МІНІСТЕРСТВО НАУКИ І ОСВІТИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ ГІДРОАЕРОМЕХАНІКИ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему: «Аналіз факторів теплових втрат у теплових мережах та створення алгоритму автоматизованого розрахунку тепловтрат у тепломережах »

Напрям підготовки 6.050601 «Теплоенергетика»

за фаховим спрямуванням «Енергетичний менеджмент»

Виконавець роботи Підопригора Н.М.

_____
(підпис)

В роботі не виявлено текстових, ілюстративних та інших запозичень без коректного на них посилання

Керівник роботи _____
(підпис)

Сотник М.І.
доцент каф. ПГМ

Випускна робота захищена на засіданні ЕК з оцінкою

_____

“____”_____20__ р.

Секретар комісії _____
(підпис)

Суми 2019

Сумський державний університет
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра прикладної гідроаеромеханіки
Напрям підготовки 6.050601 «Теплоенергетика»
за фаховим спрямуванням «Енергетичний менеджмент»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
прикладної гідроаеромеханіки
Ковальов І.О.
“___”_____20__ р.

ЗАВДАННЯ
до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра

_____Підопригори Наталії Миколаївни_____
(прізвище, ім’я, по батькові)

1.Тема роботи: аналіз факторів теплових втрат у теплових мережах та створення алгоритму автоматизованого розрахунку тепловтрат у тепломережах
2 Термін здачі студентом закінченої роботи до “10” червня 2019 р.
3 Вихідні дані до роботи: технічна документація теплової мережі ; нормативні вимоги, дійсні на території України.
4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно вирішити).

Вступ (загальна характеристика проблем з енергозбереження, актуальність виконання роботи).

1. **Загальні відомості** (основні поняття; види опалювальних систем; способи прокладання теплових мереж; види теплого навантаження).
2. **Алгоритм автоматизованого розрахунку теплових втрат** (основні положення методики розрахунку).
3. **Розрахунок теплових втрат за допомогою алгоритму**(представлення результатів розрахунку)
4. **Розробка можливих енергозбережних заходів** (основні заходи на різних стадіях).
5. **Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях**.
6. Перелік обов’язкового графічного матеріалу (з точним зазначенням креслень або плакатів)
    1. Блок-схема алгоритму.
    2. Схема теплової мережі Магістраль 1 м.Суми.
    3. Вихідні дані.
    4. Результати розрахункового аналізу .

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів роботи (за змістом розрахунково-пояснювальної записки)	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Формування вихідних даних	До 10.04.19	
2	Створення алгоритму	До 15.04.19	
3	Розроблення автоматизованої програми	До 20.04.19	
4	Розрахунковий аналіз системи теплопостачання	До 05.04.19	
5	Розробка можливих енергозбережних заходів	До 15.05.19	
6	Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.	До 25.05.19	
7	Оформлення розрахунково-пояснювальної записки та графічних матеріалів	До 07.06.19	
8	Здача роботи на перевірку	10.06.19	
9	Доопрацювання зауважень	До 15.06.19	
10	Захист роботи	18.06–22.06.19	

Дата видачі завдання “___“ _____ 20__р.

Студент_____ _____
(підпис) (Прізвище та ініціали)

Керівник роботи_____ _____
(підпис) (Прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 50 с., 10 таблиць, 1 додаток, 10 літературних джерел.

Графічні матеріали: блок-схема алгоритму, схема теплової мережі Магістраль 1 м.Суми, вихідні дані теплової мережі, результати розрахункового аналізу - усього чотири аркуша формату А3.

Мета роботи: розроблення програми на основі алгоритму автоматизованого розрахунку теплових втрат у мережах централізованого теплопостачання.

Об'єкт енергообстеження: теплова мережа Магістраль 1 м.Суми.

Предмет енергообстеження: теплові процеси.

Методи дослідження: статичний метод визначення динаміки споживання енергії в часі, теплові та економічні методи розрахунку заходів, технічні розрахунки процесу теплових втрат.

Ключові слова: ТЕПЛОВІ ВТРАТИ, ТЕПЛОВА МЕРЕЖА, ТЕПЛОВЕ НАВАНТАЖЕННЯ, ТЕМПЕРАТУРА, ТЕПЛОВЕ СПОЖИВАННЯ.

Тема роботи - «Аналіз факторів теплових втрат у теплових мережах та створення алгоритму автоматизованого розрахунку тепловтрат у тепломережах».

ЗМІСТ

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН 3
РЕФЕРАТ 4
ВСТУП 6
1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ 9
1.1 Основні поняття 9
1.2 Види опалювальних систем 9
1.3 Способи прокладання теплових мереж 11
1.4 Види теплого навантаження 13
2 АЛГОРИТМ АВТОМАТИЗОВАНОГО РОЗРАХУНКУ ТЕПЛОВИХ ВТРАТ У МЕРЕЖАХ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ 14
2.1 Розрахунок теплових втрат 19
2.2 Матеріальна характеристика 21
2.3 Підсумковий розрахунок теплових втрат 23
3 РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВИХ ВТРАТ ЗА ДОПОМОГОЮ АЛГОРИТМУ .. 25
3.1 Розрахунок теплових втрат окремо на кожній ділянці 27
3.1.1 Розрахунок теплових втрат для першої ділянки ТК1- ТАЗ 29
3.1.2 Розрахунок теплових втрат для другої ділянки ТАЗ - ТП: 31
3.1.3 Розрахунок теплових втрат для третьої ділянки ТП - Гурт 1 : 32
3.2 Матеріальна характеристика трубопроводу 34
3.3 Підсумковий розрахунок теплових втрат 35
4 ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ 38
4.1 Основні заходи з енергозбереження під час виробництва теплової енергії 38
4.2 Основні заходи з енергозбереження під час теплопостачання 38
4.3 Основні заходи з енергозбереження на етапі споживання 39

5 НАВЧАННЯ ПРАЦІВНИКІВ БЕЗПЕЧНИХ СПОСОБІВ ПРАЦІ. ЗМІСТ ТА ВИДИ ІНСТРУКТАЖ, ХТО І КОЛИ ЇХ ПРОВОДИТЬ 40
5.1 Вступний інструктаж 41
5.2 Первинний інструктаж 42
5.3 Повторний інструктаж 43
5.4 Позаплановий інструктаж 44
5.5 Цільовий інструктаж 44
ВИСНОВОК 47
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ 48
ДОДАТОК А 50

ВСТУП

На сучасному етапі розвиток людської цивілізації неможливий без широкого використання енергії. Енергетика – це галузь народного господарства, яка охоплює енергетичні ресурси, виробництво, перетворення, передачу і використання різних форм енергії. Основними формами енергії, яка застосовується в даний час, є теплота і електрика [1].

Система теплопостачання міста є складним технологічним і соціально-економічним комплексом, який забезпечує життєдіяльність великої кількості споживачів тепловою енергією, що використовується для забезпечення у приміщеннях комфортних параметрів внутрішнього повітря, приготування гарячої води для санітарно-гігієнічних потреб і для виконання технологічних процесів на промислових підприємствах. Мірою оцінки рівня функціонування системи теплопостачання вважають п’ять факторів: енергоефективність, якість, надійність, вартість послуг та екологія теплопостачання. Енергоефективність теплозабезпечення безпосередньо залежить від сукупності всіх заходів, що проводяться в місті, направлених на забезпечення оптимальної організації та реалізації процесу теплопостачання і визначається оптимальним співвідношенням показників матеріальних витрат на вироблення теплової енергії та отриманого в результаті її використання економічного ефекту.

Якість і надійність теплопостачання визначають достатність теплової енергії з певними характеристиками і безперервність забезпечення теплотою з метою підтримання належних умов або технологічних процесів, а екологічність – безпеку для здоров’я населення процесів виробництва і передачі теплової енергії.

Оптимізація теплозабезпечення в умовах централізованого вироблення, транспортування і розподілу теплової енергії передбачає організацію найвигідніших режимів роботи складових системи теплопостачання: джерела теплоти, теплових мереж, систем використання теплоти у споживачів.

Таким чином, основною метою комплексного підвищення ефективності теплозабезпечення міста є організація в оптимальний спосіб якісного і надійного теплопостачання споживачів при мінімальних витратах і найменшому негативному впливі на навколишнє середовище [2].

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

1.1 Основні поняття

У структурі системи теплопостачання розрізняють магістральні та розподільні теплопроводи.

Згідно з Законом України «Про теплопостачання» [3]:

Система централізованого теплопостачання - сукупність джерел теплової енергії, магістральних та місцевих (розподільчих) теплових мереж, що об'єднані між собою та використовуються для теплозабезпечення споживача, населеного пункту, яка включає системи децентралізованого та помірно-централізованого теплопостачання.

Магістральна теплова мережа - комплекс трубопроводів і споруд, що забезпечують транспортування теплоносія від джерела теплової енергії до місцевої (розподільчої) теплової мережі.

Місцева (розподільча) теплова мережа - сукупність енергетичних установок, обладнання і трубопроводів, яка забезпечує транспортування теплоносія від джерела теплової енергії, центрального теплового пункту або магістральної теплової мережі до теплового вводу споживача.

Теплоносій - рідка або газоподібна речовина, що циркулює у трубах або каналах і передає теплову енергію в системах теплопостачання, опалення, вентиляції та технологічних установках.

Теплове навантаження - кількість теплової енергії, яке може бути прийняте споживачем теплової енергії за одиницю часу.

1.2 Види опалювальних систем

Важливим елементом системи теплопостачання, який здійснює зв'язок споживача теплової енергії з джерелом, є теплові мережі.

За кількістю паралельно прокладених труб, які реалізують цей зв’язок, розрізняють:

- однотрубні;
- двотрубні;
- багатотрубні.

Тритрубні системи застосовують у промислових системах теплопостачання з незмінними витратами води для технологічних потреб. Чотиритрубні системи через великі витрати металу застосовують лише в невеликих системах з метою спрощення абонентських вводів. Такі системи призначені для транспортування теплоносіїв різних параметрів або різного агрегатного стану.

Двотрубні системи бувають закритими і відкритими. Розрізняються вони технологією приготування води для місцевих систем гарячого водопостачання. У відкритих системах воду для гарячого водопостачання беруть безпосередньо з теплових мереж. У закритих системах для гарячого водопостачання використовують водопровідну воду, яку нагрівають у теплообмінниках теплоносієм з теплових мереж.

