

**Техніко-економічне обґрунтування заходу «Заміна ділянки  
магістральної теплової мережі по вул. Івасюка-Паркова із зменшенням  
діаметру трубопроводу з Ду530 на Ду325»**

Загальна протяжність трубопроводу 288 м в однотрубному виміру всього

**1. Вихідні дані:**

1.1 Технічні параметри магістральної теплової мережі, яка підлягає реконструкції .

Таблиця 1

№	Назва показника	Од.вим.	Сума	Обґрунтування
1	Наземне прокладання трубопроводу на висоті	м	2,5	Паспорт теплової мережі
2	Зовнішній діаметр трубопроводу	мм	325	Протокол ультразвукової товщинометрії
3	Довжина трубопроводу в однотрубному виміру	м	288	Паспорт теплової мережі
4	Товщина ізоляції подавального трубопроводу (мін вата)	мм	20	Паспорт теплової мережі
5	Товщина ізоляції зворотнього трубопроводу (мін вата)	мм	20	Паспорт теплової мережі
6	Товщина стінки труби	мм	7	Протокол ультразвукової товщинометрії

1.2 Температурний графік:

Таблиця 2

№	Назва показника	Од.вим.	Сума	Обґрунтування
1	Нормативна кількість днів роботи системи тепlopостачання опалювальний період	діб	179	ДСТУ-Н Б В.1.1-27: 2010 Будівельна кліматологія с.9
2	Нормативна кількість днів роботи системи тепlopостачання протягом року	діб	350	КТМ 204 Україна 204-94 п.2.4
3	Кількість годин подачі теплоносія в між опалювальний період	год.	11,5	Згідно даних по підприємству
4	Середня нормативна температура зовнішнього повітря за рік	град.С	7,6	ДСТУ-НБВ.1.1-27: 2010 Будівельна кліматологія с.9
5	Середня нормативна температура зовнішнього повітря за опалювальний період	град.С	0,4	ДСТУ-НБВ.1.1-27: 2010 Будівельна кліматологія с.9
6	Температура в подавальному трубопроводі згідно температурного графіка	град.С	72,94	Згідно температурного графіка
7	Температура в зворотньому трубопроводі згідно температурного графіка	град.С	39,18	Згідно температурного графіка

### 1.3 Коефіцієнти теплопровідності:

Таблиця 3

№	Назва показника	Од.вим.	Сума	Обґрунтування
1	Коефіцієнт теплопровідності теплової ізоляції трубопроводу із новою мінеральною ватою	Вт/м/град С	0,05	СНиП 2.04.14-88 (прил.1)
2	Коефіцієнт теплопровідності теплової ізоляції трубопроводу із зношеною мінеральною ватою	Вт/м/град С	0,070	ДБН В.2.6-31:2006 Теплова ізоляція будівель. Додаток Л (обов'язковий) Таблиця Л1 п.18 гр.9
3	Коефіцієнт теплопровідності сталі (згідно довідкових даних)	Вт/м/град С	50	Теплофизические свойства материалов ГИФМЛ, Москва, табл. 314

## 2. Розрахунок

Розрахунок нормативних втрат теплової енергії в мережах проводиться за вимогами КТМ 204 Україна 244-94 окремо за тепловими мережами, приєднаними до кожного теплогенеруючого джерела. Розрахунок виконується окремо для трубопроводів кожного діаметру та типу прокладки.

Фактичні втрати теплоти в теплових мережах залежать від їх протяжності та діаметрів, способу прокладки, типу та стану теплоізоляції, строку служби, умов експлуатації та ін. і визначаються на підставі відповідних випробувань технічно справних трубопроводів. Теплові втрати в теплових мережах визначаються як сума втрат теплоти з витоком води з трубопроводів та втрат теплоти за рахунок охолодження води в трубопроводах. Уточнені розрахунки втрат теплоти в теплових мережах, що враховують тип теплоізоляції трубопроводів, наявність опор, арматури та компенсаторів на ділянках підземних тепломереж, виконують згідно наступної залежності :

$$Q = q_n * l * \beta * 10^{-6} * T * 3.6$$

де  $Q$  – втрати теплоти, ГДж в рік;

