

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: Інженерних систем та екології

Випускова кафедра: Теплотехніки

Освітній ступінь: Магістра

Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітня програма: «Теплогазопостачання та вентиляція»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан факультету

Приймак О.В.

„___” _____ 20__ року

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

Івлєв Антон Олександрович

1. Тема роботи: «Енергоефективна модернізація помірно-децентралізованої системи тепlopостачання»
затверджена наказом ректора КНУБА № _____ від _____ року
2. Керівник роботи Габа К.О. к.н.т. доцент
3. Строк подання здобувачем роботи до захисту _____ р.
4. Зміст пояснювальної записки за розділами:
 - Р. 1. Характеристика району тепlopостачання;
 - Р. 2. Розрахунок теплових потоків;
 - Р. 3. Регулювання теплових потоків;
 - Р. 4. Визначення розрахункових витрат теплоносія;
 - Р. 5. Гідравлічний розрахунок;
 - Р. 6. Будівельні конструкції;
 - Р. 7. Захист трубопроводів від електрокорозії;
 - Р. 8. Монтажна схема теплової мережі;
 - Р. 9. Повздовжній профіль теплових мереж;
 - Р. 10. Розрахунок трубопроводів на міцність і компенсацію температурних подовжень;
 - Р. 11. Розрахунок теплової ізоляції;
 - Р. 12. Організація будівельного виробництва;
 - Р. 13. Технологія монтажних і заготівельних робіт;
 - Р. 14. Економічна частина;

- Р. 15. Охорона праці;
 Р. 16. Автоматизація;
 5.Графічний матеріал за розділами
- Р. 1. Графіки;
 Р. 2. Ситуаційний план з існуючими тепловими мережами;
 Р. 3 принципова схема тепlopостачання мікрорайону;
 Р. 4. Модернізована принципова схема тепlopостачання мікрорайону;
 Р. 5. Модернізація схеми теплових мереж;
 Р. 6. Принципові схеми теплових пунктів;
 Р. 7. Модернізована схема котельні;
 Р. 8. Функціональна схема автоматизації роботи котельні;
 Р. 9. Існуюча теплова схема котельні;
 Р. 10. Організація будівельно-монтажних робіт;

Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розробка розділу 1-3	05.08.24
Розробка розділів 4-7	10.08.24
Розробка розділів 8-11	04.09.24
Розробка Графічної частини	09.09.24
Розробка розділів 12-14	01.10.24
Розробка розділу 15-16	22.10.24
Розробка Висновку	05.12.24
Остаточне оформлення роботи	10.12.24
Направлення роботи для перевірки на плагіат	12.12.24
Попередній захист роботи на випусковій кафедрі	15.12.24
Направлення роботи на рецензування	18.12.24

Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірив	
		дата	підпис

Дата видачі завдання _____

Зав. кафедри	_____	<u>Кириченко М.А.</u>
	(підпис)	(прізвище, ініціали)
Керівник	_____	<u>Габа К.О.</u>
	(підпис)	(прізвище, ініціали)
Здобувач	_____	<u>Івлєв А.О.</u>
	(підпис)	(прізвище, ініціали)

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Інженерних систем та екології
Теплотехніки

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

на тему:
«Енергоефективна модернізація помірно-децентралізованої системи
теплопостачання»

Івлєв Антон Олександрович

Київ 2024 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Інженерних систем та екології

Теплотехніки

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Кириченко М.А.

„___” _____ 20__ року

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

«Енергоєфективна модернізація помірно-децентралізованої системи
теплопостачання»

Виконав Івлєв Антон Олександрович
192 «Будівництво та цивільна інженерія»

«Теплогазопостачання та вентиляція»
Група зТВм-23-2

Керівник Габа К.О. к.т.н., доцент

Ідентичність підтверджую

Київ 2024 р.

ЗМІСТ

Вступ	6
1. ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ	7
2. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВИХ ПОТОКІВ	10
3. РЕГУЛЮВАННЯ ТЕПЛОВИХ ПОТОКІВ	14
4. ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ВИТРАТ ТЕПЛОНОСІЯ	19
5. ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК	25
6. БУДІВЕЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ	45
7. ЗАХИСТ ТРУБОПРОВОДІВ ВІД ЕЛЕКТРОКОРОЗІЇ	50
8. МОНТАЖНА СХЕМА ТЕПЛОВОЇ МЕРЕЖІ.	53
9. ПОВЗДОВЖНІЙ ПРОФІЛЬ ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖ	55
10. РОЗРАХУНОК ТРУБОПРОВОДІВ НА МІЦНІСТЬ І КОМПЕНСАЦІЮ ТЕМПЕРАТУРНИХ ПОДОВЖЕНЬ	57
11. РОРАХУНОК ТЕПЛОВОЇ ІЗОЛЯЦІЇ	58
12. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА	59
13. ТЕХНОЛОГІЯ МОНТАЖНИХ І ЗАГОТІВЕЛЬНИХ РОБІТ	62
14. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	64
15. ОХОРОНА ПРАЦІ	66
16. АВТОМАТИЗАЦІЯ	67
Література	69

ВСТУП

В розробленому за нашого часу комплексному прогнозі розвитку енергетики суттєво посилена соціальна направленість. Передбачено подальше поглиблення електрофікації та газифікації міст та елищ, забезпечення населення основними видами палива, надійним теплопостачанням, а також зменшення шкідливих викидів від джерел енергії та теплопостачання.

Ринкові відносини диктують посилення політики енергозберігання, у тому числі і в теплопостачанні, підвищення ефективності використання палива.

Ці принципи безпосередньо відносяться до теплового господарства.

Паливно-енергетичний комплекс грає особливу роль в народному господарстві України, забезпечуючи не тільки збільшення виробництва та поліпшення умов праці, створення комфортних умов, але й життєдіяльність населення, бо без його продукції неможливо функціонування усіх без виключення галузей народного господарства.

Задоволення потреб на паливо та енергію, захист навколишнього середовища від шкідливих викидів котельними установками, як у всьому світі, так і в Україні стає все більше глобальними, не тільки еколого-енергетичними, але й соціально - економічними проблемами.

Для максимально можливого зменшення енергетичної залежності України від імпорту енергоносіїв, ціни на які постійно зростають, необхідно визначити основні напрямки енергетичної політики в галузі з розробкою комплексу заходів для вихода з кризового положення.

Відповідно вище сказаному мій дипломний проект присвячений розробці питань підвищення ефективності системи теплопостачання.

1.ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

1.1. Джерело теплопостачання. Існуючий стан

Джерелом теплопостачання споживачів, які підключені до теплової мережі, є збудована у 1969 р. котельня Північного державного регіонального геологічного підприємства “ПІВНІЧГЕОЛОГІЯ”. В котельній встановлено три котли типу ДКВР-6,5-13, які працюють у водогрійному режимі. Паливо – природний газ. На даний момент в робочому стані знаходяться два котли. По даним робочого проекту “Реконструкція котельной с переводом котла ДКВР-6,5-13 ст.№ 3 на водогрейный режим”, який виконано ЗАО Київське спеціалізоване пуско-налагодочне управління “Оргпищепром” у 1995 р. тепла потужність котла ДКВР-6,5-13 у водогрійному режимі складає 5,8 Гкал/год при температурному режимі мережевої води 105-70 °С. Але виконавши нескладні розрахунки та враховуючи те, що димососи котлів залишились незмінними можна дійти висновку, що максимальна тепла потужність котла ДКВР-6,5-13 при максимально можливій витраті води через котел 166 м³/год у водогрійному режимі складе не більше 4,5 Гкал/год. При цьому максимально можлива різниця температур підігріваємої води між подавальним та зворотнім трубопроводами котла складе 27 °С. Тобто температурний режим підігріваємої води, при мінімально допустимій температурі у подавальному патрубку котла 70 °С, буде 97-70 °С. На даний час котли працюють у температурному режимі підігріваємої води 95-70 °С. Таким чином, при паралельній роботі двох котлів ДКВР-6,5-13 котельня може виробити теплової енергії у кількості 9 Гкал/год.

В якості мережевих насосів використовуються два насоси: робочий типу Д-315/70 з напором 70 м в.ст. та резервний типу Д-320/50 з напором 50 м в.ст.

Котельня передбачена для забезпечення теплових потоків на опалення та гаряче водопостачання. Потрібна тепла потужність на опалення складає 5,887 Гкал/год. Потрібна тепла потужність на потреби гарячого водопостачання (ГВП) складає 1,970 Гкал/год. Сумарна потрібна тепла потужність складає 7,857 Гкал/год.

1.2. Характеристика споживачів теплової енергії

Більшість споживачів теплової енергії складають житлові будинки. Іншу частину споживачів теплової енергії складають будинки громадського призначення до складу яких входять адміністративно-побутові будівлі підприємств, дитячий садок, середня загально-освітня школа та інші. Перелік споживачів теплоти та їх теплові навантаження на потреби опалення приведені у вихідних даних для проектування.

По споживанню теплової енергії споживачів можна поділити на два типи:

- ті, що використовують теплову енергію котельної тільки для потреб опалення;
- ті, що використовують теплову енергію для потреб опалення і ГВП.

Також в окрему категорію можна віднести будівлі ПДГРП “ПІВНІЧГЕОЛОГІЯ”, які споживають тепло у відмінному від основних споживачів режимі . Крім того всіх споживачів можна поділити і по територіальному розташуванню:

I. Будівлі ПДГРП “ПІВНІЧГЕОЛОГІЯ”.

II. Група житлових і громадських будинків, які використовують тепло котельної для потреб опалення і вентиляції.

III. Житлові і громадські будинки, які використовують теплову енергію для тільки для потреб опалення.

1.3. Характеристика теплових мереж

Система тепlopостачання запроектована двухтрубна. Але на деяких ділянках разом із подавальним і зворотнім трубопроводом прокладено трубопровід зовнішніх мереж ГВП. Прокладання трубопроводів – частково у непрохідних каналах та бесканальне.

По даним, які були наведені у вихідних даних необхідно провести гідравлічний розрахунок трубопроводів теплових мереж з урахуванням зменшення кількості споживачів, конструктивних змін теплової мережі у порівнянні з 1998 роком та дійсного температурного графіку води в теплових мережах. Результати гідравлічного розрахунку наводяться у розділі 3.

1.4. Система гарячого водопостачання

Система гарячого водопостачання мікрорайону складається із чотирьох окремо встановлених установок для приготування гарячої води (бойлерів), які підключені до теплових мереж від котельної та системи зовнішніх мереж трубопроводів.

Споживачами системи ГВП є житлові будинки, адмін. будівля, дитячий садок та гуртожитки. Перелік споживачів ГВП та їх максимальні теплові потужності приведені у таблиці 2 вихідних даних.

1.5. Зовнішні мережі системи гарячого водопостачання

Прокладання трубопроводів виконано частково у непрохідних каналах разом із трубопроводами теплових мереж та безканалним способом. Всі зовнішні мережі ГВП, крім ділянки від Б-1 до житлового будинку по вул. Леніна 21 (див. креслення), виконані тупиковими без циркуляційних трубопроводів, що приводить до остигання води в трубопроводах, перевитрати води і теплоти, суперечить діючим в Україні будівельним нормативним документам, а саме СНиП 2.04.01-85*.

Ділянка реконструкції теплової мережі розташована у Московському районі міста Києва. У зв'язку з тим, що тепла мережа була збудована ще у 1961 році то вона морально та фізично застаріла, виникло не можливе подальше використання цієї теплової мережі.

В районі реконструкції знаходяться житлові та громадські будинки.

В теперішній час в місті розвинена система водяних теплових мереж від ТЕЦ та районних котелень.

Від усіх централізованих джерел система тепlopостачання двотрубна, закрита з сумісною подачею тепла на потреби опалення, вентиляції та гарячого водopостачання.

Регулювання відпуску тепла - якісне, за опалювальним графіком 150-70° С.

Приєднання місцевих систем опалення, в основному, залежне, з елеваторним або насосним підмішуванням.

Приєднання місцевих систем гарячого водopостачання - незалежне, через водяні підігрівачі, підключені за двухступеневою змішаною схемою.

1.6. Вихідні дані до проекту.

Вихідними даними для розроблення проекту реконструкції системи тепlopостачання мікрорайону є:

- навантаження споживачів;
- схема існуючих теплових мереж;
- кліматичні дані для мікрорайону Бортничі.

Схема існуючих теплових мереж наведена на ситуаційному плані (див. лист №1).

Кліматологічні дані для мікрорайону бортничі наступні:

- $t_{p.o.} = - 22^{\circ}\text{C}$ - розрахункова температура зовнішнього повітря для проектування опалення /СниП 2.01.01-82/;
- $t_{ср.о.п.} = -1,1^{\circ}\text{C}$ - середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період;
- $n_0 = 187$ діб = 4488 годин - тривалість опалювального періоду.

Навантаження споживачів наведені в таблицях 1.1 та 1.2.