Підвищення надійності теплових мереж досягають підвищенням надійності окремих елементів, які входять до системи; впровадженням «заощаджуючого» режиму роботи теплових мереж шляхом підтримання температури води в подавальному трубопроводі вище 100℃, а у зворотному – 50℃ і нижче; резервуванням шляхом введення в систему додаткових елементів (перемичок, секційних засувок, додаткових трубопроводів).

Магістральні теплові мережі повинні бути найбільш надійним елементом теплових мереж. Їх надійність повинна зростати залежно від кількості споживачів, які підключені до них, а отже від діаметра трубопроводів.

Схема магістральних теплових мереж повинна враховувати роботу ТЕЦ і котелень, що знаходяться в її тепловому районі, а також забезпечувати резервування джерел теплоти між собою.

1.3 Способи прокладання теплових мереж

Надійність розподільних мереж, як і всіх інших, визначається не тільки схемою, а й способом прокладання. Існують надземний і підземні способи прокладання. Надземна прокладка здійснюється на естакадах або висотних опорах, на низьких опорах, по стінах зовні або всередині споруди. Підземна прокладка може бути безканальною і в каналах.

Використання підземних мереж всередині забудови найкращим чином відповідає сучасному архітектурно-планувальному рішенню території мікрорайонів і дозволяє більш економічно вирішувати питання організації вводів до будинків, використовувати технічні підпілля споруд для прокладання мереж. При канальних способах прокладання конструкція каналу огороджує теплопровід від безпосереднього впливу ґрунту і дозволяє повністю розвантажити трубопровід від тиску маси ґрунту. Прокладання в каналах забезпечує вільне температурне переміщення трубопроводів в усіх напрямках, що дозволяє використовувати самокомпенсуючу здатність на кутах повороту траси. При прокладці теплопроводів у каналах використовують непрохідні конструкції каналів, напівпровідні і прохідні. Непрохідні канали використовують для мікрорайонних мереж. Напівпрохідні канали застосовують для прокладки теплопроводів у межах міських проїздів з поліпшеним покриттям. У прохідних каналах трубопроводи прокладають на відповідальних ділянках теплових мереж і сумісно з іншими інженерними мережами.

Безканальне прокладання теплових мереж також широко розповсюджене. У такому випадку теплова ізоляція повинна бути достатньо міцною і мати зовнішній гідроізоляційний шар. Крім того необхідно враховувати, що температурні подовження трубопроводу гальмуються ґрунтом і перетворюються у внутрішні напруження трубопроводу, що значно ускладнює розрахунки навантажень, які виникають у трубопроводі.

Сучасні конструкції безканального прокладання з попередньо ізольованих трубопроводів дозволяють значно зменшити теплові втрати при

транспортуванні теплоносія завдяки використанню пінополіуретану, що має низький коефіцієнт теплопровідності, і зменшити корозію трубопроводів завдяки захисній оболонці з поліетилену. Теплопроводи мають дроти сигналізації, що дозволяє визначити місце зволоження ізоляції в процесі експлуатації і уникнути аварійних пошкоджень трубопроводів через зовнішню корозію і сприяє скороченню термінів ліквідації аварії.

Заглиблення теплових мереж від поверхні землі або шляхового покриття прийняте (не менше) до верху перекриття каналів – 0,5 м; до верху перекриття камер – 0,3 м; до верху оболонки безканальної прокладки – 0,7 м. Спосіб прокладання мікрорайонних підземних мереж вибирають на підставі співставлення техніко-економічних показників різних варіантів. На вибір способів прокладання комунікацій суттєво впливають такі містобудівельні фактори, як планувальні рішення, конфігурація та розміри території, кількість мешканців.

Останнім часом спостерігається тенденція поширення децентралізованого теплопостачання у вигляді влаштування індивідуальних місцевих котелень, які розміщують поблизу або безпосередньо у будинках. Перегляд принципів централізованого теплопостачання від ТЕЦ і великих котелень обумовлений, перш за все, значними енерговтратами при транспортуванні теплоносія до споживачів. Ці втрати пов’язані зі значною протяжністю мереж та їх технологічними вирішеннями.

При виборі оптимального рішення щодо структури теплопостачання необхідно розглядати систему теплозабезпечення як єдине ціле, оскільки будь-які зміни якогось елементу системи відбиваються меншою чи більшою мірою на інших складових і на системі в цілому. Для комплексного аналізу функціонування системи теплопостачання необхідна розробка моделі системи, яка б дозволила визначати поточні й перспективні режимні параметри, в тому числі при змінах структури системи [2].

1.4 Види теплого навантаження

Теплове навантаження за характером зміни в часі:

- ✓ Сезонні навантаження (суттєво змінюються протягом опалювального періоду, оскільки залежать від кліматичних умов):
- витрати теплової енергії на опалення;
- витрати теплової енергії на вентиляцію;
- витрати теплової енергії на кондиціонування.
- ✓ Цілорічне навантаження (протягом року залишаються без суттєвих змін, практично не залежать від температури зовнішнього повітря):
- витрати теплової енергії на гаряче водоспоживання;
- витрати теплової енергії на технологічні потреби.

Сезонне теплонавантаження має такі особливості:

1. Теплове навантаження на вентиляцію змінюється протягом доби.
2. Зміна теплового навантаження на опалення протягом доби не значна.
3. Річні витрати теплоти, які залежать від метеорологічних особливостей, мають незначні коливання.

Теплові навантаження на гаряче водопостачання (ГВП) протягом року змінюються мало, але мають значну нерівномірність протягом доби та за днями тижня.

Тривалість опалювального періоду визначається за кількістю діб з температурою зовнішнього повітря нижче за 8°С.

2 АЛГОРИТМ АВТОМАТИЗОВАНОГО РОЗРАХУНКУ ТЕПЛОВИХ ВТРАТ У МЕРЕЖАХ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Розрахунок величини теплових втрат у централізованих системах теплопостачання є одним з трудомістких процесів. Для прискорення його проведення запропоновано та розроблено алгоритм автоматизованого розрахунку з використанням ЕОМ.

Втрати теплоти в теплових мережах залежать від їх протяжності та діаметрів, способу прокладки, типу та стану теплоізоляції, ґрунтових умов, строку служби, умов експлуатації, обсягу витоку води (фактичного та нормованого). Зазначені фактори та їх фізичні величини і визначено як вихідні дані для побудови алгоритму розрахунку теплових втрат у теплових мережах систем теплопостачання.

Алгоритм виконання автоматизованого розрахунку проводиться за структурною схемою, яка включає:

Введення вхідних даних, які стосуються кліматичних умов населеного пункту → Введення вхідних даних щодо параметрів мереж теплопостачання → Введення вхідних даних трубопроводів → Проведення аналітичних розрахунків щодо визначення теплових втрат → Оформлення протоколів розрахунку.

Бази даних вихідної інформації формуються у відповідні таблиці нормованих, або фактичних величин показників, які використовуються при подальших автоматизованих розрахунках. Розрахунки, представлені у даній роботі виконані за загальноприйнятими методиками [4],[5].

Розглянемо основні частини алгоритму:

1. Розрахунок теплових втрат трубопроводу.
2. Матеріальна характеристика теплової мережі.
3. Підсумковий розрахунок теплових втрат на кожний місяць функціонування.

Таблиця 2.1 - Загальні дані системи теплопостачання

1	Назва міста	
2	Розрахункова температура в подавальному трубопроводі ,°С	T_1
3	Розрахункова температура в подавальному трубопроводі системи опалення споживання,°С	$T_{1.1}$
4	Розрахункова температура в зворотньому трубопроводі,°С	T_2
5	Розрахункова різниця температур теплоносія ,°С	ΔT
6	Розрахункова різниця температур теплоносія на споживання,°С	Θ
7	Температура в подавальному трубопроводі у неопалювальний період (при 2-х трубній системі) ,°С	$T_{1л.п.}$
8	Розрахункова температура в зворотньому трубопроводі для неопалювального періоду	$T_{2л.п.}$
9	ΔT, неопалювального періоду (при 2-х трубній системі) ,°С	$\Delta T_{л.п.}$
10	Розрахункова температура внутрішнього повітря,°С	$t_в$
11	Розрахункова температура холодної води в опалювальний період,°С	$T_{хв.о.п}$
12	Розрахункова температура холодної води в неопалювальний період,°С	$T_{хв.н.о.п}$
13	Розрахункова температура холодної води осереднена за рік,°С	$T_{хв\ р}$
14	Розрахункова температура гарячої води ,°С	$T_{гвп}$
15	Середня глибина прокладання трубопроводів T_1, T_2, м	$H_{тр}$
16	Кількість годин опалювального періоду , год [4]	n_o
17	Кількість годин неопалювального періоду , год	$n_{гвп}$
18	Розрахункова температура зовнішнього повітря для опалення,°С	t_n
19	Розрахункова температура зовнішнього повітря для вентиляції, °С	$t_{n.в}$
20	Розрахункова температура зовнішнього повітря за опалювальний період з середньою < 8, °С [4]	$t_{n.с.о.п}$

Таблиця 2.2 - Необхідні вхідні дані певної дільниці трубопровода

Подавальний трубопровод, T_1			
21	Діаметр трубопроводу (зовнішній)	d_1	мм
22	Довжина ділянки	L_1	м
Зворотній трубопровод, T_2			
23	Діаметр трубопроводу (зовнішній)	d_2	мм
24	Довжина ділянки	L_2	м
25	Тип прокладання	• непрохідні • безканальні • надземні • тунелі • приміщення	
26	Рік прокладання	2019 - 1960 р.	
27	Тип ізоляції	• звичайна • пінополіуретан • полімербетон	
28	Період роботи трубопроводу	• цілорічно (> 5000 год) • в опалювальний період (< 5000 год)	
29	Коефіцієнт , що враховує зміну стану трубопровода (табл.А1 рік прокладання)	$К_1$	
29	Коефіцієнт, що враховує зміну норм щільності теплового потоку при застосуванні теплоізоляційного шару (табл.А2 тип ізоляції)	$К_2$	
30	Коефіцієнт, який враховує зміну середньої витрати гарячої води в неопалювальний період в порівнянні з опалювальним (табл. А3 тип прокладання)	β	

Продовження таблиці 2.2

31	Годинне теплове навантаження опалення	Q_o	Гкал/год
32	Годинне теплове навантаження на ГВП (літо)	$Q_{гвп}$	Гкал/год
33	Годинне теплове навантаження на вентиляцію	$Q_в$	Гкал/год

Таблиця 2.3 - таблиця нормативних значень температури повітря, ґрунту та дійсних температур теплоносія

Місяць	Значення температури, усереднене за 5 років, °С		Коефіцієнт перерахунку температури повітря до нормативного +5°С	Коефіцієнт перерахунку температури ґрунту до нормативного +5°С	Значення температури теплоносія в трубопроводах, °С	
	зовнішнього повітря осереднена	ґрунту на середній глибині закладання			подаючий	зворотній
	t_a	t_b	a	b	T_1^*	T_2^*
....						
Середні значення						

Щомісячне значення температури зовнішнього повітря та ґрунту осереднене за 5 років обираємо з табл.[4] відповідно до міста.