$q_n$  – норма теплових втрат, Вт/м;

$l$  – протяжність трубопроводів, м;

$T$  – число годин роботи, год;

$\beta$  – коефіцієнт, який враховує втрату теплоти опорами, арматурою та компенсаторами, що приймається – 1,2

Норми теплових втрат визначаємо з таблиць додатків Д.2.6-Д.2.9 КТМ 204 Україна 244-94 відповідно до температурного графіку та діаметрів трубопроводів підземних теплових мереж. Крім того, слід врахувати коефіцієнт, що враховує зміну норм щільності теплового потоку при застосуванні теплоізоляційного шару з пінополіуретану.

Теплові втрати з одного метра труби за одну годину розраховуються за формулою:

$$q = k \cdot (t_{B-} - t_c)$$

де  $t_{B-}$  – температура води в трубопроводі, °С;

$t_c$  – температура навколишнього середовища, °С;

$k$  – лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м · °С).

Лінійний коефіцієнт теплопередачі визначається за виразом:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{2 * \lambda_T} * \ln(\frac{d_{3T}}{d_{BT}}) + \frac{1}{2 * \lambda_I} * \ln(\frac{d_{3I}}{d_{BI}}) + \frac{1}{a_{3I} * d_{3I}}}$$

де

$\lambda_T$  – коефіцієнт теплопровідності матеріалу труби, Вт/(м·°С);

$\lambda_I$  – коефіцієнт теплопровідності теплової ізоляції, Вт/(м·°С);

$d_{3T}$ ,  $d_{BT}$  – внутрішній і зовнішній діаметри труби відповідно, м;

$d_{3I}$ ,  $d_{BI}$  – внутрішній і зовнішній діаметри ізоляції відповідно, м;

$a_{3I}$  – коефіцієнт тепловіддачі на зовнішній поверхні теплової ізоляції,

$a_{3I} = 6$  Вт/(м·°С) СНиП 2.04.14-88 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов» дод.9 Расчетные коэффициенты теплоотдачи.

Лінійний коефіцієнт теплопровідності ізоляції з мінеральної вати:

$$K_{ппу} = \frac{1}{\frac{1}{2 * 50} * \ln(\frac{0,325}{0,313}) + \frac{1}{2 * 0,027} * \ln(\frac{0,425}{0,325}) + \frac{1}{6 * 0,425}} = 0,052$$

$$K_{мін. вата} = \frac{1}{\frac{1}{2 * 50} * \ln(\frac{0,530}{0,518}) + \frac{1}{2 * 0,070} * \ln(\frac{0,540}{0,530}) + \frac{1}{6 * 0,540}} = 2,260$$

Теплові втрати з одного метра труби за одну годину для подаючого та зворотного трубопроводів з ізоляцією в ППУ та зношеної мінеральної вати:

$$q_{\text{ппу под.}} = 0,052 \cdot (72,94 - 7,6) = 3,40 \text{ Вт/м}$$

$$q_{\text{ппу звор.}} = 0,052 \cdot (39,18 - 7,6) = 1,64 \text{ Вт/м}$$

$$q_{\text{мін.вата под.}} = 2,260 \cdot (72,94 - 7,6) = 147,67 \text{ Вт/м}$$

$$q_{\text{мін.вата звор.}} = 2,260 \cdot (39,18 - 7,6) = 71,37 \text{ Вт/м}$$

Річні теплові втрати загальної протяжності теплових мереж для подаючого та зворотного трубопроводів з ізоляцією з ППУ:

$$Q_{\text{ппу}} = ((3,40 + 1,64) \cdot 288 \cdot 1,2 \cdot 10^{-6} \cdot (179 \cdot 24 + 171 \cdot 11,5) \cdot 3,6) \cdot 0,2388 = \mathbf{9,38 \text{ Гкал}}$$