Таблиця 1.1 – Перелік споживачів теплової енергії

№ п.п.	Найменування споживача	Вулиця	№ буд.	Теплове навантаження опалення, Гкал/год
1	2	3	4	5
1	ЦБ Відділ освіти Харківська держадміністрація (дит. заклади)	Ленина	20	0,082

	д/у 790			
2	Харківський районний відділ освіти шк. 280	Ленина	236	0,418
3	Ж/б	Дяченко	6	0,689
4	Ж/б	Дяченко	8	0,377
5	Гуртожиток	Дяченко	12	0,269
6	Ж/б	Ленина	17	0,21
7	Ж/б	Ленина	27	0,132
8	Ж/б	Ленина	27/1	0,132
9	Ж/б	Ленина	43а	0,182
10	Ж/б	Геофізиків	1	0,083
11	Ж/б	Ленина	6	0,028
12	Ж/б	Ленина	8	0,028
13	Ж/б	Ленина	10	0,056
14	Ж/б	Ленина	12	0,056
15	Ж/б	Ленина	14	0,061
16	Ж/б	Ленина	16	0,045
17	Ж/б	Ленина	18	0,045
18	Ж/б	Ленина	19	0,232
19	Ж/б	Ленина	21	0,228
20	Ж/б	Ленина	23	0,191
21	Ж/б	Ленина	26	0,045
22	Ж/б	Ленина	28	0,045
23	Ж/б	Ленина	30	0,053
24	Ж/б	Ленина	25	0,124
25	Ж/б	Ленина	29	0,312
26	Адмін. будівля	Ленина	23а	0,096
27	Цех ТНП адмін. корпус	Геофізиків	10	0,065
28	Агрегатний цех	Геофізиків	10	-
29	Адмін. будівля	Геофізиків	10	0,136
30	Головний корпус РММ	Геофізиків	10	0,215
31	Будівля ЦЗГЛ лабораторія	Геофізиків	10	0,101
32	Керносовище	Геофізиків	10	0,109
33	Їдальня з переходом	Геофізиків	10	0,092
34	Прохідна	Геофізиків	10	0,001
35	Диспетчерська	Геофізиків	10	0,003
36	Теплиця	Геофізиків	10	0,117
37	Гаражі	Геофізиків	10	0,006
38	Гуртожиток	Геофізиків	4	0,055
39	Гуртожиток	Геофізиків	6	0,055
40	Ж/б	Геофізиків	8	0,052
41	Адмін. будівля	Геофізиків	12	0,071
42	Гуртожиток	Ленина	22	0,054
43	Адмін. будівля	Ленина	34	0,063
44	Адмін. Будівля АСУТП	Ленина	34	0,046

45	Побутове приміщення	Ленина	22а	0,002
46	Теплиця	Ленина	22а	0,027
47	Магазин "ПОСТУП"	Ленина	29	0,038
48	Ж/б	Ленина	31	0,36
Загальна теплова потужність на опалення:				5,887

Таблиця 1.2 – Перелік споживачів ГВП

№ п.п	Найменування споживача	Тип теплообмінного апарату	Позначення бойлера	Адреса, вул., № буд.	Максимальне теплове навантаження для потреб ГВП, Гкал/год
1	2	3	4	5	6
1	Ж/б	Пластинчатий	Б-1	Леніна, 17	0,136
2	Ж/б			Леніна, 19	0,13
3	Ж/б			Леніна, 21	0,1
4	Ж/б			Леніна, 23	0,1
5	Адмін. будівля			Леніна, 23а	0,05
6	Ж/б			Леніна, 25	0,031
7	Ж/б			Леніна, 27	0,078
8	Ж/б			Леніна, 27/1	0,111
9	Ж/б			Леніна, 29	0,133
10	Ж/б			Леніна, 31	0,24
11	Ж/б			Леніна, 43а	0,1
12	Ж/б			Дяченка, 6	0,25
13	Ж/б			Дяченка, 8	0,141
14	Ж/б			Дяченка, 12	0,165
15	Всього:				1,765
16	Д/у 790	Пластинчатий	Б-2	Леніна, 20	0,013
17	Гуртожиток			Леніна, 22	0,019
18	Всього:				0,032
19	Ж/б	Пластинчатий	Б-3	Геофізиків, 1	0,04
20	Всього:				0,04
21	Гуртожиток	Ємкісний	Б-4	Геофізиків, 4	0,052
22	Гуртожиток			Геофізиків, 6	0,052
23	Ж/б			Геофізиків, 8	0,0292
24	Всього:				0,133
25	Загальна теплова потужність на потреби ГВП:				1,97

2. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВИХ ПОТОКІВ

2.1. Розрахункові теплові потоки.

Максимальний тепловий потік на опалення житлових і громадських приміщень, МВт, визначається за формулою:

$$Q'_{\text{оmax}} = (1 + K_1) \cdot q_0 \cdot A \cdot 10^{-6}, (1)$$

де q_0 – укрупнений показник максимального теплового потоку на опалення 1 м² загальної площі житлових приміщень, Вт/м², ;

K_1 – коефіцієнт, що враховує тепловий потік на опалення громадських приміщень, $K_1=0,25$; A – загальна площа житлових споруд, м², яка визначається з рівності:

$$A = F_i f_1, (2)$$

де f_1 – щільність житлового фонду, м²/га, приймається залежно від кількості поверхів забудови,;

F_i – площа кварталу, га, визначається по генплану мікрорайону в відповідності з завданням і врахуванням масштабу.

Максимальний тепловий потік на вентиляцію громадських споруд, МВт, дорівнює:

$$Q'_{\text{vmax}} = K_1 K_2 q_0 A \cdot 10^{-6}, (3)$$

де K_2 – коефіцієнт, що враховує тепловий потік на вентиляцію громадських споруд, для споруд,

побудованих до 1985 р.: $K_2=0,4$, після 1985 р. $K_2=0,6$.

Середній тепловий потік на гаряче водопостачання житлових та громадських споруд, МВт, визначається за формулою:

$$Q_{hm} = q_h \cdot m \cdot 10^{-3}, (4)$$

де q_h - укрупнений показник середнього теплового потоку на гаряче водопостачання на одного мешканця, Вт/меш., (дод.3), [4];

m – кількість мешканців, яка визначається за формулою:

$$m = A_i / f_2, (5)$$

де f_2 – норма загальної площі на одного мешканця, $f_2 = 20 - 25 \text{ м}^2/\text{меш.}$

Максимальний тепловий потік на гаряче водопостачання житлових і громадських споруд:

$$Q_{hmax} = 2,4 \cdot Q_{hm}. (6)$$

Середній тепловий потік на гаряче водопостачання в неопалювальний період, МВт:

$$Q_{hmax}^S = Q_{hmax} (t_h - t_c^S) / (t_h - t_c) \beta (7)$$

де t_c , t_c^S – відповідно температури водопровідної води, які дорівнюють в опалювальний період $+5^\circ\text{C}$, а в

неопалювальний період $+15^\circ\text{C}$; t_h - температура гарячої води в системі гарячого водопостачання, дорівнює 55°C ;

β - коефіцієнт, враховуючий зміну середньої витрати гарячої води в неопалювальний період, порівнюючи з опалювальним періодом;

для житлово-комунального сектора $\beta=0,8$; для курортних і південних міст $\beta=1,5$;

для промислових підприємств $\beta=1,0$.

Результати розрахунку по кожному кварталі заносять в таблицю 1.

Значення розрахункових теплових потоків

Значення розрахункових теплових потоків

№Квар-талу	Площа квартири, га	Щільність житлового фонду, м ² /га	Житлова площа квартири, м ²	Кількість мешканців, меш.	Теплові потоки, МВт			
					опалення, Q' _{оmax}	вентиляція, Q' _{vmax}	ГВП Q _{hm}	разом 6+7+8
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	5	7800	39000	1560	3,83	0,31	0,63	4,77
2	12	6000	72000	2880	7,07	0,57	1,17	8,81
3	10	6300	63000	2520	6,19	0,50	1,03	7,71
4	5	6800	34000	1360	3,34	0,27	0,55	4,16

2.2 Теплові потоки на протязі опалювального періоду

Крім розрахункових теплових потоків потрібно розрахувати теплові потоки при характерних

температурах зовнішнього повітря:

- температурі початку опалювального періоду, $t_{нк}=+8^{\circ}\text{C}$;
- середній температурі опалювального періоду, $t_{оп}$, $^{\circ}\text{C}$;
- середній температурі між цими температурами, $t=0,5\cdot(t_{нк}+ t_{оп})^{\circ}\text{C}$.

Для будь-якої температури зовнішнього повітря t_n в діапазоні $t_o \dots t_{нк}$ теплові потоки на опалення

та вентиляцію дорівнюють:

$$Q^t_v = Q'_{vmax} \cdot Q_o = Q'_{vmax} \cdot (t_i - t_n) / (t_i - t'_o) \quad (8);$$

$$Q^t_o = Q'_{оmax} \cdot Q_o = Q'_{оmax} \cdot (t_i - t_n) / (t_i - t'_o) \quad (9);$$

де t_i – температура внутрішнього повітря, дорівнює 18°C ; t'_o - розрахункова температура зовнішнього повітря на опалення, $^\circ\text{C}$.

Теплові потоки на гаряче водопостачання (середній і максимальний) на протязі опалювального періоду приймаються постійними.

За результатами розрахунків складають таблицю 2 , на основі якої будують графіки зміни теплових потоків у залежності від температури зовнішнього повітря.

Таблиця 2

Розрахунок теплових потоків

Температура	t'_o ; $^\circ\text{C}$	t_n ; $^\circ\text{C}$	$t_{оп}$; $^\circ\text{C}$	t''_n ; $^\circ\text{C}$	+8 $^\circ\text{C}$	літо
		-22	-11,5	-1,1	-0,2	8
Відносний тепловий потік, \bar{Q}_o	1,00	0,74	0,48	0,46	0,25	-
Витрата теплоти на опалення, Q_o	20,4	15,1	9,8	9,3	5,1	-
Витрата теплоти на вентиляцію, Q_v	1,63	1,21	0,78	0,74	0,41	-
Середня витрата теплоти на гаряче водопостачання, Q_{hm}	3,39	3,39	3,39	3,39	3,39	2,17
Максимальна витрата теплоти на гаряче водопостачання, Q_{hmax}	8,13	8,13	8,13	8,13	8,13	5,20
Середня сумарна витрата теплоти: $\square Q_m = Q_o + Q_v + Q_{hm}$	25,46	19,69	13,93	13,43	8,90	2,17
Максимальна сумарна витрата теплоти: $\square Q_{max} = Q_o + Q_v + Q_{hmax}$	30,20	24,43	18,67	18,17	13,64	5,20

2.3 Річні витрати теплоти

Річні витрати теплоти, ГДж:

на опалення:

$$Q_o^p = k \cdot Q'_{o\max} \cdot \frac{t_i - t_{оп}}{t_i - t'_o} \cdot n_o = 157661 \quad (10)$$

де t_i – розрахункова температура внутрішнього повітря, °С; $t_{оп}$ – середня температура опалювального періоду, °С; n_o – тривалість опалювального періоду, доб.; k – коефіцієнт переведення одиниць;

на вентиляцію:

$$Q_V^p = k \cdot Q'_{V \max} \cdot \frac{t_i - t_{оп}}{t_i - t'_o} \cdot n_o \cdot \frac{Z}{24} = 379 \quad (11)$$

де Z – тривалість роботи системи вентиляції на протязі доби, год., $Z=16$ год.;

на гаряче водопостачання:

$$Q_{hm}^p = k(Q_{hm} \cdot n_o + Q^s_{hm} (8400 - n_o)) = 85232 \quad (12)$$

де 8400 – кількість годин роботи системи теплопостачання за рік.

Сумарна річна витрата теплоти, ГДж:

$$\Sigma Q^p = Q_o^p + Q_V^p + Q_{hm}^p = 243272 \quad (13)$$

3. РЕГУЛЮВАННЯ ТЕПЛОВИХ ПОТОКІВ

3.1 Регулювання теплових потоків по навантаженню опалення.

3.1.1 Графіки температур і витрат мережної води

Температура мережної води при температурі зовнішнього повітря t_H :
в подаючому трубопроводі:

$$\tau_{10}(t_H) = t_i + (\tau'_{np} - t_i) \bar{Q}_o^{0,8} + (\tau'_{10} - \tau'_{np}) \bar{Q};$$

після системи опалення:

$$\tau_{20}(t_H) = t_i + (\tau'_{np} - t_i) \bar{Q}_o^{0,8} - (\tau'_{np} - \tau'_{20}) \bar{Q}_o;$$

перед системою опалення:

$$\tau_3(t_H) = t_i + (\tau'_{np} - t_i) \bar{Q}_o^{0,8} + (\tau'_3 - \tau'_{np}) \bar{Q}_o;$$

де τ'_{np} – розрахункова середня температура опалювального пристрою, °С;

$$\tau'_{np} = 0,5(\tau'_3 + \tau'_{20}) = 0,5(95 + 70) = 82,5;$$

\bar{Q}_o - відносний тепловий потік,

$$\bar{Q}_o = \frac{t_i - t_H}{t_i - t'_o};$$

τ'_3 - розрахункова температура мережної води перед системою опалення, приймається 95 -105 °С.

$$\tau'_3 = 95^\circ C;$$

Витрата мережної води на опалення, кг/с:

$$G_0(t_H) = \frac{Q_o(t_H) 10^3}{\alpha (\tau_{10}(t_H) - \tau_{20}(t_H))};$$

Результати заносять в таб. 3, за результатами розрахунку будують графік температур і витрат мережної води на опалення в залежності від температури зовнішнього повітря.

Таблиця 3

Результати розрахунку графіка регулювання
теплових потоків на опалення.

Познач	Один. вимір.	Температура і витрата мережної води при °C				
		$t'_{o=}$	$t_{H=}$	$t_{оп=}$	$t_{зріз=}$	$t=$
		-22	-12	-1,1	3,8	+8
\square_{10}	°C	150	118,5	85,9	70	70
\square_{20}	°C	70	59,4	47,7	42	42
\square_3	°C	95	77,9	59,7	50,6	50,6
G_o	кг/с	61,0	61,0	61,0	61,0	42,9

$$\overline{Q}_0 = \frac{t_i - t_n^{\parallel}}{t_i - t_0} = \frac{18 - 3.8}{18 + 22} = 0,355;$$

3.2 Регулювання теплових потоків по сумарному навантаженню опалення і гарячого водопостачання

В закритій системі теплопостачання підігрівачі гарячого водопостачання підключають по двоступінчастій паралельній схемі, а регулювання здійснюють за підвищеним температурним графіком.