Значення температури теплоносія в подавальному трубопроводі теплової мережі,°С :

$$T_1^* = t_в + (\frac{T_{1.1} + T_2}{2} - t_в) \cdot (\frac{t_в - t_{n.c.o.n}}{t_в - t_n})^{0,8} + (\Delta T - \frac{\theta}{2}) \cdot (\frac{t_в - t_{n.c.o.n}}{t_в - t_n})$$

Значення температури теплоносія у зворотному трубопроводі теплової мережі, °С :

$$T_2^* = t_в + (\frac{T_{1.1} + T_2}{2} - t_в) \cdot (\frac{t_в - t_{n.c.o.n}}{t_в - t_n})^{0,8} + \frac{\theta}{2} \cdot (\frac{t_в - t_{n.c.o.n}}{t_в - t_n})$$

Середнє значення за опалювальний період, °С :

$$T_{1\ оп}^{сер} = \frac{\sum T_{1_i}^*}{7}$$

$$T_{2\ оп}^{сер} = \frac{\sum T_{2\,i}^{*}}{7}$$

Приймаємо опалювальний період: січень - квітень (опалювальний) та жовтень (опалювальний) - грудень.

Середнє значення за неопалювальний період, ℃ :

$$T_{1\ н.оп}^{сер} = \frac{\sum T_{1\,i}^{*}}{7}$$

$$T_{2\ н.оп}^{сер} = \frac{\sum T_{2\,i}^{*}}{7}$$

Приймаємо неопалювальний період: квітень (неопалювальний) - жовтень (неопалювальний).

Середнє значення за рік, ℃ :

$$T_{1}^{сер} = \frac{\sum T_{1\,i}^{*}}{14}$$

$$T_{2}^{сер} = \frac{\sum T_{2\,i}^{*}}{14}$$

Коефіцієнт перерахунку температури повітря до нормативного +5℃ :

$$a = \frac{T_1^* + T_2^* - 2t_a}{T_1^{сер} + T_2^{сер} - 2t_a^{сер}} \cdot \left(\frac{5}{t_a^{сер}}\right)^{0,25}$$

де, $t_a^{сер}$ - середнє значення температури зовнішнього повітря за рік [4].

Коефіцієнт перерахунку температури ґрунту до нормативного +5℃ :

$$b = \frac{T_1^* + T_2^* - 2t_b}{T_1^{сер} + T_2^{сер} - 2t_b^{сер}} \cdot \left(\frac{5}{t_b^{сер}}\right)^{0,25}$$

де, $t_b^{сер}$ - середнє значення температури грунту за рік (розраховується).

Аналогічно до попередніх розрахунків знаходження середніх значень температур в трубопроводах теплової мережі, знаходяться середні значення коефіцієнтів перерахунку $a_{оп}^{сер}$, $b_{оп}^{сер}$ та $a_{н.оп}^{сер}$, $b_{н.оп}^{сер}$, а , також, $a^{сер}$, $b^{сер}$.

Середнє значення температури зовнішнього повітря в опалювальний період та в цілому за рік є нормованими відповідно до [4], середні значення температур для ґрунту розраховуються.

2.1 Розрахунок теплових втрат

Річне теплове споживання на опалення, Гкал :

$$Q_o^{рік} = Q_o \cdot \frac{t_в - t_{n.c.o.n}}{t_в - t_n} \cdot n_o$$

Річне споживання на ГВП, Гкал:

$$Q_{гвп}^{рік} = \frac{Q_{гвп}}{2{,}4} \cdot n_o + \beta \cdot \frac{Q_{гвп}}{2{,}4} \cdot \frac{T_{гвп} - T_{хв.н.о.п}}{T_{гвп} - T_{хв.о.п}} \cdot n_{гвп}$$

Річне теплове споживання на вентиляцію, Гкал:

$$Q_в^{рік} = Q_в \cdot \frac{t_в - t_{n.c.o.n}}{t_в - t_n} \cdot \frac{n_o}{24} \cdot 16$$

Річне споживання теплової енергії, Гкал:

$$Q_р = Q_o^{рік} + Q_{гвп}^{рік} + Q_в^{рік}$$

Питомі розрахункові витрати тепла ізольованим трубопроводом, ккал/(м·год):

$$q_{р\,i} = q'_i \cdot \frac{1}{1{,}163} \cdot К_1 \cdot К_2 \cdot \beta \cdot \lambda_i$$

- якщо період роботи трубопроводу > 5000 год:

Щільність теплового потоку:

$$q'_1 = q_н \cdot \frac{T_1^{сер}}{T_1^{норм}}$$

$$q'_2 = q_н \cdot \frac{T_2^{сер}}{T_2^{норм}}$$

де,$q_н$ - нормоване значення щільністі теплового потоку, Вт/м ; $T_1^{норм}$, $T_2^{норм}$ - значення температур при яких розраховано щільність теплового потоку, ℃.

В залежності від типу прокладання трубопроводу:

Надземні - $\lambda = a^{сер}$.
Непрохідні - $\lambda = b^{сер}$.
Безканальні - $\lambda = b^{сер}$.
Тунелі - $\lambda = b^{сер}$.
Приміщення - $\lambda = 1$.

- якщо період роботи трубопроводу < 5000 год:

$$q_1' = q_н \cdot \frac{T_{1\ оп}^{сер}}{T_1^{норм}}$$

$$q_2' = q_н \cdot \frac{T_{2\ оп}^{сер}}{T_2^{норм}}$$

де,$q_н$ - нормоване значення щільності теплового потоку, Вт/м ; $T_1^{норм}$, $T_2^{норм}$ - значення температур при яких розраховано щільність теплового потоку, ℃.

В залежності від типу прокладання трубопроводу:

Надземні - $\lambda = a_{оп}^{сер}$.

Непрохідні - $\lambda = b_{оп}^{сер}$.

Безканальні - $\lambda = b_{оп}^{сер}$.

Тунелі - $\lambda = b_{оп}^{сер}$.

Приміщення - $\lambda = 1$.

Теплові втрати на ділянці, ккал/год:

$$\Delta Q_р^1 = q_р^1 \cdot L_1$$

$$\Delta Q_р^2 = q_р^2 \cdot L_2$$

Питомі розрахункові втрати тепла по T_1+T_2, ккал/(м·год):

$$q_р^{заг} = q_р^1 + q_р^2$$

Загальні теплові втрати на ділянці T_1+T_2, ккал/год:

$$\Delta Q_р^{заг} = \Delta Q_р^1 + \Delta Q_р^2$$

Літні теплові втрати на ділянці T_1+T_2, ккал/год:

$\Delta Q_л = \Delta Q_р^{заг}$, якщо період роботи трубопроводу > 5000 год

$\Delta Q_л = 0$, якщо період роботи трубопроводу < 5000 год

Розрахункове теплове навантаження на споживання, ,Гкал/год:

$$\sum Q = Q_о + Q_{гвп} + Q_в$$

Розрахункова загальна витрата теплоносія за годину, м³/год:

$$\sum G = G_о + G_{гвп}$$

На опалення, м³/год:

$$G_o = \frac{Q_o \cdot 10^3}{(T_1 - T_2) \cdot c \cdot \rho_1}$$

де с - питома теплоємність води, що дорівнює 1ккал/(кг·°С).

На ГВП, м³/год:

$$G_o = \frac{1{,}2 \cdot Q_{гвп} \cdot 10^3}{2{,}4 \cdot (T_1 - T_2) \cdot c \cdot \rho_1}$$

де с - питома теплоємність води, що дорівнює 1ккал/(кг·°С).

Розрахункові загальні річні теплові витрати на споживання,Гкал:

$$\sum Q^{рік} = Q_o^{рік} \cdot Q_{гвп}^{рік}$$

Розрахункова щільність теплоносія у трубопроводі Т1, т/м³:

$$\rho_1 = \frac{1003{,}1 - 0{,}003 \cdot (T_1)^2 - 0{,}1511 \cdot T_1}{10^3}$$

Розрахункова щільність теплоносія у трубопроводі Т2, т/м³:

$$\rho_2 = \frac{1003{,}1 - 0{,}003 \cdot (T_2)^2 - 0{,}1511 \cdot T_2}{10^3}$$

Розрахункова середня щільність теплоносія (Т1+Т2), т/м³:

$$\rho_{роз} = \frac{1003{,}1 - 0{,}003 \cdot (\frac{T_1^{сер} + T_2^{сер}}{2})^2 - 0{,}1511 \cdot \frac{T_1^{сер} + T_2^{сер}}{2}}{10^3}$$

Розрахункова щільність холодної води Тхв.о.п., т/м³:

$$\rho_3 = \frac{1003{,}1 - 0{,}003 \cdot (T_{хв.о.п})^2 - 0{,}1511 \cdot T_{хв.о.п}}{10^3}$$

Розрахункова щільність холодної води Тхв.н.о.п., т/м³:

$$\rho_4 = \frac{1003{,}1 - 0{,}003 \cdot (T_{хв.н.о.п})^2 - 0{,}1511 \cdot T_{хв.н.о.п}}{10^3}$$

2.2 Матеріальна характеристика

Ємність трубопровода, м³:

$$V = (L_1 + L_2) \cdot \pi \cdot \frac{(d^* \cdot 10^{-3})^2}{4}$$

де, d*- умовний діаметр трубопроводу, мм (додаток А табл.А4).