Де 0,2388- коефіцієнт переводу ГДж в Гкал

Річні теплові втрати загальної протяжності теплових мереж для подаючого та зворотного трубопроводів з ізоляцією зі зношеної мінеральної вати:

$$Q_{\text{мін.вата}} = (147,67 + 71,37) \cdot 288 \cdot 1,2 \cdot 10^{-6} \cdot (179 \cdot 24 + 171 \cdot 11,5) \cdot 3,6 \cdot 0,2388 = \mathbf{407,55 \text{ Гкал.}}$$

Планове річне зменшення втрат теплової енергії після проведення реконструкції теплових мереж:

$$\Delta Q = Q_{\text{мін.вата.рік}} - Q_{\text{ППУ.рік}}$$

$$\Delta Q = 407,55 - 9,38 = \mathbf{398,17 \text{ Гкал}}$$

Економія палива від впровадження заходу інвестиційної програми за рік визначається:

$$V_{\text{пал.газ}} = 398,17 \times 159,5 / 10^3 = \mathbf{63,5081 \text{ т.у.п.} / 1,178 = 53,9118 \text{ тис.нм}^3},$$

де 159,5 кг у.п./Гкал - фактичне питоме споживання умовного палива на 1 Гкал по котельні по вул. Симоненка 3 (додаток 1 до форми №10-НКРЕКП-технічний паспорт тепло за 2019 рік);

1,178 – калорійний еквівалент переведення натурального палива в умовне (форма №1-НКРЕКП-тепло за 2019 рік).

Економія палива в грошовому еквіваленті визначається з урахуванням вартості природного газу:

$$\mathbf{53,9118 \times 6086 / 10^3 = 328,1072 \text{ тис.грн.}}$$

Де: 6086 – ціна 1000 нм<sup>3</sup> природного газу за лютий 2020р.

Економія електроенергії:

$$B^{e.e.}_{\text{пал}} = \Delta Q \times b_{e.e.}$$

де  $b_{e.e.}$  - середня питома витрата електричної енергії на відпуск 1 Гкал теплової енергії (за 2019 рік  $b_{e.e.} = 29,7$  кВт.год/Гкал згідно додатку 1 до форми №10-НКРЕКП-технічний паспорт тепло по котельні по вул. Симоненка 3)

$$B^{e.e.}_{\text{пал}} = 398,17 \times 29,7 / 10^3 = 11,8256 \text{ тис.кВт.год} \times 0,351 = 4,1508 \text{ т.у.п.}$$

0,351 – коефіцієнт переведу тис.кВт\*год в т.у.п.

Економія в грошовому еквіваленті становить

$$11825,60 \times 2,65981 / 10^3 = 31,4538 \text{ тис. грн}$$

де 2,65981 грн/кВт.год - ціна електроенергії за січень 2020р;

$$B_{\text{пал}} = B_{\text{пал}}^{\text{газ}} + B_{\text{пал}}^{e.e.}$$

$$B_{\text{пал}} = 63,5081 + 4,1508 = 67,6589 \text{ т.у.п.}$$

$$E_{\text{пал}} = 328,1072 + 31,4538 \text{ тис} = 359,5610 \text{ грн.}$$

Економічні показники впровадження заходу «Заміна ділянки магістральної теплової мережі по вул. Івасюка-Паркова із зменшенням діаметру трубопроводу з Ду530 на Ду325»

Таблиця 5

№ п/п	Назва показника	Од.виміру	Кількісне значення
1.	Економія палива (прир.газ) від впровадження ІІ у порівнянні з фактичними умовами роботи (на рік)	т.у.п.	<b>63,5081</b>
		тис.грн.	328,1072
2.	Економія електроенергії від впровадження ІІ у порівнянні з фактичними умовами роботи (на рік)	т.у.п.	4,1508
		тис.грн.	31,4538
3.	Загальна вартість економії паливно-енергетичних ресурсів від впровадження ІІ у порівнянні з фактичними умовами роботи (на рік)	тис.грн.	<b>359,5610</b>

Заступник директора з стратегічного розвитку

Лесів І. Я.