Задача розрахунку полягає в визначенні температури мережної води в подаючому і зворотньому трубопроводі теплових мереж.

При цьому методі регулювання витрата мережної води на абонентський ввід дорівнює витраті води на опалення. В якості розрахункового теплового потоку на гаряче водопостачання приймають балансовий тепловий потік

$$Q_h^B = 1,2 Q_{hm},$$

$$\overline{Q_h^B(-22)} = 1,2 \cdot 19,85 = 23,82;$$

Температура води відповідно в подаючому та зворотньому трубопроводі по підвищеному графіку дорівнюють:

$$\tau_{1\Pi} = \tau_{10} + \delta^{II}; \quad \tau_{2\Pi} = \tau_{20} - \delta^I;$$

де δ^{II}, δ^I - перепад температур мережної води відповідно в другій та першій

$$\delta^{\Pi(t)} = \frac{Q_h^b}{Q_{o\max}} (\tau'_{10} - \tau'_{20}) \left[1 - \frac{(t' - t_c)(\tau'_{20} - t_c)}{(t_h - t_c)(\tau''_{20} - t_c)} \right];$$

ступені:

$$\delta^I = \frac{Q_h^b}{Q_{o\max}} \frac{(t' - t_c)}{(t_h - t_c)} (\tau'_{10} - \tau'_{20}) \frac{(\tau'_{20} - t_c)}{(\tau''_{20} - t_c)}$$

$$t' = \tau'' - 5 = 42 - 8 = 37^0 C; \quad t_h = 55^0 C;$$

Розрахунки виконують для характерних температур зовнішнього повітря і результати заносять до таблиці 4.

Результати розрахунку підвищеного графіка температур.

Позначення	Одиниця вимірювання	Температура і витрата мережної води при $t_{зовн}$				
		-22	$t''=-7$	-1,1	1,2	+8
τ_{10}	$^{\circ}C$	95,0	70,1	70,1	70,1	70,1
τ_{20}	$^{\circ}C$	70,0	54,5	54,5	54,5	54,5
G_o	$m^3 / год$	242	242	185	163	97

За результатами розрахунку будують підвищений графік залежності температур мережної води від температури зовнішнього повітря.

3.3 Регулювання теплових потоків на вентиляцію

Задача розрахунку полягає в визначенні витрати мережної води на вентиляцію G_v і температури мережної води після калориферу τ_{2e} . При наявності зрізки температурного графіка визначають два характерних діапазони.

3.3.1. Діапазон зрізки температурного графіка.

$$\left(\frac{t_i - t_n}{t_i - t_n''} \right)^{0,85} = \left(\frac{18 - 8}{18 - 3,8} \right)^{0,85} = 0,742;$$

При постійній температурі мережної води перед калорифером і змінному тепловому потоці на вентиляцію температура мережної води після калориферів визначають з рівняння:

$$\frac{(\tau_1'' + \tau_{2B}) - (t_n + t_i)}{(\tau_1'' + \tau_{2e}) - (t_n'' + t_i)} \cdot \frac{(\tau_1'' - \tau_{2e})^{0,15}}{(\tau_1'' - \tau_{2B})^{0,15}} = \frac{(t_i - t_n)^{0,85}}{(t_i - t_n'')^{0,85}} = 0,742;$$

$$\frac{(70 + \chi) - (8 + 18)}{(70 + 42) - (3.8 + 18)} \cdot \frac{(70 - 42)^{0.15}}{(70 - \chi)^{0.15}} = \frac{(70 + 27.6) - (8 + 18)}{(70 + 42) - (3.8 + 18)} \cdot \frac{(70 - 42)^{0.15}}{(70 - 27.6)^{0.15}} = 0.742;$$

Перевірка: $\chi < \tau_{20}(8)$;

Температуру води в подаючому трубопроводі в точці злому температурного графіка приймають при регулюванні:

по навантаженню опалення $\tau_1'' = \tau_{10}''$

Температуру мережної води після калорифера в точці злому графіка τ_{2B}'' приймають рівною τ_{20}'' .

$$\tau_{2B} = 27.6^\circ C;$$

3.3.2. Діапазон температур зовнішнього повітря

менших ніж t_H''

При змінних температурі мережної води в подаючому трубопроводі і тепловому потоці на вентиляцію температура мережної води після калориферів:

$$\tau_{2B} = \tau_1 - (\tau_{10}' - \tau_{20}') \frac{t_i - t_H}{t_i - t_o'}; \quad \tau_1 = \tau_{1II};$$

Температуру мережної води в подаючому трубопроводі приймають при регулюванні:

по навантаженню опалення $\tau_1 = \tau_{10}$;

Витрата мережної води на вентиляцію для першого та другого діапазонів, кг/с:

$$G_V(t_H) = \frac{Q_V(t_H)10^3}{\alpha(\tau_1(t_H) - \tau_{2B}(t_H))}; \text{ кг/с}$$

Результати розрахунків для характерних температур зовнішнього повітря заносять до таблиці 5. За результатами розрахунку будують графіки залежності температур мережної води після калорифера і витрати мережної води на вентиляцію від температури зовнішнього повітря.

Таблиця 5

Результати розрахунку графіка регулювання теплових потоків на вентиляцію

Познач.	Один. вимір.	Температура і витрата мережної води при °С				
		$t'_{o=}$	$t_{H=}$	$t_{оп=}$	$t_{зріз=}$	$t=$
		-22	-12	-1,1	3,8	+8
□ ₁	°С	150,00	118,49	85,94	70,13	70,13
□ ₂₀	°С	70	59	48	42	42
□ _{2В}	°С	70	59	48	42	27,5
G _v	кг/с	4,9	4,9	4,9	4,9	2,3

4. ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ВИТРАТ ТЕПЛОНОСІЯ

Розрахункова витрата води, кг/с:

а) на опалення

$$G_{o\max} = \frac{Q_{o\max} \cdot 10^3}{\alpha(\tau'_{10} - \tau'_{20})};$$

б) на вентиляцію

$$G_{v\max} = \frac{Q_{v\max} \cdot 10^3}{\alpha(\tau'_{10} - \tau'_{20})};$$

в) на гаряче водопостачання в закритих системах тепlopостачання:

середній при паралельній схемі приєднання підігрівачів

$$G_{2hm} = \frac{Q_{hm}}{\alpha(\tau''_{10} - \tau'_{20})} \cdot \left(\frac{55 - t'}{55 - t_c} + 0,2 \right)$$

максимальний при паралельній схемі приєднання підігрівачів

$$G_{2h\max} = \frac{Q_{h\max} \cdot 10^3}{\alpha(\tau''_{10} - 30)};$$

Сумарні розрахункові витрати мережної води в двохтрубних теплових мережах у відкритих та закритих системах тепlopостачання при якісному регулюванні, кг/с:

$$G_d = G_{o\max} + G_{v\max} + k_3 G_{hm}.$$

Коефіцієнт k_3 , що враховує частку середньої витрати води на гаряче водопостачання.

Витрату теплоносія визначають для кожного кварталу, а результат заносять до таблиці 6.

Розрахункова витрата води в двохтрубних водяних теплових мережах в неопалювальний період, кг/с:

$$G_d^S = \beta G_{ih\max} = 0,8 \cdot G_{ih\max};$$

Розрахункові витрати теплоносія.

№ кварталу	Розрахункова витрата теплоносія, кг/с				
	$G_{\text{оmax}}$	G_{vmax}	G_{ih}	G_{d}	G_{d}^{s}
1	10,76	3,59	2,23	17,02	3,42
2	19,86	6,62	4,11	31,42	6,32
3	17,38	5,80	3,60	27,50	5,53
4	9,38	3,13	1,94	14,84	2,98
Разом	57,38	19,14	11,88	90,78	18,26

5. ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК

Задача гідравлічного розрахунку трубопроводів теплових мереж полягає у визначенні їх діаметрів, втрат тиску при розрахункових витратах теплоносія, подачі та напорі мережних насосів, втрат тиску при розрахункових витратах теплоносія, а також ув'язка тисків у відгалуженнях теплової мережі.

Гідравлічний розрахунок теплової мережі виконують за методом еквівалентних довжин. Значення коефіцієнта місцевих втрат α приймають 0,4.

Еквівалентна довжина ділянки дорівнює:

$$l_e = \alpha l,$$

де l – довжина ділянки по плану, м.

Питомі втрати тиску на тертя приймають на основі техніко-економічних розрахунків, при відсутності цих даних їх приймають в наступних межах:

для магістралі 40 – 80 Па/м;

для відгалужень - по наявному тиску виходячи з умови рівності втрат тисків від джерела теплоти до кінцевих споживачів магістралі і відгалуження. При цьому питомі втрати не повинні перевищувати 300 Па/м, а швидкість теплоносія – 3,5 м/с.

Діаметри подаючого та зворотнього трубопроводів двотрубних теплових мереж при спільній подачі тепла на опалення, вентиляцію і гаряче водопостачання приймають, як правило, однаковими.

ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКУ

По розрахунковим витратам теплоносія на ділянці по відбирають діаметри трубопроводів і знаходять питомі втрати тиску і швидкість теплоносія.

Втрати тиску на ділянці:

$$\Delta P_i = R_i (1 + l_e) = R_i l (1 + \alpha),$$

де R_i – питома втрата тиску, Па/м.

Сумарні втрати тиску визначають зростаючим підсумком від джерела теплоти до кінцевого споживача:

$$\Delta P_{tot} = \sum_{i=1}^n \Delta P_i$$

де n – кількість ділянок,

ΔP_i – втрати тиску на i – й ділянці.

Результати розрахунків заносять до таблиці 7.

Таблиця 7

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж
(Опалювального періоду)

№	Витрата а G, кг/с	Діам D*s, мм	Геом . . довж . . l, м	Прив. довж. l _{пр} , м	Шви- дкість м/с	Питомі втрати тиску, Па/м	Втрати тиску на діл., кПа	Сумарні втрати тиску, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Магістраль								
ТК 7126	311.5	720* 9	110	154	0,869	9,8	1,51	0,151
1-2	296.7	720* 9	227	318,5	0,815	8,3	2,64	0,415
2-3	254.2	720* 9	303	424,2	0,8	8,1	3,44	0,759
3-4	230.01	720* 9	126	176,4	0,76	7,3	1,288	0,888

Гідравлічний розрахунок для неопалювального періоду полягає в визначанні швидкості теплоносія і втрат тисків при заданих діаметрах теплових мереж, які прийняті в розрахунку опалювального режиму роботи теплових мереж.

Результати розрахунків заносять до таблиці 8.

Таблиця 8

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж
(Неопалювального періоду)

№	Витрата G, кг/с	Діам D*s, мм	Геом. довж. l, м	Прив. довж. l _{пр} , м	Шви- дкість м/с	Питомі втрати тиску, Па/м	Втрати тиску на діл., кПа	Сумарні втрати тиску, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Магістраль								
ТК-7126	219,7	720*9	110	154	0,61	5,6	0,862	0,0862
1-2	174,5	720*9	227,5	318,5	0,68	8,1	2,58	0,344
2-3	165,0	720*9	303	424,2	0,65	7,45	3,16	0,660
3-4	138,5	720*9	126	176,4	0,6	6,8	0,183	0,678

6. БУДІВЕЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ

В даному проекті передбачається заміна каналної прокладки безканалною прокладкою трубопроводів теплових мерж та заміна всього обладнання теплової мережі. Для вузлів трубопроводів влаштовуються нові підземні теплофікаційні камери, а старі демонтуються.

Для будівництва камер (стіни, перекриття, основа) використовуються збірні залізо бетонні панелі.

Габаритні розмірикамер вибираються з умов забезпечення зручності і безпеки обслуговування обладнання.

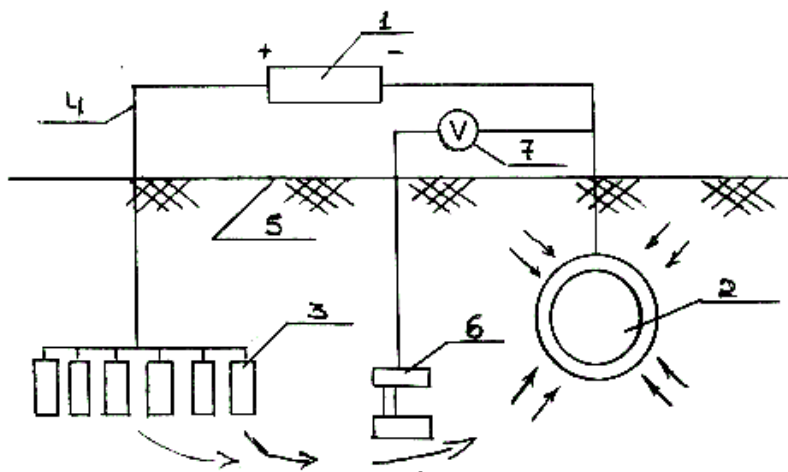
Для входу в підземні камери в кутах по діагоналі влаштовують люки - не менше двох при внутрішній площі до 6 м² і не менш чотирьох при більшій площі. Діаметр люка приймається не меншим 0,63 м. Під кожним люком встановлюється брабина чи скоби з кроком не більше 0,4 м для спуску в камеру.