Матеріальна характеристика теплової мережі підземного прокладання, м^2:

$$c_п = d \cdot 10^{-3} \cdot (L_1 + L_2)$$

Матеріальна характеристика теплової мережі відкритого прокладання, м^2:

$$c_в = d \cdot 10^{-3} \cdot (L_1 + L_2)$$

Матеріальна характеристика теплової мережі, м^2:

$$c = \sum c_п + \sum c_в$$

Ємність теплової мережі у літній період, м^3:

$V_л = V$, якщо період роботи трубопроводу > 5000 год

$V_л = 0$, якщо період роботи трубопроводу < 5000 год

Співвідношення матеріальної характеристики теплової мережі(підземна/надземна, м^2:

$$y_1 = \frac{\sum c_п}{\sum(c_п + c_в)}$$

$$y_2 = \frac{\sum c_в}{\sum(c_п + c_в)}$$

Ємність теплової системи споживача, м^3:

$$V_c = (Q_о + Q_в) \cdot 19{,}5$$

Загальний об’єм трубопроводів, м^3:

$$v = V + V_c$$

Середньорічна ємність мережі , м^3:

$$V^{ср} = \frac{\sum v \cdot n_о + \sum V_л \cdot n_{гвп}}{n_{гвп} + n_о}$$

Опалювальний період (му.о.с), м^3/год:

$$j_{оп} = \frac{0{,}0025 \cdot \sum v \cdot n_о}{n_{гвп} + n_о}$$

Не опалювальний період (му.л.с), м^3/год:

$$j_{н.оп} = \frac{0{,}0025 \cdot \sum V_л \cdot n_{гвп}}{n_{гвп} + n_о}$$

Сезонні нормативні витоки теплоносія (му.рік), м³/год:

$$j = j_{оп} + j_{н.оп}$$

Нормативні значення річних експлуатаційних теплових втрат, обумовлених витоком теплоносія, Гкал:

$$f = j \cdot \rho_{роз} \cdot 10^{-3} \cdot (n_{гвп} + n_o)(0{,}75 \cdot T_1^{сер} + 0{,}25 \cdot T_2^{сер} - T_{хв.н.о.п})$$

2.3 Підсумковий розрахунок теплових втрат

Середньогодинні питомі теплові втрати тепловою мережею через охолодження за місяць, Гкал/год:

$$\Delta Q_м = \sum \Delta Q_p^{заг} \cdot (a_i \cdot y_1 + b_i \cdot y_2) \cdot k \cdot 10^{-6} + \sum \Delta Q_л \cdot (a_i \cdot y_1 + b_i \cdot y_2) \cdot z \cdot 10^{-6}$$

Значення коефіцієнтів k,z враховують час функціонування теплової мережі за період опалювальний/неопалювальний.

Місяць	**k**	**z**
Жовтень(опалювальний)-Квітень (опалювальний)	1	0
Квітень -Жовтень	0	1

Втрати тепла з нормативним витіканням 0,25%, Гкал/год:

$$\Delta Q_{н.в} = 0{,}5 \cdot c \cdot 0{,}0025 \cdot (\sum v \cdot \frac{1}{n_o} \cdot \rho_з \cdot k \cdot (T_1^* + T_2^* - 2 \cdot T_{хв.о.п}) + \sum V_л \cdot \frac{1}{n_{гвп}}$$

$$\cdot \rho_4 \cdot z \cdot (T_1^* + T_2^* - 2 \cdot T_{хв.н.о.п})) \cdot 10^{-3}$$

Теплові втрати мережі в цілому за місяць, Гкал:

$$Q_{втр} = n_м^* \cdot \Delta Q_м + n_м^* \cdot \Delta Q_{н.в}$$

Кількість відпущеної теплової енергії за місяць, Гкал:

$$Q_{від} = \frac{\sum Q_p \cdot n_м^*}{n_{заг}} + Q_{втр}$$

Співвідношення теплових втрат та відпускання теплової енергії, %:

$$\eta = \frac{Q_{втр}}{Q_{від}} \cdot 100\%$$

Таблиця 2.3.1 - Результати розрахунків

Місяць	Середньогодинні питомі, за місяць теплові втрати тепловою мережею в цілому, Гкал/год		Час функціонування, год	Теплові втрати мережі за місяць, Гкал		Теплові втрати мережі в цілому за місяць, Гкал	Кількість відпущеної теплової енергії, Гкал
	Через охолодження	Втрати тепла з нормативним витіканням 2,5%		Через охолодження	Втрати тепла з нормативним витіканням 2,5%		
	$\Delta Q_м$	$\Delta Q_{н.в}$	$n^*_м$	$n^*_м \cdot \Delta Q_м$	$n^*_м \cdot \Delta Q_{н.в}$	$Q_{втр}$	$Q_{від}$
....							
За рік			$n_{заг}$				

3 РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВИХ ВТРАТ ЗА ДОПОМОГОЮ АЛГОРИТМУ

Таблиця 3.1 - Вихідні дані для розрахунку теплових втрат по окремих ділянках

№	Назва ділянки	Зовнішній діаметр	Довжина ділянки	Рік прокладання	Тип прокладання	Період роботи	Вид ізоляції	Годинне теплове навантаження на опалення	Годинне теплове навантаження на ГВП	Годинне теплове навантаження на вентиляцію
		d_1, мм	L_1, мм					Q_o, Гкал/год	$Q_{гвп}$, Гкал/год	$Q_в$, Гкал/год
1	Магістраль ТК1- ТАЗ	325	15	1988	Непро-хідні	>5000 год	Звич	1,651	0,699	0
2	Магістраль ТАЗ -ТП	159	20	1988	Непро-хідні	>5000 год	Звич	0,558	0,367	
3	Споживач ТП- Гурт 1	108	12	1988	Непро-хідні	<5000 год	Звич	0,123	0	

Таблиця 3.2 - Загальні дані системи теплопостачання

Розрахункова температура в подавальному трубопроводі ,°С	T_1	110
Розрахункова температура в подавальному трубопроводі системи опалення споживання,°С	$T_{1.1}$	95
Розрахункова температура в зворотньому трубопроводі,°С	T_2	70
Розрахункова різниця температур теплоносія ,°С	ΔT	40
Розрахункова різниця температур теплоносія на споживання,°С	Θ	25
Температура в подавальному трубопроводі у неопалювальний період, для отримання ГВС (при 2-х трубній системі) ,°С	$T_{1л.п.}$	60
Розрахункова температура в зворотньому трубопроводі для неопалювального періоду	$T_{2л.п.}$	35
ΔT, неопалювального періоду, для отримання ГВС (при 2-х трубній системі) ,°С	$\Delta T_{л.п.}$	25

Продовження таблиці 3.2

Розрахункова температура внутрішнього повітря,°С	$t_в$	18
Розрахункова температура холодної води в опалювальний період,°С	$T_{хв.о.п}$	5
Розрахункова температура холодної води в неопалювальний період,°С	$T_{хв.н.о.п}$	15
Розрахункова температура холодної води осереднена за рік,°С	$T_{хв\ р}$	9,66
Розрахункова температура гарячої води ,°С	$T_{гвп}$	50
Середня глибина прокладання трубопроводів T_1, T_2, м	$H_{тр}$	1,6
Кількість годин опалювального періоду , год [4]	$n_о$	4680
Кількість годин неопалювального періоду , год	$n_{гвп}$	4080
Розрахункова температура зовнішнього повітря для опалення,°С	$t_п$	-24
Розрахункова температура зовнішнього повітря для вентиляції, °С	$t_{п.в}$	-12
Розрахункова температура зовнішнього повітря за опалювальний період з середньою < 8, °С [4]	$t_{п.с.о.п}$	-2,5
Розрахункова температура внутрішнього повітря,°С	$t_в$	18
Розрахункова температура холодної води в опалювальний період,°С	$T_{хв.о.п}$	5

Таблиця 3.3 - таблиця коефіцієнтів та значень , необхідних для визначення теплових втрат на ділянках

№	K_1	K_2	β	λ	$q_{н1}$	$q_{н2}$
1	1	1,7	1,2	0,84	50	33
2	1	1,7	0,85	0,84	49	24
3	1	1,7	1,2	0,99	33	22

3.1 Розрахунок теплових втрат окремо на кожній ділянці

Для прикладу розглянемо розрахунки для першого місяця.

Значення температури теплоносія в подавальному трубопроводі теплової мережі,℃ :

$$T_1^* = 18 + (\frac{95+70}{2} - 18)(\frac{18-(-7{,}9)}{18-(-24)})^{0{,}8} + \left(40 - \frac{25}{2}\right)\left(\frac{18-(-7{,}9)}{18-(-24)}\right) = 78{,}91℃$$

Значення температури теплоносія в зворотному трубопроводі теплової мережі,℃ :

$$T_2^* = 18 + (\frac{95+70}{2} - 18)(\frac{18-(-7{,}9)}{18-(-24)})^{0{,}8} - \frac{25}{2}\left(\frac{18-(-7{,}9)}{18-(-24)}\right) = 54{,}1\ ℃$$

Коефіцієнт перерахунку температури зовнішньої повітря до нормативного +5℃ :

$$a = \frac{78{,}91 + 54{,}1 - 2\cdot(-7{,}9)}{64{,}38 + 41{,}36 - 2\cdot 6} \cdot (\frac{5}{6})^{0{,}25} = 1{,}52$$

Коефіцієнт перерахунку температури ґрунту до нормативного +5℃ :

$$b = \frac{78{,}91 + 54{,}1 - 2\cdot 4{,}1}{64{,}38 + 41{,}36 - 2\cdot 10{,}26} \cdot (\frac{5}{10{,}26})^{0{,}25} = 1{,}22$$

Для визначення середнього значення коефіцієнта перерахунку температури зовнішнього повітря в опалювальний період скористаємося нормованим середнім значенням температури зовнішнього повітря в опалювальний період відповідно до [4]:

$$a_{\text{оп}}^{\text{сер}} = \frac{68{,}76 + 46{,}93 - 2\cdot(-2{,}5)}{64{,}38 + 41{,}36 - 2\cdot 6} \cdot (\frac{5}{6})^{0{,}25} = 1{,}22$$

$$b_{\text{оп}}^{\text{сер}} = \frac{68{,}76 + 46{,}93 - 2\cdot 7{,}24}{64{,}38 + 41{,}36 - 2\cdot 10{,}26} \cdot (\frac{5}{10{,}26})^{0{,}25} = 0{,}99$$

Аналогічно до попередніх розрахунків, визначимо середнього значення коефіцієнта перерахунку температури зовнішнього повітря за рік з використанням нормованим середнім значенням температури зовнішнього повітря за рік відповідно до [4]

$$a^{\text{сер}} = \frac{64{,}38 + 41{,}36 - 2\cdot 6}{64{,}38 + 41{,}36 - 2\cdot 6} \cdot (\frac{5}{6})^{0{,}25} = 0{,}96$$

$$b^{\text{сер}} = \frac{64{,}38 + 41{,}36 - 2 \cdot 10{,}26}{64{,}38 + 41{,}36 - 2 \cdot 10{,}26} \cdot \left(\frac{5}{10{,}26}\right)^{0{,}25} = 0{,}84$$

Результати розрахунків та нормативні значення температур запишемо у вигляді таблиці, для кращої наглядності.

