаткова інформація Оцінка відповідності проводиться за модулем В у комбінації з модулем D.
Дополнительная информация / Опис продукції міститься в додатку до сертифікату
Additional information

Сертифікат видано органом ООВ ДП «СВЦОО», Україна,
з оцінки відповідності 03150, м. Київ, вул. Загородня, 15 (юридична адреса),
Сертификат выдан органом оценки соответствия / 03045, м. Київ, вул. Плещесва, 10 (фактична адреса).
Certificate is issued by the conformity assessment body / Номер призначеного ООВ № UA.TR.012
Контактний телефон +38044-360-80-98, +38044-259-46-24

На підставі Протоколу № 39/21 ВТрОВ від 22.02.2021 р. ВЦ ДП «СВЦОО» (атестат
На основании / про акредитацію № 20122 від 17.04.2020 р.); звіту про оцінку № 14/21
On the grounds of від 22.02.2021 р.; висновку № 14-Р/21 від 22.02.2021 р.

Керівник органу оцінки відповідності
Руководитель органа по оценке соответствия /
Director of the conformity assessment body

М.П./Stamp



А.П. Олефіренко

Цілісність сертифіката можна перевірити в базі даних органу з оцінки відповідності, що розміщена на:
Действительность сертификата можно проверить в базе данных органа оценки соответствия, размещенной на:
Validity of the Certificate can be checked on the base of data of the conformity assessment body, which is loaded at:

www.svcoo.kiev.ua



ОРГАН З СЕРТИФІКАЦІЇ ТОВ «ТЕСТМЕТРСТАНДАРТ»
Україна, 10029, м. Житомир, вул. Небесної Сотні, 52

СЕРТИФІКАТ ВІДПОВІДНОСТІ

Зареєстровано в Реєстрі ОС за № UA.P.001019-20

Термін дії з 16 листопада 2020 р. до 15 листопада 2022 р.

Продукція Труби, трубопроводи, фасонні вироби та арматура попередньо теплоізольовані спіненим поліуретаном із захисною оболонкою з поліетилену чи оцинкованої жести для мереж гарячого водопостачання і теплових мереж

24.20

код ДКПП

код УКТЗЕД

Відповідає вимогам ДСТУ Б В.2.5-31:2007 (п.п. 7.1.11.5 табл. 6 (поз. 1-4), 7.1.13.3 табл. 7 (поз. 1-4, 11); ГСТУ 34.015-2000 (п.п. 5.1.3; 5.1.4; 5.1.5.2)

Виробник продукції ТОВ "Теплоенергоресурс", 79015, м. Львів, вул. Смаль-Стоцького, 38/1; код ЄДРПОУ 31020336. Адреса виробництва: 79040, м. Львів, вул. Д. Апостола, 7а

Сертифікат видано ТОВ "Теплоенергоресурс", 79015, м. Львів, вул. Смаль-Стоцького, 38/1; код ЄДРПОУ 31020336

Додаткова інформація Труби, трубопроводи, фасонні вироби та арматура попередньо теплоізольовані спіненим поліуретаном із захисною оболонкою з поліетилену чи оцинкованої жести для мереж гарячого водопостачання і теплових мереж, що виготовляються серійно з 16.11.2020р. до 15.11.2022р. Технічний нагляд за сертифікованою продукцією - один раз на рік.

Сертифікат видано органом з сертифікації ТОВ «Тестметрстандарт», 10029, м. Житомир, вул. Небесної Сотні, 52, атестат акредитації, зареєстрований в Реєстрі НААУ за № 10229.

На підставі Протоколу сертифікаційних випробувань № Л110602/20 від 06.11.2020 (ВЛ ТОВ "Випробувально-сертифікаційний центр "ПІВДЕНТЕСТ", 49000, м. Дніпро, вул. Європейська, 7-А, оф.14, атестат акредитації, зареєстрований в Реєстрі НААУ за № 20485); акту обстеження виробництва ОС ТОВ «Тестметрстандарт» від 12.11.2020.

Заступник керівника органу з сертифікації



М.П.

підпис

Л.М. Лабунець

ініціали, прізвище

Серія TMC



Чисельність сертифіката можна перевірити за тел. (0412) 0-00-99

№ 005559