В камерах, розташованих в самих вищих точках теплотраси, встановлюють повітряні спускні вентелі чи засувки, а в самих нижчих точках влаштовують дренаж мережної води в дренажні колодці через спускні засувки чи вентелі. Дренажні колодці збираються із залізобетонних кілець.

Для захисту камер від ґрунтових і поверхневих вод їх зовнішню поверхню оклеюють декількома шарами гідроізола чи металоізола, а іноді додатково накладають на внутрішню поверхню стін і дніща цементною штукатуркою. Для зменшення верогідності затоплення камер в періоди аварій спускні дренажі теплопроводів слід виводити за стіни камер, особливо при встановленні обладнання з електроприводами. Для захисту дренажних труб від забруднення ґрунтом отвори в них обсыпають гравієм чи щебнем, а для прочистки дренажних труб ви

7. ЗАХИСТ ТРУБОПРОВІДІВ ВІД ЕЛЕКТРОКОРОЗІЇ

Електрична корозія виникає від блукаючих токів, проходячих крізь ґрунт і підземні комунікації, прокладені в ґрунті. Джерелами (блукаючих токів) являються установки постійного електричного струму для електрофіцированих залізодорожних ліній. Електричний струм стікає в ґрунт і потрапляє на трубопровід. В даному проекті застосований катодний захист для захисту трубопроводів теплотраси від електрокорозії. Катодна поляризація здійснюється за допомогою накладеного струму від зовнішнього джерела енергії, котрий перетворює змінний струм промислової частоти в постійний. Захисна - конструкція з'єднується з від'ємним полюсом зовнішнього джерела випрямленого струму, так, що вона діє в якості катода. Другий електрод (анодне заземлення) з'єднується з позитивним полюсом джерела струму, так, що він діє в якості анода.



Принципова схема катодного захисту.

1. Джерело постійного напруження.
2. Трубопровід.
3. Аодне заземлення.
4. Металевий провідник.
5. Ґрунт.
6. Мідносульфатний електрод порівняння з датчиком поляризаційного потенціалу.
7. Високоомний вольтметр.

8. МОНТАЖНА СХЕМА ТЕПЛОВОЇ МЕРЕЖІ

Монтажна схема складається виходя із вибраної траси. Прийнятих теплоносіїв і взаємного розміщення трубопроводів. Розробка монтажною схеми полягає в розстановці по трасі нерухомих опор, компенсаторів, камер та запірної арматури.

Подаючий трубопровід на схемі розміщується з правого боку по руху води від джерела теплоти, а зворотній з лівого. Відстань між камерами розбивають нерухомими опорами на компенсаційні ділянки. При підземному прокладанні в містах для трубопроводів з діаметром менше 100 мм застосовують Г, П-подібні компенсатори, а для трубопроводів діаметром більше 100 мм сільфоні компенсатори.

Всі природні повороти траси теплової мережі під кутом менше 120° повинні бути використані для самокомпенсації температурних подовжень трубопроводів. Повороти траси під кутом більше ніж 120° закріплюють нерухомими опорами.

На всіх відгалуженнях від магістралі та відгалуженнях до споживача необхідно встановити запірну арматуру.

Схему розроблюють в горизонтальній площині в масштабі 1:5000:

1. Намічають ділянки природної компенсації. Намічають умовними позначеннями розміщення камер в місцях відгалужень від магістралі, підключення споживачів.
2. Розміщують нерухомі опори в камерах підключення споживачів.
3. Розбивають відстані між камерами на компенсаційні ділянки розміщенням нерухомих опор). Розміщують камери в місцях установки сальникових компенсаторів.
4. Розміщують запірну арматуру.

На схемі вказують :

- трубопроводи і їх позначення (при незалежному підключенні систем опалення - подаючий T11 і зворотній T12, при залежному - подаючий T1 і зворотній T2, подаючий системи гарячого водопостачання T3, циркуляційний T4);

- арматуру, компенсатори, нерухомі опори, кути повороту, камери (вузли теплофікаційні), точки дренажу трубопроводів, маркіровку елементів мереж і їх нумерацію, ухил, лінії січних площин перерізів та їх нумерацію.

9. ПОВЗДОВЖНІЙ ПРОФІЛЬ ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖ

Профілі теплових мереж зображують у вигляді розгорнень по осям трас.

На профілі вказують:

- 1) поверхню землі проектну та натурну;
- 2) рівень ґрунтових вод;
- 3) перетнуті підземні і надземні комунікації і споруди, що впливають на прокладання запроектованих мереж;
- 4) канали, тунелі, камери, естакади та інші споруди і конструкції мереж.
Трубопроводи в каналах, тунелях, камерах та нішах не зображуються;
- 5) нерухомі опори

Під профілем розташовують таблицю встановленої форми для підземного або надземного прокладання. Відмітки мереж проставляють в характерних точках, місцях перетину з дорогами, інженерними комунікаціями і спорудами, що впливають на прокладання запроектованих мереж.

Відмітки і довжини ділянок мереж вказують в метрах з двома десятичними знаками, а ухили в промілях.

10. РОЗРАХУНОК ТРУБОПРОВОДІВ НА МІЦНІСТЬ І КОМПЕНСАЦІЮ ТЕМПЕРАТУРНИХ ПОДОВЖЕНЬ

10.1 Розрахунок трубопроводів на самокомпенсацію температурних подовжень.

Необхідно розрахувати одну з ділянок Г-подібного повороту траси на компенсацію температурних подовжень.

При розрахунку визначають:

максимальну згинаючу напругу (співставляють її з допустимою для матеріала трубопроводу, як дорівнює 80 МПа);

бічні зміщення плечей Г-подібної ділянки (співставляють їх з відстанню “в світлі” між поверхнею ізоляції та стінкою каналу);

силу пружної деформації (ці дані використовують при розрахунку зусиль на нерухому опорі).

Максимальні згинаючі напруження на ділянці з кутовою конфігурацією

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

виникають в замуравці меншого плеча, МПа:

$$s=10.47 \text{ МПа}$$

де ΔL_k – подовження короткого плеча, м, $\Delta L_k = \alpha_1 (\tau - t_0) L_k$; α_1 – коефіцієнт лінійного розширення металу, $1/\text{K}$, $\alpha_1 = 1,2 \cdot 10^{-5}$; τ – максимальна температура теплоносія в трубопроводі, $^{\circ}\text{C}$; d_H - зовнішній діаметр трубопроводу, м; $\beta = \varphi - 90^{\circ}$;

φ – кут повороту; $n = L_d / L_k$ відношення довжини довгого плеча до довжини короткого плеча; E – модуль пружності сталі, МПа, $E = 2.105 \text{ МПа}$.

Максимальне бічне зміщення відповідно довгого і короткого плеча:

$$\Delta_d = \Delta L_k (1 + n \sin \beta) / \cos \beta = 0.0204 \text{ м}$$

$$\Delta_k = \Delta L_k (n + \sin \beta) / \cos \beta = 0.034 \text{ м}$$

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

$$P = 103 \alpha B E J (\tau - t_0) / L_{2k} = 0,7406 \text{ кН}$$

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

де

$$B = 1,77051$$

10.2. Розрахунок осевого зусилля на нерухому опору

Необхідно розрахувати осеве зусилля на нерухому опору у меншого плеча Г-подібного компенсатора, а також на опори, що фіксують ділянку з П-подібним компенсатором.

В залежності від місця розташування, виду компенсаторів і наявності запірної арматури на нерухому опору можуть діяти сили, Н:

тертя в рухомих опорах

$$P_{оп} = f g L = 9,562 \text{ кН}$$

тертя в сальниковому компенсаторі

$$P_c = 0,03 \pi P_p l_{Дн} = 21,75 \text{ кН}$$

$$P_{вд} = \frac{\pi}{4} P_p d_B^2;$$

внутрішнього тиску, обумовленого зміною діаметру трубопроводу з $d_{в1}$ на $d_{в2}$ ($d_{в1} > d_{в2}$),

$$P_{вд} = 124,94 \text{ кН}$$

$$P_{вд} = \frac{\pi}{4} P_p (d_{в1}^2 - d_{в2}^2);$$

внутрішнього тиску при розташуванні нерухомої опори на ділянці з поворотом труби, з заглушкою або засувкою

$$P_{вд}=228,05 \text{ кН}$$

де f – коефіцієнт тертя рухомих опор, для ковзних опор $f=0,3$; g – маса 1 м погонної довжини трубопроводу теплових мереж, теплоносія та ізоляції, кг/м (дод.14); L – довжина трубопроводу від нерухомої опори до компенсатора або від нерухомої опори до повороту при самокомпенсації, м; P_p – робочий тиск теплоносія (в місці розташування нерухомої опори), приймається по графіку тисків, Па; D_n , l - зовнішній діаметр стакану і довжина шару набивки по осі сальникового компенсатора, м [1].

Сили пружної деформації Г-подібної ділянки самокомпенсації обчислюють за формулою (48), а П-подібного компенсатора - за (51).

При розрахунку осьового зусилля на нерухому опору додають всі сили, діючі справа і зліва від опори. Від більшої результуючої сили віднімають меншу, помножену на коефіцієнт 0,7, який враховує можливі відхилення від розрахункових значень сил тертя і пружної деформації. Якщо на опорі з обох сторін діють однакові сили, за розрахункову приймають силу, діючу з одної із сторін з коефіцієнтом 0,3 [1].

11. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВОЇ ІЗОЛЯЦІЇ

Задача теплового розрахунку – визначення втрат теплоти крізь трубопровід та ізоляцію в зовнішнє середовище.

Послідовність розрахунку.

Розрахунок втрат тепла попередньо ізольованих труб прокладених в землі.

Втрати тепла м.п. подаючого трубопровода Φ_1 та зворотнього Φ_2 можна визначити:

$$\Phi_1 = U_1 (t_f - t_i) - U_2 (t_r - t_j), \text{ Вт/м};$$

$$\Phi_2 = U_1 (t_r - t_j) - U_2 (t_f - t_j), \text{ Вт/м};$$

А втрати тепла двох трубопроводів складе :

$$\Phi_1 + \Phi_2 = 2 (U_1 - U_2) \left(\left(\frac{t_r + t_f}{2} \right) - t_j \right), \text{ Вт/м};$$

де U_1, U_2 - коефіцієнт теплопередачі;

t_r, t_f - температура води в подаючому та зворотньому трубопроводах;

t_j - температура ґрунта на глибині прокладання труби;

Для паралельного прокладання двох труб коефіцієнт теплопередачі буде

дорівнювати :

$$U_1 = (R_i + R_j) \left((R_i + R_j)^2 - R_H^2 \right) \text{ Вт/м } ^\circ\text{К}$$

де R_j - термічний опір ґрунта м $^\circ\text{К/Вт}$;

R_i - термічний опір ізоляції м $^\circ\text{К/Вт}$;

R_j - термічний опір між подаючим та зворотнім трубопроводами, м $^\circ\text{К/Вт}$;

Коефіцієнт теплопередачі для двох трубопроводів буде дорівнювати:

$$U_1 + U_2 = R_H / \left((R_i + R_j)^2 - R_H^2 \right)$$

Термічний опір ґрунта дорівнює:

$$R_j = \frac{1}{2\pi\lambda_r} \ln \frac{4Z}{dy}, \text{ м } ^\circ\text{К/Вт};$$

де Z - глибина прокладання трубопровода, м ;

λ_{Γ} - коефіцієнт теплопровідності ґрунта, що залежить від кількості
вологи в ґрунті, Вт/м °К(див. табл. 10);

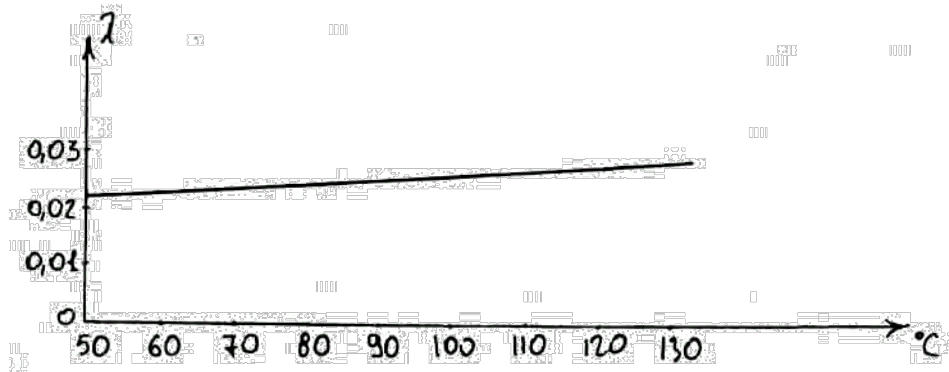
Таблиця 10

Тип ґрунту	Сухий	Середньої вологості	Вологий
коефіцієнт теплопровідності	0,8	1,2	2,0

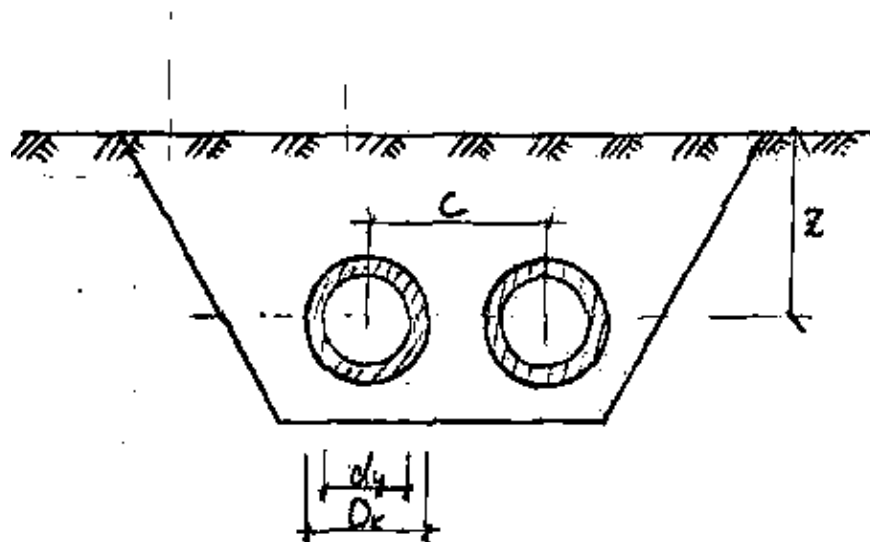
Термічний опір однорідного циліндричного шару ізоляції дорівнює :

$$Ri = \frac{1}{2\pi\lambda_k} \ln \frac{D_k}{d_y}$$

де λ_k – коефіцієнт теплопровідності поліуретанової ізоляції, який залежить
від температури та визначається за графіком:



Діаграма зміни λ_k від t



Термічний опір між подаючим та зворотнім трубопроводами дорівнює:

$$R_{n(i)} = \frac{1}{2\pi\lambda_r} \ln \frac{1}{(2Z/c)^2}, \text{м } ^\circ\text{К/Вт};$$

де C – відстань між осями труб, м;

Розраунок

Потрібно визначити втрати тепла 1 м.п. мережі діаметром $D_n=720\text{мм.}$, зробленої з попередньо ізолюваних труб з товщиною ізоляції 100 мм, для температури трубопровода в подаючому 150°C , а в зворотньому 70°C .