Таблиця 3.1.1 - таблиця нормативних значень температури повітря, ґрунту та дійсних температур теплоносія

Місяць	Значення температури, усереднене за 5 років, °С		Коеф. перерахунку температури повітря до нормативного +5°С	Коеф. перерахунку температури ґрунту до нормативного +5°С	Значення температури теплоносія в трубопроводах, °С	
	зовнішнього повітря осереднена	ґрунту на середній глибині закладання			подаючий	зворотній
	t_a	t_b	a	b	T_1^*	T_2^*
Січень	-7,9	4,1	1,52	1,22	78,91	54,1
Лютий	-7,6	4,4	1,5	1,21	78,17	59,79
Березень	-2,4	3,4	1,23	1,07	67,55	48,12
Квітень	6,4	4,9	0,86	0,86	60	37,59
Травень	14	8,6	0,68	0,76	60	35
Червень	17,6	12,5	0,61	0,69	60	35
Липень	19,3	15,9	0,57	0,62	60	35
Серпень	18,4	17,6	0,59	0,59	60	35
Вересень	12,9	17,4	0,7	0,59	60	35
Жовтень	6,4	14,8	0,86	0,67	60	37,59
Листопад	-0,2	11,2	1,11	0,84	62,95	45,62
Грудень	-5,4	8	1,22	1,07	73,72	51,43
Середнє значення за опал. період $i_{\text{оп}}^{\text{сер}}$	-2,5	7,24	1,21	0,99	68,76	46,93
Середнє значення за неопал. період $i_{\text{н.оп}}^{\text{сер}}$	15,45	13,7	0,7	0,71	60	35,74
Середнє значення за рік $i^{\text{сер}}$	6	10,26	0,96	0,84	64,38	41,38

3.1.1 Розрахунок теплових втрат для першої ділянки ТК1- ТАЗ

Річне теплове споживання на опалення, Гкал :

$$Q_o^{рік} = 1{,}651 \cdot \frac{18-(-2{,}5)}{18-(-24)} \cdot 4680 = 3771{,}36 \text{ Гкал}$$

Річне споживання на ГВП, Гкал:

$$Q_{гвп}^{рік} = \frac{0{,}698}{2{,}4} \cdot 4680 + 1{,}2 \cdot \frac{0{,}698}{2{,}4} \cdot \frac{50-15}{50-5} \cdot 4080 = 2472{,}13 \text{ Гкал}$$

Річне споживання теплової енергії, Гкал:

$$Q_р = 3771{,}36 + 2472{,}13 = 6243{,}49 \text{ Гкал}$$

Питомі розрахункові втрати тепла ізольованим трубопроводом, ккал/(м·год):

$$q_{р1} = 50 \cdot \frac{64{,}38}{65} \cdot \frac{1}{1{,}163} \cdot 1 \cdot 1{,}7 \cdot 1{,}2 \cdot 0{,}84 = 72{,}97 \text{ ккал}/(\text{м} \cdot \text{год})$$

$$q_{р2} = 33 \cdot \frac{41{,}36}{50} \cdot \frac{1}{1{,}163} \cdot 1 \cdot 1{,}7 \cdot 1{,}2 \cdot 0{,}84 = 40{,}22 \text{ ккал}/(\text{м} \cdot \text{год})$$

Теплові втрати на ділянці, ккал/год:

$$\Delta Q_р^1 = 72{,}97 \cdot 15 = 1094{,}55 \text{ ккал/год}$$

$$\Delta Q_р^2 = 40{,}22 \cdot 15 = 603{,}13 \text{ ккал/год}$$

Питомі розрахункові втрати тепла по T_1+T_2, ккал/(м·год):

$$q_р^{заг} = 72{,}97 + 40{,}22 = 113{,}19 \text{ ккал}/(\text{м} \cdot \text{год}$$

Загальні теплові втрати на ділянці T_1+T_2, ккал/год:

$$\Delta Q_р^{заг} = 1094{,}55 + 603{,}13 = 1697{,}85 \text{ ккал/год}$$

Літні теплові втрати на ділянці T_1+T_2, ккал/год:

$$\Delta Q_л = \Delta Q_р^{заг} = 1697{,}85 \text{ ккал/год}$$

Розрахункове теплове навантаження на споживання, ,Гкал/год:

$$\sum Q = 1{,}651 + 0{,}699 = 2{,}35 \text{ Гкал/год}$$

Розрахункова щільність теплоносія у трубопроводі Т1, т/м³:

$$\rho_1 = \frac{1003{,}1 - 0{,}003 \cdot (110)^2 - 0{,}1511 \cdot 110}{10^3} = 0{,}950 \text{ т/м}^3$$

Розрахункова щільність теплоносія у трубопроводі Т2, т/м³:

$$\rho_2 = \frac{1003{,}1 - 0{,}003 \cdot (70)^2 - 0{,}1511 \cdot 70}{10^3} = 0{,}978 \text{ т/м}^3$$

Розрахункова середня щільність теплоносія (Т1+Т2), т/м³:

$$\rho_{роз} = \frac{1003{,}1 - 0{,}003 \cdot (\frac{64{,}38 + 41{,}36}{2})^2 - 0{,}1511 \cdot \frac{64{,}38 + 41{,}36}{2}}{10^3}$$

$$= 0{,}986 \text{ т/м}^3$$

Розрахункова щільність холодної води Тхв.о.п., т/м³:

$$\rho_3 = \frac{1003{,}1 - 0{,}003 \cdot (5)^2 - 0{,}1511 \cdot 5}{10^3} = 1{,}0 \text{ т/м}^3$$

Розрахункова щільність холодної води Тхв.н.о.п., т/м³:

$$\rho_4 = \frac{1003{,}1 - 0{,}003 \cdot (15)^2 - 0{,}1511 \cdot 15}{10^3} = 1{,}0 \text{ т/м}^3$$

Витрата теплоносія на опалення, м³/год:

$$G_o = \frac{1{,}651 \cdot 10^3}{(110 - 70) \cdot 1 \cdot 0{,}95} = 43{,}45 \text{ м}^3/\text{год}$$

Витрата теплоносія на ГВП, м³/год:

$$G_{гвп} = \frac{1{,}2 \cdot 0{,}699 \cdot 10^3}{2{,}4 \cdot (110 - 70) \cdot 1 \cdot 0{,}95} = 9{,}2 \text{ м}^3/\text{год}$$

Розрахункова загальна витрата теплоносія за годину, м³/год:

$$\sum G = 43{,}45 + 9{,}2 = 52{,}65 \text{ м}^3/\text{год}$$

Ємність трубопровода, м³:

$$V = 15 \cdot 2 \cdot 3{,}14 \cdot \frac{(300 \cdot 10^{-3})^2}{4} = 2{,}12 \text{ м}^3$$

Ємність теплової мережі у літній період, м³:

$$V_л = V$$

Загальний об'єм трубопроводів, м³:

$$v = V = 2{,}12 \text{ м}^3$$

Матеріальна характеристика теплової мережі підземного прокладання, м^2:

$$c_п = 325 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 15 = 9{,}75 \text{ м}^3$$

3.1.2 Розрахунок теплових втрат для другої ділянки ТАЗ - ТП:

Річне теплове споживання на опалення, Гкал :

$$Q_o^{рік} = 0{,}558 \cdot \frac{18 - (-2{,}5)}{18 - (-24)} \cdot 4680 = 1274{,}63 \text{ Гкал}$$

Річне споживання на ГВП, Гкал:

$$Q_{гвп}^{рік} = \frac{0{,}367}{2{,}4} \cdot 4680 + 0{,}85 \cdot \frac{0{,}367}{2{,}4} \cdot \frac{50 - 15}{50 - 5} \cdot 4080 = 1128{,}12 \text{ Гкал}$$

Річне споживання теплової енергії, Гкал:

$$Q_р = 1274{,}63 + 1128{,}12 = 2402{,}75 \text{ Гкал}$$

Питомі розрахункові втрати тепла ізольованим трубопроводом, ккал/(м·год):

$$q_{р1} = 49 \cdot \frac{64{,}38}{100} \cdot \frac{1}{1{,}163} \cdot 1 \cdot 1{,}7 \cdot 0{,}85 \cdot 0{,}84 = 32{,}92 \text{ ккал}/(\text{м} \cdot \text{год})$$

$$q_{р2} = 24 \cdot \frac{41{,}36}{50} \cdot \frac{1}{1{,}163} \cdot 1 \cdot 1{,}7 \cdot 0{,}85 \cdot 0{,}84 = 20{,}72 \text{ ккал}/(\text{м} \cdot \text{год})$$

Теплові втрати на ділянці, ккал/год:

$$\Delta Q_р^1 = 32{,}92 \cdot 20 = 658{,}4 \text{ ккал/год}$$

$$\Delta Q_р^2 = 20{,}72 \cdot 20 = 414{,}4 \text{ ккал/год}$$

Питомі розрахункові втрати тепла по T_1+T_2, ккал/(м·год) :

$$q_р^{заг} = 32{,}92 + 20{,}72 = 53{,}64 \text{ ккал}/(\text{м} \cdot \text{год}$$

Загальні теплові втрати на ділянці T_1+T_2, ккал/год :

$$\Delta Q_p^{заг} = 658{,}4 + 414{,}4 = 1072{,}8 \text{ ккал/год}$$

Літні теплові втрати на ділянці T_1+T_2, ккал/год:

$$\Delta Q_л = \Delta Q_p^{заг} = 1072{,}8 \text{ ккал/год}$$

Розрахункове теплове навантаження на споживання, ,Гкал/год:

$$\sum Q = 0{,}558 + 0{,}367 = 0{,}925 \text{ Гкал/год}$$

Витрата теплоносія на опалення, м³/год:

$$G_o = \frac{0{,}558 \cdot 10^3}{(110 - 70) \cdot 1 \cdot 0{,}95} = 14{,}68 \text{ м}^3\text{/год}$$

Витрата теплоносія на ГВП, м³/год:

$$G_{гвп} = \frac{1{,}2 \cdot 0{,}367 \cdot 10^3}{2{,}4 \cdot (110 - 70) \cdot 1 \cdot 0{,}95} = 4{,}83 \text{ м}^3\text{/год}$$

Розрахункова загальна витрата теплоносія за годину, м³/год:

$$\sum G = 14{,}68 + 4{,}83 = 19{,}51 \text{ м}^3\text{/год}$$

Ємність трубопровода, м³:

$$V = 20 \cdot 2 \cdot 3{,}14 \cdot \frac{(150 \cdot 10^{-3})^2}{4} = 0{,}707 \text{м}^3$$

Ємність теплової мережі у літній період, м³:

$$V_л = V$$

Загальний об’єм трубопроводів, м³:

$$v = V = 0{,}707 \text{ м}^3$$

Матеріальна характеристика теплової мережі підземного прокладання, м^2:

$$c_п = 159 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 20 = 6{,}36 \text{ м}^3$$

3.1.3 Розрахунок теплових втрат для третьої ділянки ТП - Гурт 1 :

Річне теплове споживання на опалення, Гкал :

$$Q_o^{рік} = 0{,}123 \cdot \frac{18-(-2{,}5)}{18-(-24)} \cdot 4680 = 280{,}97 \text{ Гкал}$$

Річне споживання теплової енергії, Гкал:

$$Q_р = 280{,}97 \text{ Гкал}$$

Питомі розрахункові втрати тепла ізольованим трубопроводом, ккал/(м·год):

$$q_{р1} = 33 \cdot \frac{68{,}76}{65} \cdot \frac{1}{1{,}163} \cdot 1 \cdot 1{,}7 \cdot 1{,}2 \cdot 0{,}99 = 60{,}62 \text{ ккал}/(\text{м} \cdot \text{год})$$

$$q_{р2} = 22 \cdot \frac{46{,}93}{50} \cdot \frac{1}{1{,}163} \cdot 1 \cdot 1{,}7 \cdot 1{,}2 \cdot 0{,}99 = 35{,}86 \text{ ккал}/(\text{м} \cdot \text{год})$$

Теплові втрати на ділянці, ккал/год:

$$\Delta Q_р^1 = 60{,}62 \cdot 12 = 727{,}44 \text{ ккал/год}$$

$$\Delta Q_р^2 = 35{,}86 \cdot 12 = 430{,}32 \text{ ккал/год}$$

Питомі розрахункові втрати тепла по T_1+T_2, ккал/(м·год):

$$q_р^{заг} = 60{,}60 + 35{,}86 = 94{,}53 \text{ ккал}/(\text{м} \cdot \text{год})$$

Загальні теплові втрати на ділянці T_1+T_2, ккал/год:

$$\Delta Q_р^{заг} = 712{,}8 + 421{,}56 = 1134{,}36 \text{ ккал/год}$$

Літні теплові втрати на ділянці T_1+T_2, ккал/год:

$$\Delta Q_л = 0$$

Розрахункове теплове навантаження на споживання, ,Гкал/год:

$$\sum Q = 0{,}123 \text{ Гкал/год}$$

Витрата теплоносія на опалення, м³/год:

$$G_o = \frac{0{,}123 \cdot 10^3}{(110-70) \cdot 1 \cdot 0{,}95} = 3{,}24 \text{ м}^3/\text{год}$$

Розрахункова загальна витрата теплоносія за годину, м³/год:

$$\sum G = 3{,}24 \text{ м}^3/\text{год}$$

Ємність трубопровода, м³:

$$V = 12 \cdot 2 \cdot 3{,}14 \cdot \frac{(100 \cdot 10^{-3})^2}{4} = 0{,}1884 \text{ м}^3$$

Ємність теплової мережі у літній період, м³:

$$V_л = 0$$

Ємність теплової системи споживача, м³:

$$V_с = 0{,}123 \cdot 19{,}5 = 2{,}399 \text{ м}^3$$

Загальний об'єм трубопроводів, м³:

$$v = 0{,}1884 + 2{,}399 = 2{,}59 \text{ м}^3$$

Матеріальна характеристика теплової мережі підземного прокладання, м^2:

$$c_п = 108 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 12 = 2{,}59 \text{ м}^3$$

3.2 Матеріальна характеристика трубопроводу

Співвідношення матеріальної характеристики теплової мережі підземна/надземна, м^2:

$$y_1 = \frac{9{,}75 + 6{,}36 + 2{,}59}{9{,}75 + 6{,}36 + 2{,}59 + 0} = 1$$

$$y_2 = \frac{0}{9{,}75 + 6{,}36 + 2{,}59} = 0$$

Загальна ємність теплової мережі, , м³:

$$\sum v = 2{,}12 + 0{,}71 + 2{,}59 = 5{,}42 \text{ м}^3$$

Загальна ємність теплової мережі у літній період, , м³:

$$\sum V_л = 2{,}12 + 0{,}71 = 2{,}83 \text{ м}^3$$

Середньорічна ємність мережі , м³:

$$V^{ср} = \frac{5{,}42 \cdot 4680 + 2{,}83 \cdot 4080}{8760} = 4{,}21 \text{ м}^3$$

Опалювальний період (му.о.с), м³/год:

$$j_{оп} = \frac{5{,}42 \cdot 4680 \cdot 0{,}0025}{8760} = 0{,}007 \text{ м}^3/\text{год}$$

Не опалювальний період (му.л.с), м³/год:

$$j_{н.оп} = \frac{0{,}0025 \cdot 2{,}83 \cdot 4080}{8760} = 0{,}003 \text{ м}^3/\text{год}$$

Сезонні нормативні витоки теплоносія (му.рік), м³/год:

$$j = 0{,}007 + 0{,}003 = 0{,}01 \text{ м}^3/\text{год}$$

3.3 Підсумковий розрахунок теплових втрат

Підсумковий розрахунок теплових втрат розраховується з урахуванням втрат крізь ізоляційні конструкції трубопроводів та через нормативні витікання за рік та кожний місяць функціонування.

Для прикладу розглянемо розрахунок теплових втрат для першого місяця - січня.

Сума загальних втрат на ділянках з урахуванням подавальних та зворотних трубопроводів:

$$\sum \Delta Q_{р}^{заг} = 1697{,}85 + 1072{,}8 + 1157{,}76 = 3928{,}41 \text{ ккал/год}$$

Сума літніх втрат на ділянках з урахуванням подавальних та зворотних трубопроводів:

$$\sum \Delta Q_{л} = 1697{,}85 + 1072{,}8 = 2770{,}8 \text{ ккал/год}$$

Оскільки, перший місяць є опалювальним , то коефіцієнти k,z мають значення:

Місяць	**k**	**z**
Січень	1	0

Середньогодинні питомі теплові втрати тепловою мережею через охолодження за місяць, Гкал/год:

$$\Delta Q_{м} = 3928{,}41 \cdot (1{,}52 \cdot 1 + 1{,}22 \cdot 0) \cdot 1 \cdot 10^{-6} + 2770{,}65 \cdot \ 0 \cdot 10^{-6} x \cdot x\,(1{,}52 \cdot 1 + 1{,}22 \cdot 0) = 0{,}006$$

Втрати тепла з нормативним витіканням 0,25%, Гкал/год:

$$\Delta Q_{н.в} = 0{,}5 \cdot 1 \cdot 0{,}0025 \cdot \left(5{,}42 \cdot \frac{1}{4680} \cdot 1 \cdot (78{,}91 + 54{,}1 - 2 \cdot 5) \cdot 1 + 2{,}83 \cdot \frac{1}{4080} \cdot 1 \cdot (78{,}91 + 54{,}1 - 2 \cdot 15) \cdot 0\right) \cdot 10^{-3} = 0{,}000000178$$

Теплові втрати мережі в цілому за місяць, Гкал:

$$Q_{втр} = 744 * (0{,}006 + 0{,}000000178) = 4{,}464$$

Таблиця 3.3.1 - Результати підсумкового розрахунку тепловтрат

Місяць	Середньогодинні питомі теплові втрати тепловою мережею, Гкал/год		Час функціонування, год	Теплові втрати мережі за місяць, Гкал		Теплові втрати мережі в цілому за місяць, Гкал	Кількість відпущеної теплової енергії, Гкал
	Через охолодження	Втрати тепла з нормативним витіканням 0,25%		Через охолодження	Втрати тепла з нормативним витіканням 0,255%		
	$\Delta\mathbf{Q}_{м}$	$\Delta\mathbf{Q}_{н.в}$	$\mathbf{n}^{*}_{м}$	$\mathbf{n}^{*}_{м} \cdot \Delta\mathbf{Q}_{м}$	$\mathbf{n}^{*}_{м} \cdot \Delta\mathbf{Q}_{н.в}$	$\mathbf{Q}_{втр}$	$\mathbf{Q}_{від}$
Січень	0,006	0,000000178	744	4,4640	0,0001324	4,464	534,433
Лютий	0,0059	0,000000177	672	3,9648	0,0001189	3,965	482,917
Березень	0,0048	0,000000153	744	3,5712	0,0001138	3,571	533,84
Квітень (опал.)	0,0034	0,000000127	432	1,4688	0,0000549	1,469	309,367
Квітень	0,0024	0,000000056	288	0,6912	0,0000161	0,691	205,956
Травень	0,0019	0,000000056	744	1,4136	0,0000417	1,414	531,683
Червень	0,0017	0,000000056	720	1,2240	0,0000403	1,224	514,386
Липень	0,0016	0,000000056	744	1,1904	0,0000417	1,190	531,459
Серпень	0,0016	0,000000056	744	1,1904	0,0000417	1,190	531,459
Вересень	0,0019	0,000000056	720	1,3680	0,0000403	1,368	514,531
Жовтень	0,0024	0,000000056	120	0,2880	0,0000067	0,288	85,815
Жовтень (опал.)	0,0034	0,000000127	624	2,1216	0,0000792	2,122	446,864
Листопад	0,0044	0,000000143	720	3,1680	0,0001030	3,168	516,332
Грудень	0,0048	0,000000167	744	3,5712	0,0001242	3,571	533,840
За рік	0,0462	0,000001464	8760	29,695	0,0009550	29,696	6272,89

Кількість відпущеної теплової енергії за місяць, Гкал:

$$Q_{від} = \frac{6243{,}49 \cdot 744}{8760} + 4{,}464 = 762{,}665$$

Співвідношення теплових втрат та відпускання теплової енергії, %:

$$\eta = \frac{29{,}696}{6272{,}89} \cdot 100\% = 0{,}47\%$$

Для більшої точності приведемо результати підсумкового розрахунку тепловтрат розроблених за допомогою програми, створеної за даним алгоритмом.