Термічний опір однорідного циліндричного шару ізоляції дорівнює :

$$R_i = \frac{1}{2\pi\lambda_k} \ln \frac{D_k}{d_y} = \frac{1}{2 \cdot 3.140 \cdot 0.315} \cdot \ln \frac{900}{700} = 1.48, \text{м } ^\circ\text{К/Вт};$$

Термічний опір ґрунта дорівнює:

$$R_J = \frac{1}{2\pi\lambda_r} \ln \frac{4Z}{d_y} = \frac{1}{2 \cdot 3.14 \cdot 1.2} \cdot \ln \cdot \frac{4 \cdot 2120}{900} = 0.297, \text{м } ^\circ\text{К/Вт};$$

Термічний опір між подаючим та зворотнім трубопроводами дорівнює:

$$R_{n(i)} = \frac{1}{2\pi\lambda_r} \ln \frac{1}{(2Z/c)^2} = \frac{1}{2 \cdot 3.14 \cdot 1.2} \cdot \ln \left[1 + \left(\frac{2 \cdot 2 \cdot 12}{1.2} \right)^2 \right] = 0.345, \text{м } ^\circ\text{К/Вт};$$

коефіцієнт теплопередачі двох для двох трубопроводів дорівнює:

$$U_1 + U_2 = \frac{1}{1.48 + 0.297 + 0.345} = 0.471 \text{Вт/ м } ^\circ\text{К};$$

Втрати пепла на 1 п.м.подаючого та зворотнього трубопроводів дорівнює:

$$\Phi_1 + \Phi_2 = 2 \cdot 0.471 \cdot \left(\frac{150 - 70}{2} - 8.8 \right) = 95.32, \text{Вт/м};$$

12. ВИБІР ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТЕПЛОВОГО ПУНКТУ

В теплових пунктах передбачається розміщення обладнання, арматури, приборів контролю, керування і автоматизації, за якими передбачається:

- Утворення виду теплоносія або його параметрів;
- Контроль параметрів теплоносія;
- Облік теплових потоків, витрат теплоносія ;
- Регулювання витрати теплоносія і розподілення його по системам споживання теплоти ;
- Захист місцевих систем від аварійного підвищення параметрів теплоносія;
- Заповнення і підживлення систем використання теплоти;
- Збір, охолодження, повернення конденсату і контроль його якості;
- Акумуляування теплоти;
- Водопідготовка для систем ГВП.

В тепловому пункті в залежності від його призначення і місцевих умов можуть відбуватися всі перераховані заходи або тільки їх частина.

Приєднання споживачів теплоти до теплових мереж в тепловому пункті треба передбачати по схемам, забезпечуючим мінімальну витрату води в теплових мережах, а також економію теплоти і за рахунок використання регулятора витрати теплоти і запобіжників максимальної витрати мережної води, насосів з автоматичним регулюванням, понижаючи температуру води, поступаюча в системи опалення, вентиляції і кондиціювання повітря.

При закритих системах теплопостачання в залежності від співвідношення максимальних теплових потоків на ГВС і на опалення приєднання водопідігрівачів ГВС треба приймати при $Q_{hmax}/Q_{omax}=0.2-1.0$ -двоступінчата, для даного проекту $1.51/3.54=0.42$, тобто теплообмінник двоступеневий. При розрахунку поверхні нагріву водо-водяних водопідігрівачів для систем ГВС і опалення температуру води в подаючому трубопроводі треба приймати в точці ізлому графіка температур води. (+3,8 для даного проекту).

Водопідігрівачі на ГВС і опалення були підібрані за допомогою програми фірми "Альфа Лаваль" на ПК.

Циркуляційний, живільний, та насос ГВС також були підібрані за допомогою цієї програми.

На трубопроводах треба передбачати устрій штуцерів з запірною арматурою: умовним проходом 15мм для випуска повітря з високих точок всіх трубопроводів і умовним проходом не менш 25мм – для випуску води в низьких точках трубопроводах води.

Грязьовики в теплових пунктах треба передбачати:

На подаючому трубопроводі при вводі в тепловий пункт;

На зворотньому трубопроводі перед регулюючими устроями і приборами обліку витрати води і теплових потоків-не більш одного.

Для захисту від корозії і накипоутворювання трубопроводах і обладнаннях централізованих систем горячого водопостачання, приєднаних до теплових мереж через водопідігрівач, треба передбачати обробку води (допускається тільки магнітна і силікатна), для даного прекут магнітна обробка за допомгою апарату магнітної обробки води АМО-25-У4.

I Незалежне підключення системи опалення.

Теплове навантаження опалення $Q=2147000$ ккал/г= 2496961 Вт.

1. Циркуляційний насос системи опалення.

Витрата $V= 2496,96/(1,163*0,917*(105-70))=66.9$ м³/г.

Напір дорівнює сумі:

- опір теплообмінників по воді, яка нагрівається – 3 м. в. ст.
- втрати тиску в тепловій мережі – 14 м. в. ст.
- втрати тиску в обв'язці насосів – 3 м. в. ст.
- втрати тиску в тепловому вузлі – 4 м. в. ст.
- втрати тиску в системі опалення – 10 м. в. ст.

$\Sigma H= 34$ м. в. ст.

Приймаємо модульну насосну установку “Wilо-Comfort Vario COR 6MVI-805VR, яка складається з 6 насосів (5 робочих та 1 резервний): Приймаємо здвоєний насос Wilo-DPn 100/335-15/4,

$n = 1450$ об/хв., $N = 15,0$ кВт, один з яких резервний, з регулятором обертів Wilo-CR

II. Система гарячого та холодного водопостачання.

1. Циркуляційний насос системи гарячого водопостачання.

Витрата $G^{cir} = 1,3 \Sigma g^{cir} = 1,3 * (0,77 * 4 + 0,72 + 1,16 + 1,34 + 0,27 * 2) = 32$ м³/год

Напір:

- опір теплообмінника в режимі циркуляції – 2 м. в. ст.
- втрати тиску в тепловій мережі – 13 м. в. ст.
- втрати тиску в системі гарячого водопостачання – 5 м. в. ст.
- втрати тиску в лічильнику – 3 м. в. ст.

$\Sigma H = 23$ м. в. ст.

Приймаємо модульну насосну установку “Wilo-Comfort Vario COR 4YME-803, яка складається з 4 насосів (3 робочий та 1 резервний): Wilo-IP-E-50|5-28, DN 50 один з яких резервний:

$n = 1100-2900$ об/хв., $N = 0,3-5,45$ кВт,

2. Підвищувальний насос системи холодного водопостачання.

Насос розміщується перед 1 ступінем теплообмінника гарячого водопостачання.

Витрата $V = 62,03$ м³/год/

Напір $H = H_{геом.} + H_{вуз.} + H_{вільн.} + P_{геод.} + P_{вод.} = 16 * 3 + 5 + 5 + 22 - 60 = 20$ м. в. ст.

Приймаємо модульну насосну установку “Wilo-Comfort Vario COR 4YME-803, яка складається з 4 насосів (3 робочий та 1 резервний): насоси Wilo-IPn 100/280-7,5/4, DN 100 один з яких резервний: $N = 7,5$ кВт,

Вибір регулюючого клапана для регулювання температури води в системі опалення, яка підключена незалежно.

$Q_{незал.} = 2,147$ Гкал/год.

$G_{макс.} = 2,147 * 10^6 / ((150 - 75) * 917) = 31,2$ м³/Г.

$$K_v = G_{\text{макс.}} / \sqrt{\Delta P_{\text{кл}}} = 31,2 / \sqrt{0,6} = 40 \text{ м}^3/\text{Г.}$$

$$\Delta P_{\text{кл}} = 0,6.$$

Приймаємо регулюючий клапан VFS2, $D_y = 50 \text{ мм}$, $K_v = 40 \text{ м}^3/\text{Г.}$

Вибіраємо регулятор перепаду тиску, який встановлено перед клапаном, що регулює температуру.

$$G_{\text{макс.}} = 31,2 \text{ м}^3/\text{Г.}$$

$$\Delta P_{\text{мін}} = 1,5 \text{ бар};$$

$$\Delta P_{\text{підігр.}} = 0,2 \text{ бар};$$

$$\Delta P_{\text{клап}} = 0,6 \text{ бар.}$$

$$\Delta P_{\text{AFP}} = 1,5 - 0,6 - 0,2 = 0,7 \text{ ,fh/}$$

$$K_v = G_{\text{макс.}} / \sqrt{\Delta P_{\text{AFP}}} = 31,2 / \sqrt{0,7} = 37,29 \text{ м}^3/\text{Г.}$$

Приймаємо регулятор перепаду тиску AFP, $DN = 50 \text{ мм}$, $K_v = 40 \text{ м}^3/\text{Г.}$

Вибір регулюючого клапана для регулювання температури води після підігрівача системи гарячого водопостачання.

Витрата мережної води на нагрівання водопроводної води на гаряче водопостачання:

$$G_{\text{ГВП}} = 53,6 \text{ м}^3/\text{Г.}$$

$$K_v = G_{\text{макс.}} / \sqrt{\Delta P_{\text{кл}}} = 53,6 / \sqrt{0,75} = 62 \text{ м}^3/\text{Г.}$$

$$\Delta P_{\text{кл}} = 0,75.$$

Приймаємо регулюючий клапан VFS2, $D_y = 65 \text{ мм}$, $K_v = 63 \text{ м}^3/\text{Г.}$

Вибіраємо регулятор перепаду тиску, який встановлено перед клапаном, що регулює температуру.

$$G_{\text{макс.}} = 53,6 \text{ м}^3/\text{Г.}$$

$$\Delta P_{\text{мін}} = 2,5 \text{ бар};$$

$$\Delta P_{\text{підігр.}} = 0,3 \text{ бар};$$

$$\Delta P_{\text{клап}} = 0,75 \text{ бар.}$$

$$\Delta P_{\text{AFP}} = 2,5 - 0,75 - 0,3 = 1,45 \text{ бар};$$

$$K_v = G_{\text{макс.}} / \sqrt{\Delta P_{\text{AFP}}} = 53,6 / \sqrt{1,45} = 44,7 \text{ м}^3/\text{Г.}$$

Принимаемо регулятор перепаду тиску AFP, DN = 65 мм, $K_v = 50 \text{ м}^3/\text{Г.}$

13. ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

Організація будівельного виробництва - це сукупність технічних, технологічних і організаційних рішень, що забезпечують правильне виробництво робіт і своєчасне забезпечення об'єкта технологічним обладнанням, будматеріалами і робочими ресурсами.

Цілю організації будівельного виробництва є максимально вдале поєднання трудового процесу: знаряддя праці і предметів праці для досягнення максимальної працездатності.

На сучасному етапі будівництво представляє собою складну динамічну систему і забезпечує всіх елементів будівельного виробництва можна тільки при умові припинення наукової системи її методики організації, планування і керування будівництвом.

13.1 Проект виробництва робіт.

Для створення необхідних умов своєчасного і планомірного виконання будівельне - монтажних робіт розробляється проект організації робіт.

Вихідні дані для розробки проекту організації робіт є: проектно - кошторисна документація, затверджені строки виробництва робіт, діючі норми і розрахунки на виробництво монтажних робіт і правила по охороні праці.

Проект виробництва робіт складає монтажна організація на основі робочих креслень.

В проекті виробництва робіт визначається:

- почерговість виконання робіт;
- строки виконання робіт;
- методи виробництва робіт;
- необхідність в матеріалах;
- строки їх поставки;
- необхідність в робочий силі і транспортних засобах.

13.2 Вибір методу організації монтажних робіт.

Організація монтажних робіт може вироблятися послідовним, паралельним поточним методом.

Послідовний метод заключається в тому, що наступний вид робіт починається тільки після закінчення попереднього. Недоліком методу є те, що збільшуються строки будівництва.

Паралельний метод заключається у проведенні робіт паралельно з будівництвом. В цьому випадку комплекс робіт розбивається на самостійні ділянки - захватки, які можуть бути виконані незалежно від інших робіт, які можуть бути виконані незалежно від інших робіт.