Рисунок 3.3.1 - результати підсумкового розрахунку тепловтрат розроблених за допомогою програми

Місяць	Середньогодинні питомі теплові втрати тепловою мережею через охолодження	Середньогодинні питомі теплові втрати тепла з нормативним витіканням 0,25%	Час функціонування, годин.	Теплові втрати мережі за місяць через охолодження	Теплові втрати мережі за місяць Втрати тепла з нормативним витіканням 0,25%	Теплові втрати мережі в цілому за місяць	К-сть відпущеної теплової енергії
	Гкал/год	Гкал/год	год	Гкал	Гкал	Гкал	Гкал
Січень	0,006732	1,63E-07	744	5,008575	0,000121	5,008696	535,277
Лютий	0,006663	1,61E-07	672	4,477622	0,000108	4,477731	483,431
Березень	0,005455	1,4E-07	744	4,058673	0,000104	4,058777	534,327
Квітень (опалювальний)	0,003839	1,16E-07	432	1,658557	5,01E-05	1,658607	309,557
Квітень	0,003839	1,02E-07	288	1,105704	2,95E-05	1,105734	206,371
Травень	0,003034	9,85E-08	744	2,257095	7,33E-05	2,257168	532,526
Червень	0,002708	9,85E-08	720	1,949556	7,09E-05	1,949627	515,113
Липень	0,002554	9,85E-08	744	1,900002	7,33E-05	1,900076	532,169
Серпень	0,002635	9,85E-08	744	1,960641	7,33E-05	1,960714	532,230
Вересень	0,003133	9,85E-08	720	2,256008	7,09E-05	2,256079	515,420
Жовтень	0,003839	1,02E-07	120	0,46071	1,23E-05	0,460722	85,988
Жовтень (опалювальний)	0,003839	1,16E-07	624	2,395693	7,24E-05	2,395765	447,137
Листопад	0,004934	1,31E-07	720	3,552775	9,4E-05	3,552869	516,716
Грудень	0,006156	1,52E-07	744	4,579819	0,000113	4,579933	534,849
За рік	0,059361	1,68E-06	8760	37,62143	0,001067	37,6225	6281,11

Співвідношення теплових втрат та відпускання теплової енергії, %:

$$\eta = \frac{37{,}6225}{6281{,}11} \cdot 100\% = 0{,}6\%$$

4 ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

4.1 Основні заходи з енергозбереження під час виробництва теплової енергії

До основних заходів відносяться:

- використання тепла викидних газів котлів (встановлення економайзерів);
- впровадження попереднього підігріву палива;
- використання модернізованих пальникових пристроїв;
- попередній підігрів повітря;
- газифікація вугілля;
- ремонт футерівок та ізоляції котлів;
- підвищення коефіцієнта корисної дії котельних агрегатів;
- впровадження ефективного паливного обладнання та ремонт існуючого;
- зменшення втрат тепла на власні потреби котельні;
- раціональне завантаження робочого об’єму.

4.2 Основні заходи з енергозбереження під час теплопостачання

Зменшення втрат у теплових мережах можливо за рахунок:

- заміни трубопроводів теплової мережі на попередньо ізольовані трубопроводи;
- виборі оптимальних діаметрів трубопроводів теплотрас;
- демонтажу надлишкових трубопроводів;
- своєчасного ремонту трубопроводів теплової мережі та техніки;
- ліквідації несанкціонованого водозбору із системи водопостачання;
- скорочення часу на виявлення, локалізацію та ліквідацію витоків теплоносія та місць підтоплення теплових мереж;
- забезпечення надійної роботи запірної арматури на виході з джерела, на розгалуженнях теплової мережі, в теплових пунктах та у споживача;
- забезпечення роботи дренажної системи теплових мереж;

- зменшення відпуску теплової енергії в неробочі дні та у нічний час (для громадських та виробничих приміщень);
- налагодження гідравлічного режиму теплових мереж та постійний контроль за розрахунковими перепадами тисків теплоносія на вході та виході із джерела теплової енергії, із теплового пункту та перед споживачем;
- заміщення чотиритрубної системи теплопостачання на двотрубну з використанням сучасних пластинчатих бойлерів;
- відновлення процесів регулювання витрати, тиску та температури в теплових пунктах;
- впровадження трубопроводів із внутрішнім емальованим покриттям для систем гарячого водопостачання.

4.3 Основні заходи з енергозбереження на етапі споживання

Зменшення втрат можливо за рахунок:

- скорочення витрат тепла виробничими будинками, спорудами;
- підвищення теплозахисних властивостей конструкцій будівель;
- автоматизація системи опалення, ГВП;
- встановлення приладів обліку та контролю тепло споживання;
- встановлення зарадіаторних екранів утеплення горищ, підвалів, вікон, дверей та стін будівель;
- встановлення термостатичного вентиля на радіатори;
- ремонт та налагодження системи опалення приміщень на розрахункову температуру.

5 НАВЧАННЯ ПРАЦІВНИКІВ БЕЗПЕЧНИХ СПОСОБІВ ПРАЦІ. ЗМІСТ ТА ВИДИ ІНСТРУКТАЖ, ХТО І КОЛИ ЇХ ПРОВОДИТЬ

Згідно з Законом України "Про охорону праці" [7] Державним комітетом України було затверджено "Типове положення про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці". Відповідно до цього документу [8] всі працівники під час прийняття на роботу і в процесі роботи проходять на підприємстві інструктажі та навчання з питань охорони праці, надання домедичної допомоги потерпілим від нещасних випадків, а також правил поведінки та дій у разі виникнення аварійних ситуацій, пожеж і стихійних лих.

Навчання працівників правилам безпеки праці запроваджується в усіх підприємствах, установах, незалежно від характеру і ступеня небезпеки виробництва.

На підприємствах на основі Типового положення, з урахуванням специфіки виробництва та вимог нормативно-правових актів з охорони праці, розробляються і затверджуються відповідні положення підприємств про навчання з питань охорони праці, а також формуються плани-графіки проведення навчання та перевірки знань з питань охорони праці, які мають бути оприлюднені роботодавцем.

Навчання з питань охорони праці може проводитись як традиційними методами, так і з використанням сучасних видів навчання - модульного, дистанційного тощо, а також з використанням технічних засобів навчання: аудіовізуальних, комп'ютерних, навчально-контрольних систем, комп'ютерних тренажерів.

Інструктаж з охорони праці — один із найбільш ефективних видів навчання з питань безпечного виконання робіт.

За характером і часом проведення інструктажі з питань охорони праці поділяються на:

- вступний;
- первинний;
- повторний;
- позаплановий;
- цільовий.

5.1 Вступний інструктаж

Метою вступного інструктажу є роз'яснення значення виробничої трудової дисципліни, ознайомлення з характером майбутньої роботи, загальними умовами, з вимогами безпеки: ознайомлення з основними положеннями законодавства про працю, правилами внутрішнього трудового розпорядку, основними правилами електробезпеки [9].

Вступний інструктаж проводиться [8]:

— з усіма працівниками, яких приймають на постійну або тимчасову роботу, незалежно від освіти, стажу роботи та посади;

— з працівниками інших організацій, які прибули на підприємство і беруть безпосередню участь у виробничому процесі або виконують інші роботи для підприємства;

— з учнями та студентами, які прибули на підприємство для проходження виробничої практики;

— у разі екскурсії на підприємство;

— з усіма вихованцями, учнями, студентами та іншими особами, які навчаються в середніх, позашкільних, професійно-технічних, вищих закладах освіти при оформленні або зарахуванні до закладу освіти.

Вступний інструктаж проводиться спеціалістом служби охорони праці, а в разі відсутності на підприємстві такої служби — іншим фахівцем, на якого наказом (розпорядженням) по підприємству покладено ці обов'язки і який в

установленому Типовим положенням порядку пройшов навчання і перевірку знань з питань охорони праці.

Даний інструктаж проводиться в кабінеті охорони праці або в приміщенні, що спеціально для цього обладнано, з використанням сучасних технічних засобів навчання, навчальних та наочних посібників за програмою, розробленою службою охорони праці з урахуванням особливостей виробництва. Програма та тривалість інструктажу затверджуються керівником підприємства. Орієнтовний перелік питань для складання програми вступного інструктажу визначений Типовим положенням .

Запис про проведення вступного інструктажу робиться в журналі реєстрації вступного інструктажу, який зберігається в службі охорони праці або в працівника, що відповідає за проведення вступного інструктажу, а також у документі про прийняття працівника на роботу[10].

5.2 Первинний інструктаж

Первинний інструктаж[8]:

— проводиться до початку роботи безпосередньо на робочому місці з працівником:

— новоприйнятим (постійно чи тимчасово) на підприємство;

— який переводиться з одного цеху виробництва до іншого;

— який буде виконувати нову для нього роботу;

— з відрядженим працівником, який бере безпосередню участь у виробничому процесі на підприємстві.

Первинний інструктаж проводиться індивідуально або з групою осіб однієї професії, згідно з програмою, розробленою з урахуванням вимог відповідних інструкцій з охорони праці для робітників, інших нормативних актів про охорону праці, технічної документації та приблизного переліку питань. Програма розробляється керівником цеху, дільниці, погоджується із

службою охорона праці та затверджується керівником підприємства, навчального закладу або їх відповідного структурного підрозділу На невеликих підприємствах, які не мають структурних підрозділів, інструктаж проводить керівник підприємства.

Всі робітники, у тому числі випускники професійних навчальних закладів, навчально-виробничих курсових комбінатів, після первинного інструктажу на робочому місці повинні протягом 2-15 змін, залежно від характеру праці, кваліфікації працівника, пройти стажування під керівництвом досвідчених кваліфікованих робітників або фахівців, призначених наказом (розпорядженням) на підприємстві, в цеху, дільниці, виробництві. Керівник підприємства. цеху, дільниці, виробництва має право своїм наказом або розпорядженням звільнити від проходження стажування робітника, який має стаж роботи за своєю професією не менше трьох років і якщо він переходить з одного цеху в інший. Характер його роботи та тип обладнання, на якому він працюватиме, не змінюється[9].

5.3 Повторний інструктаж

Метою повторного інструктажу є перевірка та закріплення знань правил та інструкцій з охорони праці

Повторний інструктаж проводиться з працівниками на робочому місці в терміни, визначені відповідними чинними галузевими нормативними актами або керівником підприємства з урахуванням конкретних умов праці, але не рідше [8]:

— на роботах з підвищеною небезпекою — 1 раз на три місяці;

— для решти робіт — 1 раз на шість місяців.

Повторний інструктаж проводиться індивідуально з окремим; працівником або з групою працівників, які виконують однотипні роботи, за обсягом і змістом переліку питань первинного інструктажу.

5.4 Позаплановий інструктаж

Позаплановий інструктаж проводиться [8]:

— при введенні в дію нових або переглянутих нормативних актів про охорону праці, а також при внесенні змін та доповнень до них;

— при зміні технологічного процесу, заміні або модернізації устаткування, приладів та інструментів, вихідної сировини, матеріалів та інших факторів, що впливають на стан охорони праці;

— при порушеннях працівниками вимог нормативних актів про охорону праці, що можуть призвести або призвели до травм, аварій, пожеж;

— при виявленні особами, які здійснюють державний нагляд і контроль за охороною праці, незнання вимог безпеки стосовно робіт, що виконуються працівником;

— при перерві в роботі виконавця робіт більш ніж на 30 календарних днів;

— для робіт з підвищеною небезпекою, а для решти робіт — понад 60 днів;

Позаплановий інструктаж проводиться індивідуально з окремим працівником або з групою працівників одного фаху. Обсяг і зміст позапланового інструктажу визначаються в кожному окремому випадку залежно від причин і обставин, що спричинили потребу його проведення [10].

5.5 Цільовий інструктаж

Цільовий інструктаж проводиться з працівниками[8]:

— при виконанні разових робіт, не передбачених трудовою угодою;

— при ліквідації аварії, стихійного лиха;

— при проведенні робіт, на які оформлюються наряд-допуск, розпорядження або інші документи.

Цільовий інструктаж проводиться індивідуально з окремим працівником або з групою працівників. Обсяг і зміст цільового інструктажу визначаються залежно від виду робіт, що виконуватимуться. [9].

Первинний, повторний, позаплановий і цільовий інструктажі проводить безпосередній керівник робіт (начальник виробництва, цеху, дільниці, майстер) і завершуються вони перевіркою знань у вигляді усного опитування або за допомогою технічних засобів, а також перевіркою набутих навичок безпечних методів праці. Знання перевіряє особа, яка проводила інструктаж.

При незадовільних результатах перевірки знань, умінь і навичок щодо безпечного виконання робіт після первинного, повторного чи позапланового інструктажів для працівника протягом 10 днів додатково проводяться інструктаж і повторна перевірка знань. При незадовільних результатах і повторної перевірки знань питання щодо працевлаштування працівника вирішується згідно з чинним законодавством.

При незадовільних результатах перевірки знань після цільового інструктажу допуск до виконання робіт не надається. Повторна перевірка знань при цьому не дозволяється.

Працівники, які суміщають професії (в тому числі працівники комплексних бригад), проходять інструктажі як з їх основних професій, так і з професій за сумісництвом.

Про проведення первинного, повторного, позапланового та цільового інструктажів та про допуск до роботи особою, якою проводився інструктаж, вноситься запис до журналу реєстрації інструктажів з питань охорони праці. При цьому обов'язкові підписи як того, кого інструктували, так і того, хто інструктував. Сторінки журналу реєстрації інструктажів повинні бути пронумеровані, журнали прошнуровані і скріплені печаткою.

У разі виконання робіт, що потребують оформлення наряду-допуску, цільовий інструктаж реєструється в цьому наряді-допуску, а в журналі реєстрації інструктажів — не обов'язково.

Перелік професій та посад працівників, які звільняються від первинного, повторного та позапланового інструктажів, затверджується керівником підприємства за погодженням з державним інспектором по нагляду за охороною праці. До цього переліку можуть бути зараховані працівники, участь у виробничому процесі яких не пов'язана з безпосереднім обслуговуванням обладнання, застосуванням приладів та інструментів, збереженням або пе пробкою сировини, матеріалів [10].

ВИСНОВОК

Оскільки, розрахунок величини теплових втрат у централізованих системах теплопостачання є одним з трудомістких процесів, то для прискорення його проведення запропоновано та розроблено алгоритм автоматизованого розрахунку теплових втрат у мережах централізованого теплопостачання на основі якого було створено спеціальну програму.

Дана розробка дозволяє брати до уваги особливості всіх гілок теплової мережі та формувати комплексні показники її тепловтрат. Адже не завжди можна враховувати всі характеристики, а саме: протяжність та діаметри ділянок теплових мереж, способи прокладання, тип та стан теплоізоляції, ґрунтових умов, строку служби, умов експлуатації, обсягу витоку води (фактичного та нормованого).

За рахунок автоматизації усіх процесів можливо здійснити економію часу та роботи,без втрати її якості.

Згідно з [4] при неможливості визначення втрат теплоти в теплових мережах на підставі випробувань, тимчасово до їх проведення допускається приймати величину згаданих втрат в частках від відпущеної теплоти, а саме при протяжності теплотраси до 300 м - 1% на кожні 100м теплотраси.

Отже, при довжині розрахункової теплової мережі 57 м співвідношення теплових втрат та відпускання теплової енергії 0,47 % є величиною прийнятною. За результатами автоматичних розрахунків дане значення становить 0,6 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Енергетика: історія, сучасність і майбутнє / Кн. 3 : «Розвиток теплоенергетики та гідроенергетики»/ І. В. Плачков, Є. Т. Базеєв, Б. Д. Білека, Є. П. Васильєв, Г. Б. Варламов, І. А. Вольчин, Ю. Г. Дашкієв; Наук. ред. В. М. Клименко, Ю. О. Ландау, І. Я. Сігал.– 2013.– 399 с.
2. Алексахін О. О. Теплові розрахунки мікрорайонних систем теплопостачання - Комунальне господарство міст. Сер.: Технічні науки …, 2014. - 87с.
3. Закон України «Про теплопостачання» від 02.06.2005 р. № 2633-IV, зі змінами та доповненнями //Відомості Верховної Ради України.- 2005.- № 28.- 373 с.
4. КТМ 204 України 244-94 «Норми та вказівки по нормуванню витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарсько-побутові потреби в Україні».- Чинний від 14.12.1993 р.- К. Держстандарт України.- 2001.- 376 с.
5. УДК 621.643.8. Методика расчета потерь тепловой энергии в сетях теплоснабжения с учетом износа, строка и условий эксплуатации, разработано во исполнения поручения Совета Министров Республики Беларусь от 17 декабря 2005г. №3/313-250.313-261.
6. ДСТУ Н Б В.1.1–27:2010 "Будівельна кліматологія" – К. Мінрегіонбуд України, 2006. –72 с.
7. Закон України «Про охорону праці» від 14.10.92 р. № 2695-XII , ВВР - 1992.- № 49.-ст.669.
8. Наказ «Про затвердження Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці та Переліку робіт з підвищеною небезпекою», затверджений Державним Комітетом України з нагляду за охороною праці від 15 лютого 2005 р.за № 231/10511.-2005.-№15.- 18 с.

9. Банько В.Г. Охорона праці в туристському комплексі/ В.Г Банько .- КНТ, 2010. - 232 с

10. Основи охорони праці В. Ц. Жидецький, В. С. Джигирей, О. В. Мельников — Вид. 2-е, стериотипне. — Львів: Афіша, 2000. — 348 с.

ДОДАТОК А

Таблиця А1 - Коефіцієнт , що враховує зміну стану трубопровода [5]

Рік	**Коефіцієнт**	**Рік**	**Коефіцієнт**
2019	1	2010	1,1
2018	1	2009	1,1
2017	1	2008	1,1
2016	1	2007	1,2
2015	1	2006	1,2
2014	1	2005	1,2
2013	1	2004	1,2
2012	1	2003	1,3
2011	1,1	2002	1,3

**Можливо враховувати ,щочерез кожні 4 роки + 0,1 , а н/д прийняти за 1.*

Таблиця А2 - Коефіцієнт, що враховує зміну норм щільності теплового потоку при застосуванні теплоізоляційного шару [4]

Зовнішній діаметр	**Звичайна**	**Пінополіуретан, фенольній пропласт ФЛ**	**Полімербетон**
32	1	0,5	0,7
38	1	0,5	0,7
46	1	0,5	0,7
57	1	0,5	0,7
76	1	0,6	0,8
89	1	0,6	0,8
108	1	0,6	0,8
133	1	0,6	0,8
159	1	0,7	0,9
219	1	0,7	0,9
273	1	0,7	0,9
325	1	0,8	1
377	1	0,8	1
426	1	0,8	1
478	1	0,8	1
529	1	0,8	1
630	1	0,9	1

Таблиця А3 - Коефіцієнт, який враховує зміну середньої витрати гарячої води в н. оп. період в порівнянні з оп. [4]

Тип прокладання	**Коефіцієнт**
непрохідні	1,2
безканальні	1,15
надземні	1,25
тунелі	0,85
приміщення	1,2