Поточний метод - об'єкти поділяються на ряд захваток, а комплекс робіт поділяється на ряд циклів однакової трудоемності. Кожна бригада виконує свій цикл а потім переходить із однієї захватки на іншу. Цей метод ефективний на будівництві цілих комплексів.

13.3 Будівництво зовнішніх теплових мереж.

Номенклатура робіт при прокладанні попередньо ізольованих теплопроводів:

I. Земляні роботи:

1. Розробка траншей екскаватором;
 - у відвал,
 - з завантаженням на автосамоскиди.
2. Планування дна та відкосів траншей вручну.
3. Встановлення огорожі траншей.
4. Демонтаж лотків.
5. Демонтаж трубопроводів.

II. Монтажі роботи

1. Монтаж залізо - бетонних конструкцій теплофікаційних камер.
 1. Монтаж нерухомих опор із збірних залізо - бетонних конструкцій.

III. Монтаж трубопроводів.

1. Збірка труб в ланцюги на бровці траншей.
2. Закладання ланцюгів труб в траншею.
3. Зварювання ланцюгів труб між собою.
4. Встановлення засувки.

IV. Гідравлічні випробування трубопроводів.

V. Теплова ізоляція трубопроводу.

1. Ізоляція:

- Стиків.
- Відводів.

VI. Земляні роботи.

1. Присипання траншей вручну.
2. Засипання траншей бульдозером.
3. Демонтаж огорожі.

13.4 Складання календарного плану монтажних робіт.

Календарний план будівельне - монтажних робіт складається з двох частин:
лівої - розрахункової,
правої - графічної;

Порядок розробки календарного плану;

- визначають номенклатуру та об'єм робіт по робочим кресленням, методи виробництва кожного виду робіт та обирають механізми, необхідні для їх виробництва;
- розраховують в людину - діб трудоемність робіт; встановлюють зміну робіт;
- виявляють технологічну послідовність та тривалість кожної з робіт;
- визначають склад бригади ланцюгів;
- встановлюють процент виконання норм вироботки;
- складають праву частину плану.

Номенклатуру робіт складають в технологічній послідовності її виконання. При цьому окремі дрібні роботи групуються, а їх трудоемність підсумовують та показують однією лінією.

Тип та потужність машин для будівництва зовнішніх теплових мереж обирають виходячи з об'ємів робіт, умови та строків будівництва.

Графік робіт (права частина календарного плану) уявляє собою лінійне зображення технологічного процесу монтажу, починає з підготовчих робіт до здавання в експлуатацію. Кожній роботі чи групі робіт відповідає лінія, довжина якої відповідає строку виконання даного процесу.

Зверху над лінією вказують кількість робочих, зайнятих у виробництві робіт.

Загальний відсоток виконання норм будівельне - монтажних робіт:

$$V_o = Q_{\text{норм}} / Q_{\text{план}} \cdot 100\%$$

де $Q_{\text{норм}}$ ~ нормативна трудоемність, визначають підсумком даних, люд / діб;

$Q_{\text{норм}}$ - планувальна трудоемність по календарному графіку руху робочих, люд / діб. (Кількість днів помножують на кількість робочих).

Моделі календарного плану у вигляді циклограм дають можливість відобразити розвиток будівельних процесів у часі та просторі, і крім цього вказує на технологічний взаємозв'язок всіх робіт

13.5. Земляні роботи.

Загальні положення

Земляні роботи по прокладці теплових мереж із попередньоізолюваних труб проводяться згідно діючих правил і нормативних документів проведення земляних робіт.

Усі роботи проводяться з дотриманням правил техніки безпеки.

Розміри траншей

Мінімальні розміри траншеї для прокладки трубопроводу з

попередньоізольованих труб залежать від:

- зовнішнього діаметра захисних труб;
- кількості труб, вкладених в одну траншею;
- глибини прокладення трубопроводу;
- розмірів компенсаційної зони;
- ґрунтових умов.

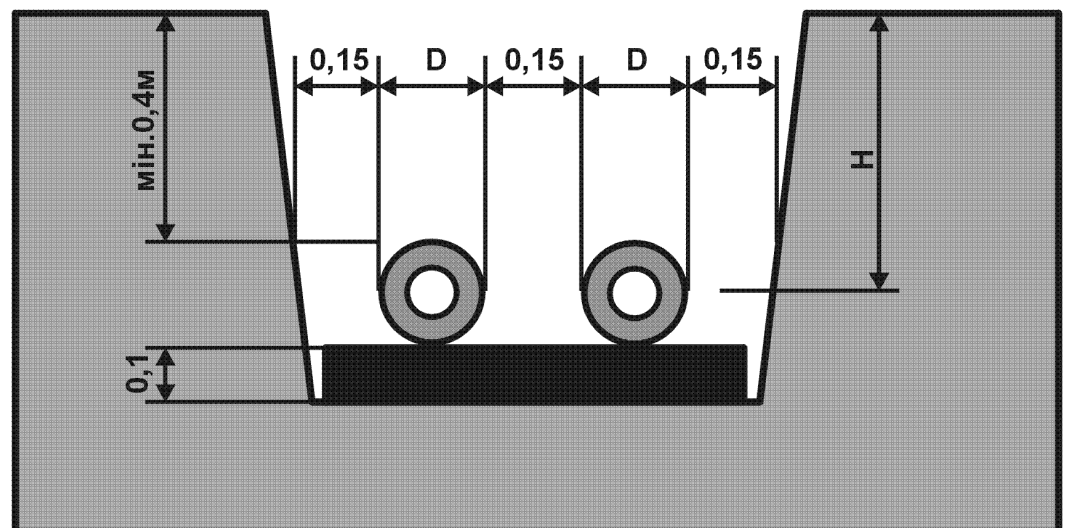
Після визначення мінімальних розмірів траншеї, необхідно розглянути ґрунтоводні умови території в місці прокладення трубопроводу.

При розрахунку розмірів траншеї для мережі з кількістю труб більше ніж дві, за основу беруть розрахунок розмірів траншеї для двохтрубної мережі, вносячи виправлення на кількість труб.

Трубопровід із попередньоізольованих труб необхідно укладати в траншею на піщану подушку, товщиною не менше 0,1 м.

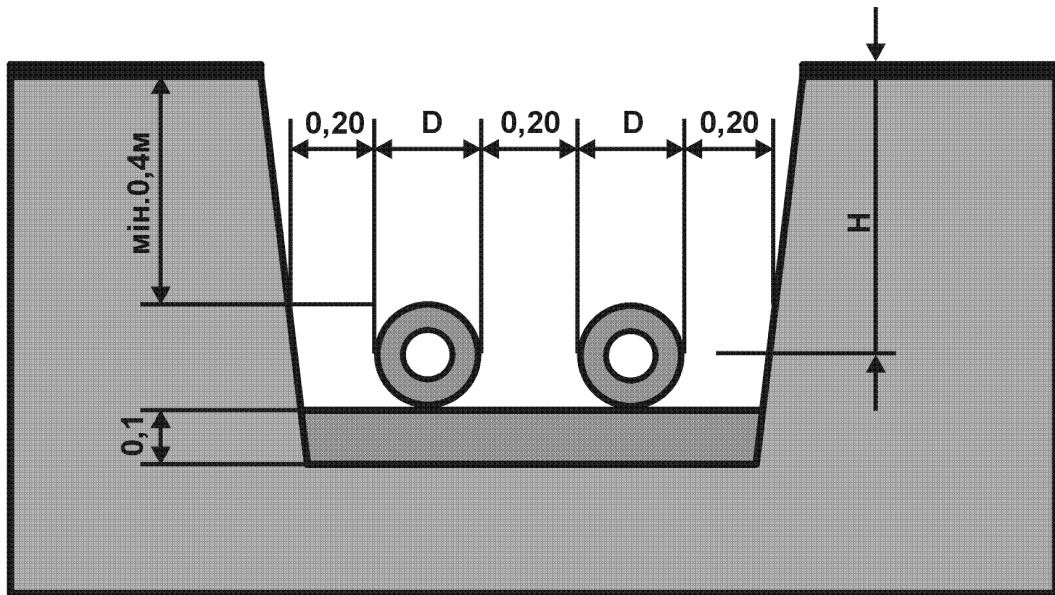
При проведенні дренажу траншеї дренажні труби необхідно прокладати на глибині не менше 0,10 м від нижнього краю захисної труби трубопроводу.

На рис. показано кілька прикладів розрахунку поперечного перерізу траншеї для двохпроводної мережі без обліку локальних умов у місці прокладки.

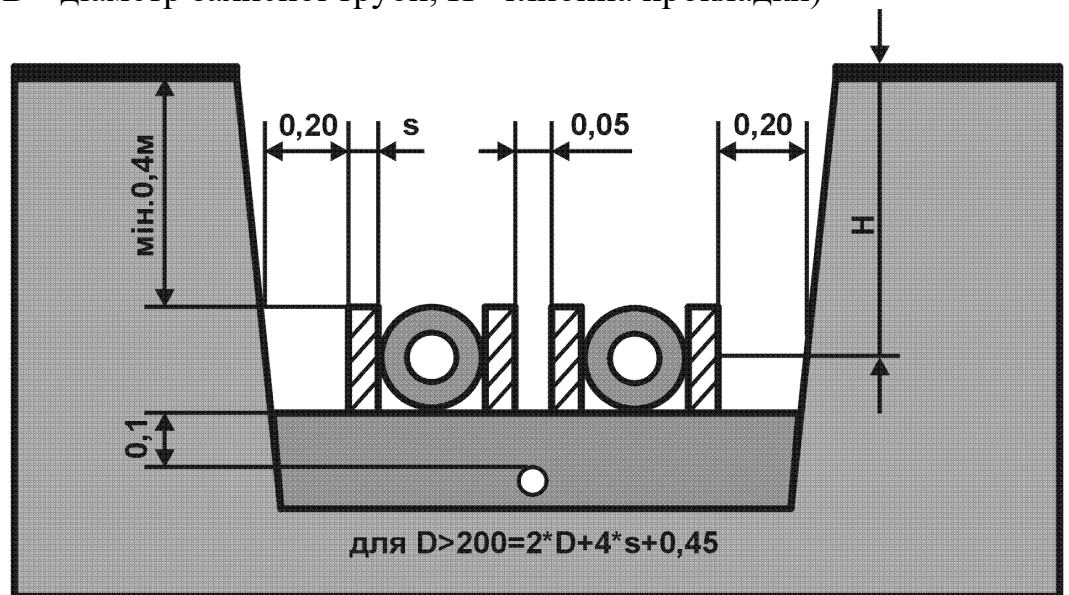


Мінімальні розміри при прокладці двохпроводної мережі трубопроводів із зовнішнім діаметром захисних труб $\varnothing 200$ мм

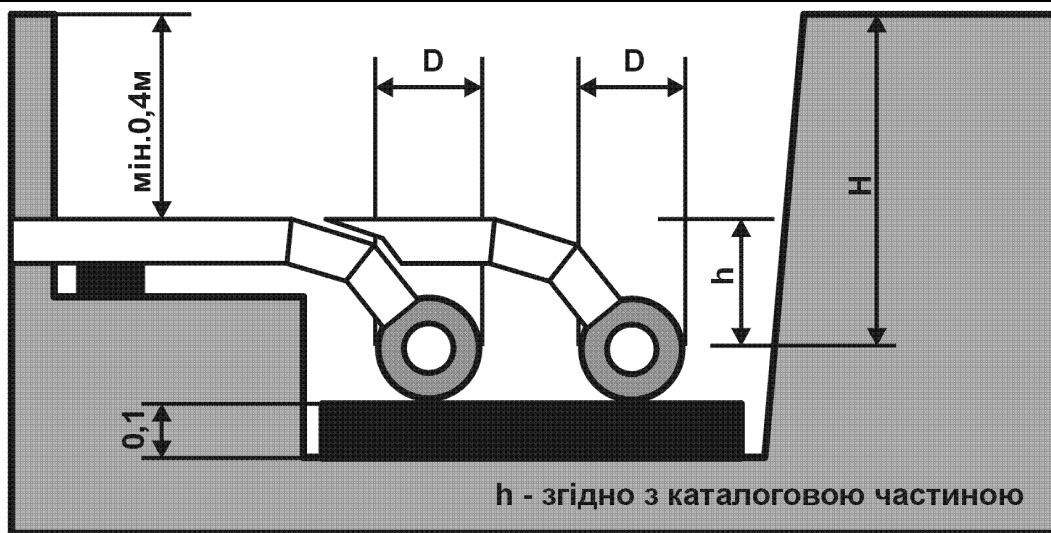
(D - діаметр захисної труби, H - глибина прокладки)



Мінімальні розміри траншеї при прокладці двохпровідної мережі трубопроводів із зовнішнім діаметром захисних труб більше 200 мм
(D - діаметр захисної труби, H - глибина прокладки)



Мінімальні розміри траншеї при прокладці двохпровідної мережі трубопроводів із компенсаційними подушками та виконанням дренажу
(D - діаметр захисної труби, s - товщина компенсаційної подушки, H - глибина прокладки).



Розміри траншеї в місцях відгалуження від мережі
(D - діаметр захисної труби, H - глибина прокладки)

У місцях з'єднання попередньоізольованих труб і елементів трубопроводів необхідно передбачити розширення і поглиблення траншеї для проведення зварювальних та теплогідроізоляційних робіт зварних з'єднань.

Засипання трубопроводів

Засипання піском трубопроводів виконаних із попередньоізольованих труб потрібно проводити після виконання всіх монтажних робіт, очищення від виробничих відходів та сміття.

Засипання траншеї є одним із відповідальних етапів при виконанні земляних робіт, що впливає на правильну роботу теплової мережі. Властивості матеріалу для засипання (зернистість, вологість, наявність включень, твердість шару) значно впливають на величину напруги, що виникає під час експлуатації в сталевій трубі.

Роботи, пов'язані з засипанням трубопроводу, розділяються на три етапи:

1. Вирівнювання піщаної подушки, товщиною не менше 0,10 м під трубопроводом з одночасним усуненням монтажних дерев'яних підставок.
2. Насипання першого шару на висоту 0,10 м від верхнього краю захисної труби трубопроводу.
3. Насипання наступних шарів до запроєктованої висоти. Ці шари насипаються ґрунтом, вибраним із траншеї. Перед засипанням ґрунт обов'язково очищається від каменю, сміття. Щільність насипаного ґрунту повинна бути така ж, як і біля траншеї.

Якість піску для засипання

Для засипання труб потрібно використовувати круглозернистий пісок із середньою зернистістю до 4 мм. Кількість дрібних зерен діаметром менше 0,25 мм не повинна перевищувати 8%.

Два шари піску необхідно трамбувати вручну до досягнення показника твердості 0,95 одиниць. У межах компенсаційної зони, незалежно від розміщення, показник твердості повинен бути 0,85-0,9 одиниць.

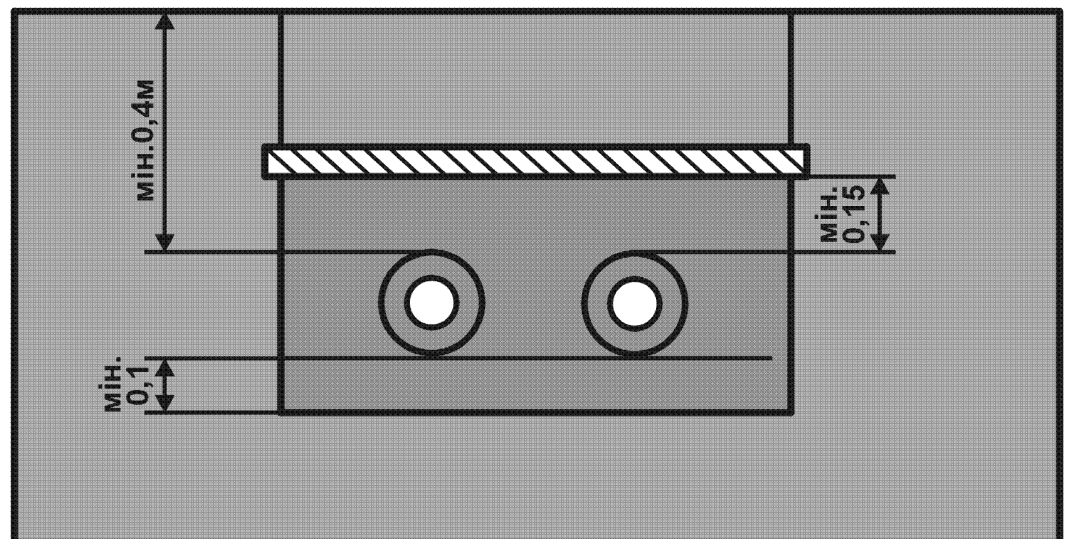
На рис. схематично показаний поперечний переріз засипаної двохпровідної мережі трубопроводів у місці встановлення компенсаційних подушок.



Поперечний переріз засипаної двохпровідної мережі трубопроводу в місці встановлення компенсаційних подушок

Сумарна товщина засипання трубопроводів повинна бути не менше 0,50 м від верхнього краю захисної труби, прокладеної вище. У випадку прокладення трубопроводу під дорогами величину засипання необхідно міряти від дна твердого шару дороги до найвищого місця дотику верхнього краю захисної труби трубопроводу.

При прокладці теплової мережі на глибині, меншій ніж 0,50 м, необхідно використовувати розвантажувальні конструкції. У такому випадку товщина шару піску між верхнім краєм захисної труби та нижньою поверхнею плити повинна бути не менше 0,15 м.



Захист засипаної двохпровідної мережі трубопроводу розвантажувальною плитою

Сигнальна стрічка

При виконанні третього етапу засипання траншеї, досягнувши товщини засипаного шару не більше 0,15 м над трубопроводом, на всю довжину розкладається сигнальна стрічка

Стрічка сигнальна виготовлена з поліетилену поставляється в рулонах довжиною 200 – 300 м і шириною 250 мм.

Монтаж трубопроводів теплових мереж

Одним із найважливіших етапів, що мають вирішальне значення для безаварійної експлуатації теплової мережі є з'єднання попередньоізольованих труб та елементів трубопроводів.

Монтаж попередньоізольованих труб та елементів теплових мереж повинен проводитися висококваліфікованою бригадою при сприятливих атмосферних умовах згідно вимог монтажної схеми.

Усі роботи проводити з дотриманням правил техніки безпеки при виконанні монтажних робіт, рекомендацій виробника попередньоізольованих труб і елементів при використанні продукції, вимог проекту теплової мережі.

Підготовчі роботи

Перед виконанням монтажних робіт попередньоізольованих труб та елементів теплових мереж персонал повинен ознайомитися з проектом теплової мережі, монтажною схемою, переліком матеріалів і технічною документацією на спеціальні види робіт.

Перевірити наявність і відповідність поставлених матеріалів та комплектуючих по специфікації до проекту. При виникненні непорозумінь звертатися на фірму - постачальника комплектуючих та матеріалів для узгодження комплектації постачання.

Погодити виконання земляних робіт із відповідними організаціями:

-у місцях прокладення теплових мереж підготувати та забезпечити: будівельні майданчики для складування попередньоізольованих труб і елементів; площадки для зварювання прямих ділянок трубопроводів;

-допоміжні будівельні матеріали, необхідні для виконання монтажних робіт на кожній ділянці;

-доставку будівельних механізмів, згідно графіка виконання робіт;

-доставку комплектуючих та матеріалів для виконання ізоляції зварних з'єднань, з'єднання системи аварійної сигналізації.

14. ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА

Вартість будівництва визначається за ДБН.Д.1-1-2000.

Дійсні будівельні норми встановлюють основні правила визначення вартості будівництва, розширення, реконструкції, технічного переоснащення підприємств, ремонту житла та ін. видів будівництва.

Для будівництв, фінансування яких здійснюється за рахунок не бюджетних коштів, дані норми носять рекомендаційний характер.

Правила поширюються на підрядний, господарчий и змішаний способи будівництва.

Система ціноутворення в будівництві містить кошторисні нормативи, правила визначення вартості будівництва і складання інвесторської кошторисної документації.

Кошторисні нормативи – це узагальнена назва комплексу кошторисних норм, які об'єднуються в окремі збірники. Разом з правилами і положеннями, що містять необхідні вимоги, вони служать для визначення вартості будівництва.

Кошторисною нормою називається сукупність ресурсів, встановлена на прийнятій визначник будівельних і монтажних робіт, а також конструкцій, виражається як правило в натуральних (фізичних) величинах або у відносній формі (у вигляді коефіцієнтів).

Головна функція кошторисних норм – визначення нормативної кількості ресурсів, необхідних для виконання відповідного виду робіт, як основи для наступного переходу до цінових показників.

В кошторисних нормах врахований повний комплекс операцій, необхідних для виконання певного виду робіт в нормальних умовах труда, що не ускладнені зовнішніми факторами.

При виконанні робіт в ускладнених умовах до кошторисних норм застосовуються коефіцієнти, що приведені в загальних вказівках до нормативів.

Під звичайними умовами виконання робіт мається на увазі виконання робіт, складування, внутрішньо будівельне транспортування необхідних матеріалів,

виробів і конструкцій без впливу специфічних факторів і умов, що ускладнюють роботу.

Коефіцієнти до нормативних показників, приведені в окремих збірниках кошторисних норм, не застосовуються до норм інших збірників кошторисних норм за винятком випадків, обумовлених в технічних частинах відповідних збірників.

Вартість будівництва відображена у договірній ціні на будівельні роботи.

Договірна ціна формується на підставі кошторисних розрахунків.

Кошторисна документація складається зі зведеного кошторису, який в свою чергу складається з об'єктних та локальних кошторисів.

В локальному кошторисі розраховується вартість якогось одного виду робіт або вартість робіт по одній частині великого об'єкту.

Локальні кошторису по об'єкту об'єднуються у об'єктний кошторис, тобто до нього вже входить вартість робіт по декільком роботам або частинам об'єкту.

І нарешті в зведеному кошторисі відображена ціна об'єкту в цілому.

В кошторисах окрім безпосередньої вартості робіт і витрат труда відображаються різні статті витрат організацій, такі як адміністративні витрати, податок на додану вартість і т. і.

Щоб виділити лише цінові показники по кошторисам, існує зведений кошторисний розрахунок.

В даному розділі наведений локальний кошторис на виконання робіт по тепломеханічній частині котельні.

15. ОХОРОНА ПРАЦІ

15.1 Аналіз проекту по небезпечним та шкідливим факторам на період будівництва систем теплопостачання.

№ п/п	Небезпечні та шкідливі виробничі фактори	Джерело, види робіт	Кількісні оцінки	Норматив
1.	Падіння людей з висоти	Монтажні	$h=4,2$ м	ДБН А.3.2-2-2009, п.14 ГОСТ 23407-78
2.	Падіння предметів з висоти	Монтажні	$h=4,2$ м	ДБН А.3.2-2-2009, п.14
3.	Ураження електричним струмом	Експлуатація технологічної оснастки	$U=380$ В	ДБН А.3.2-2-2009, п.7
4.	Вібрація	Наладка і пуск систем в дію	$v=0,02$ м/с	ДСН 3.3.6.039-99 ДСТУ ГОСТ 12.1.012:2008
5.	Виробничий шум	Наладка і пуск систем в дію	Рівень < 85 Дб	ДСН 3.3.6.037-99 ГОСТ 12.1.003-83*
6.	Недостатня освітленість робочих місць	Монтажні	30 лк	ДБН В.2.5-28-2006 ГОСТ 12.1.046-85
7.	Шкідливі речовини	Зварювальні ГДК _{CO2} =	20 мг/м ³	ГОСТ 12.1.005-88
8.	Термічний фактор	Зварювальні	$t_{зварки}=1200$ °С	ДБН А.3.2-2-2009, п.9
9.	Атмосферна електрика	Блискавкозахист	Очікувана кількість уражень об'єкта блискавкою за рік $N=0,07$	ДСТУ Б В.2.5-38:2008
10.	Пожежна	Захист від пожежі	Категорія по-	ДБН В.1.1-7-2002

	небезпека		жежонебезпеч- ності – А. Межа вибухо- небезпеч-ності – 65 г/м ² . Ступінь вогнестійкості – II	ДБН В.1.2-7-2008 НАПБ Б 03.002- 2007
--	-----------	--	---	--

15.2.Заходи профілактики виявлених факторів в інших розділах проекту.

15.2.1.В період виконання будівельно-монтажних робіт.

1. Для попередження зрушення ґрунтових мас в процесі їх розробки і при наступних роботах в траншеях при прокладанні трубопроводу влаштовуються відкоси. Де неможливе відкриття траншеї з відкосами, так як поблизу прокладені підземні комунікації, то перевіряється можливість відкриття траншеї без відкосів і кріплень з вертикальними стінками. Вісь руху транспортних засобів віднесена від бровки відкосу за межі призми зрушення ґрунту.

2. Для виділення ділянки будівельно-монтажних робіт влаштовуються захисні огорожі, згідно , без козирька, висотою 1,6 м.

3. Для безпечного проведення такелажних робіт, використовуються стропи, виключаючи можливість падіння або ковзання застропованого вантажу. Необхідність дотримання умов експлуатації вантажопідйомних механізмів, а також строп та спеціальних вантажозахватних пристроїв, згідно.

4. Для безпечного проведення навантажувально-розвантажувальних робіт, передбачені наступні вимоги по технічному процесу:

а) навантажувально-розвантажувальні роботи виконуються у відповідності з технологічними картами, проектом виконання робіт;

б) місця проведення навантажувально-розвантажувальних робіт обладнані знаками безпеки по;

в) рух транспортних засобів в місцях виконання навантажувально-розвантажувальних робіт організовано по затвердженій схемі;

г) стропування вантажів проводяться у відповідності з;

д) на майданчику для вкладання вантажів позначені межі штабелів, проходів та проїздів.

5. Для попередження опіків при виконанні ізоляційних робіт з використанням гарячих бітумних мастик застосовується спеціальне обладнання, роботи виконуються у спеціальному одязі.

6. В якості засобів індивідуального захисту працюючих при виконанні ізоляційних робіт використовують спеціальний одяг та ватно-марлеву пов'язку.

7. Для зниження об'ємів та трудоемкості робіт, що виконується в умовах небезпеки, застосовують автоматичне зварювання в плеті на бровці траншеї.

8. Для попередження пошкодження дихальних органів ізоляційні матеріали повинні подаватися до місця роботи в контейнерах або пакетах.

9. Робота проводиться в одну зміну, тому освітлення будівельного майданчику не передбачається.

10. По всій довжині траншеї в необхідних місцях встановлені містки для обслуговування персоналу, згідно [7].

11. Для вкладання труб застосовують трубовкладачі типу ТО-1224.

12. Для попередження отруєння шкідливими речовинами при проведенні ізоляційних робіт влаштовується вентиляція теплофікаційних камер пересувними пристроями.

13. Для організації робочих місць із застосуванням технічних засобів безпеки застосовується автоматичне зварювання.

14. При монтажі трубопроводу видалення відходів будівельних матеріалів та сміття не передбачається. Але по закінченню робіт проводяться роботи по плануванню укриття і поновленню зеленого покрову.

15. Санітарно-побутові приміщення (пересувні вагончики) та майданчики для відпочинку працюючих розташовані за межами небезпечних зон.

15.2.2. Навантажувально-розвантажувальні роботи.

-для попередження обвалювання пакету труб встановлюються строповочні опори. Монтаж виконується трубокладачем ТО 1224 .

-для попередження травм в проекті передбачене встановлення по периметру огорож. В зоні монтажу не повинні знаходитися люди, забезпечити людей касками.

-для попередження перекидання трубокладача при максимальному навантаженні на стрілу, наведений розрахунок стійкості на максимальне навантаження.

15.2.3. В період експлуатації об'єкту.

1. Елементи обладнання, прилади підземного прокладання, які потребують періодичного огляду, розміщені в спеціальних теплофікаційних камерах, приступних для обслуговування персоналу, згідно аркушу № 6

2. Для забезпечення можливості обслуговування теплофікаційних камер, ширина бокових проходів камер передбачена не менше, ніж 600 мм, а висота камер не менше, ніж 2000 мм, згідно аркушу № 6.

3. Для забезпечення можливості обслуговування арматури, розташованої на висоті більше 1,5 м передбачаються прохідні майданчики та драбини з обох боків

майданчику. Для переходу над чи під трубами відстань від зовнішньої поверхні до перекриття передбачена 700 мм та більше.

4. Для проведення вентиляції при обслуговуванні обладнання та арматури в камерах передбачені пристрої люків.

5. Пристрій на подаючому і зворотньому трубопроводах теплоізоляційного прошарку забезпечує зниження тепловтрат та підтримання в камерах і каналах температури повітря біля 33°C в розрахунковий період року.

6. Для відводу конденсату і ґрунтових вод з теплофікаційних камер передбачені пристрої попутнього дренажу.

7. Для відкачування ґрунтових вод і мережної води при спуску її з системи виконується встановлення приямків.

15.3. Розробка інженерних рішень щодо охорони праці.

15.3.1 Визначення стійкості трубоукладчика.

Згідно правилам влаштування та безпечної експлуатації вантажопідйомних робіт кранів Держтехнагляду №82 при розрахунку кранів на стійкість треба визначити:

1. Коефіцієнт вантажної стійкості без розрахунку додаткових навантажень:

$$\text{Квант. стійк.} = \frac{MG}{MQ} > 1.4$$

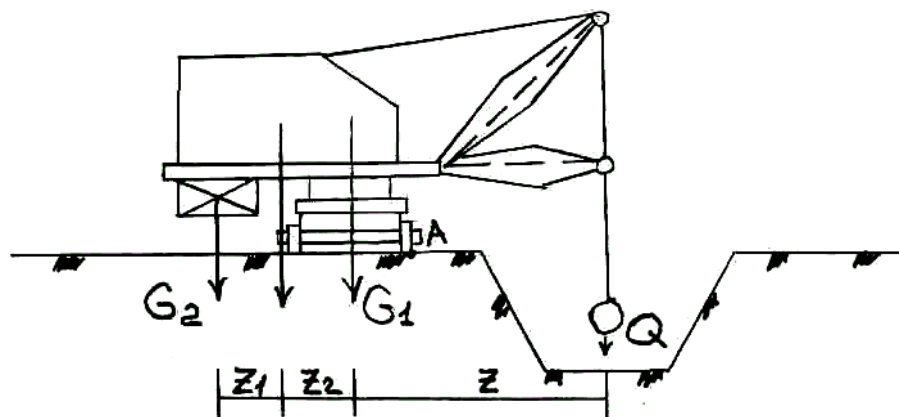
2. Коефіцієнт вантажної стійкості з розрахунком додаткових навантажень:

$$\text{Квант. стійк.} = \left(\frac{MG - (Mw^k + Mw^r + M_y + M_u * M_y^r + M_y^L)}{MQ} \right) > 1.15$$

3. Коефіцієнт власної стійкості:

$$\text{Квл. стійк.} = \left(\frac{MG'}{MW'} \right) > 1.15$$

Малюнок 15.1.



I. Визначення допустимого навантаження на стрілу при Кван.ст.<1,4 без розрахунку додаткового навантаження.

Вихідні дані:

$$G_1 = 19200 \text{ кг}$$

$$G_2 = 1600 \text{ кг}$$

$$Z = 6,5 \text{ м} \quad \text{Трубоукладчик типу ТО 1224}$$

$$Z_1 = 2,3 \text{ м}$$

$$Z_2 = 0,9 \text{ м}$$

З формули отримуємо:

$$MG/MQ = 1,4 - \text{ або } ((Z_1 G_1 + (Z_1 + Z_2) G_2)) / Z Q = 1,4$$

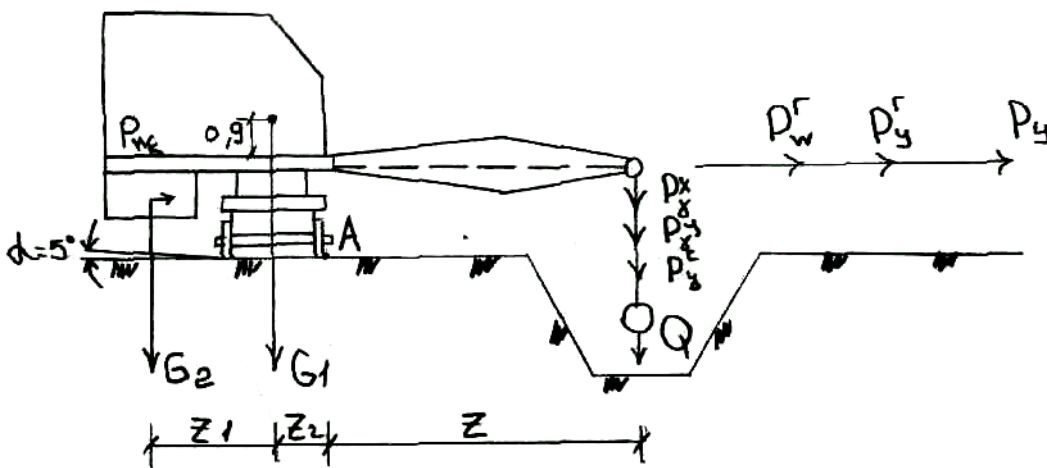
$$\text{Звідки } Q < ((0,9 * 19,2 * 10^3 + (2,3 + 0,9) * 1600)) / 1,4 * 6,5 = 2461 \text{ кг}$$

Розрахунок проводимо при максимальному вильоті стріли.

II. Визначаємо допустиме навантаження Q при розрахунку додаткових навантажень.

Розрахунок проводимо при максимальному вильоту стріли

Малюнок 15.2.



де т.А - точка опрокинення;

P_w^k - вітрове нормативне навантаження.

P_y^k - додаткове зусилля.

P_w^r - вітрове нормативне навантаження, яке діє перпендикулярно ребру опрокінення і паралельно площі, на якій встановлений трубоукладчик;

M_G - вага крану, кг;

M_Q - вага найбільшого робочого вантажу, кг;

Z_1 - відстань від осі обороту до додаткового вантажу, м;

Z_2 - відстань від осі обороту трубоукладчика до ребра опрокінення.

Вихідні дані:

$$Z = 6,5\text{м} \quad G_1 = 19200\text{кг}$$

$$Z_1 = 2,3\text{м} \quad G_2 = 1600\text{кг}$$

$$Z_2 = 0,9\text{м} \quad P_w^k = 200\text{кг}$$

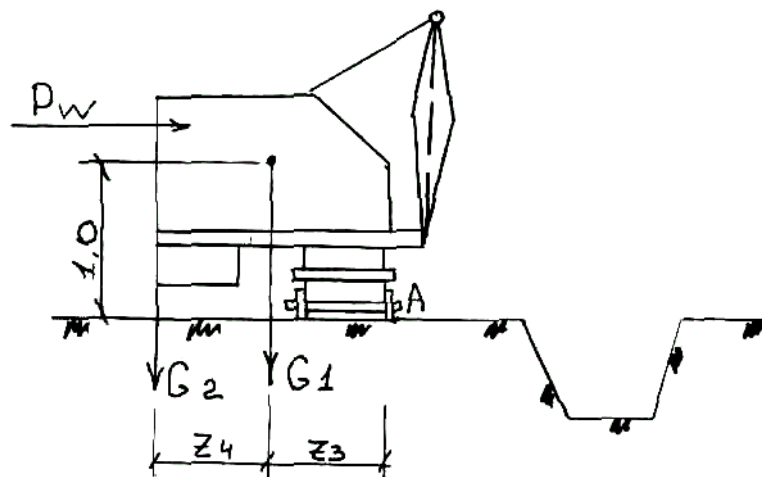
Визначаємо моменти:

$$M_G = G_1 + Z_2 * \cos\alpha + G_2 - (Z_1 + Z_2) * \cos\alpha$$

$$M_G = 19200 * 0,9 * \cos\alpha + 1600 - (2,3 + 0,9) * 0,1 = 3328\text{кг*м}$$

$$M_w^k = P_w^k + h_{\text{ут}} = 200 * 0,9 = 180\text{ кг*м}$$

Малюнок 15.3.



$$1,15 = (3328 - 180 - 108) / Z * Q;$$

$$\text{звідки } Q = 3040 / 1,15 * 6,5 = 406,68\text{ кг}$$

III. Визначаємо власну стійкість:

Вихідні дані:

$$P_w = 200 \text{ кг} \quad Z_3 = 0,9 \text{ м}$$

$$G_1 = 19200 \text{ кг} \quad Z_4 = 1,0 \text{ м}$$

$$G_2 = 1600 \text{ кг} \quad h_{\text{ут}} = 1,0 \text{ м}$$

$$\text{Квл.ст} = ((G_1 * Z_3 + (Z_3 + Z_4) * G_2)) / P_w * h_{\text{ут}} ;$$

$$\text{Квл.ст} = ((19200 * 0,9 + (0,9 + 0,1) * 1600)) / 200 * 1,0 = 1,02 > 1,15$$

Висновок:

Таким чином, допустиме навантаження при максимальному вильоту стріли для трубоукладчика типу ТО 1224 складає 3400 кг

16. АВТОМАТИЗАЦІЯ

16.1 Вступ

Системи теплопостачання представляють собою складний комплекс, тому ручне управління такими системами дуже складне, крім того при ручному управлінні необхідна велика кількість персоналу.

Використання автоматики в системах теплопостачання дозволяє зменшити кількість персоналу, покращити теплові процеси, підвищити їх економічність та коефіцієнт корисної дії, добитися стабільної і ритмічної роботи системи. Прилади і засоби автоматизації необхідні для санітарної техніки повинні бути прості, високо надійні, мати малі розміри і вагу, бути простими у обслуговуванні.

В даному проекті використовуються прилади, регулятори та прилади, які виготовляються серійно промисловістю. Особливу увагу приділити необхідно підвищенню ефективності теплопостачання за рахунок розробки нових удосконалених конструкцій обладнання їх засобами автоматики, комерційного обліку теплової енергії та води.

Необхідність загальної автоматизації енергосистеми підтверджується перш за все тим, що це дозволяє на 10 – 20 % зменшити витрату енергії.

Крім цього одною з важливих задач автоматизації є охорона праці, яка вирішується шляхом створення автоматичного обслуговування, якщо людина не може прийняти необхідні заходи для попередження аварій та нещасних випадків.

В теперішній час перед автоматизацією стоїть задачі, зв'язані з охороною навколишнього середовища. Для цих цілей утворюються автоматичні системи, керуючі очищувальними спорудами та фільтрами.

Таким чином автоматизація промислових процесів, дозволяє заощаджувати сировину та електроенергію, підвищує продуктивність праці, захищає обладнання від пошкодження при виникненні аварійних ситуацій; підвищує якість продукції та промислових робіт; оптимізує хід процесу.

Комплекс інженерних систем теплопостачання призначений для видобутку теплової енергії, транспортування гарячої води по тепловим мережам та

використання теплоносія, для підтримки в ньому заданих параметрів. Принципову схему тепlopостачання можливо розділити на дві складові : перша складова складається з зовні-шніх систем централізованого тепlopостачання, друга є споживачами енергії.

Система централізованого тепlopостачання – це комплекс генератора теплоти (ТЕЦ або котельні) та теплових мереж, призначених для тепlopостачання.

Автоматизація водяних систем тепlopостачання сприяє підтримці заданих гідравлічних та теплових режимів в різних точках.

Основна роль в рішенні цих задач грає улаштування автоматичного регулювання та автоматичного захисту.

В проекті розроблено функціональна схема автоматизації вводу незалежної системи опалення в індивідуальному тепловому пункті.

16.2 Контроль автоматизації теплових мереж.

Контроль кількості відпускаємої теплоти та параметрів теплоносія відбувається в індивідуальному тепловому пункті.

Контроль параметрів теплоносія в теплових мережах передбачається на магістральних трубопроводах та відгалуженнях при діаметрі трубопроводів 150 мм та більше та здійснюється за рахунок місцевих контрольно - вимірювальних приладів.

Прилади для вимірювання температури встановлюються в слідуючих точках:

1. в вузлах відгалуження на магістральних подаючих трубопроводах - в одній точці до відгалуження; на магістральних зворотних трубопроводах - в одній точці за відгалуженням та на кожному відгалуженні до засувки;
2. прилади для вимірювання тиску встановлюються на магістральних трубопроводах в місцях секційних засувок, а також в місцях відгалужень до та після запірної арматури;
3. для вимірювання параметрів теплоносія на трубопроводах у вказаних точках (п.1,п.2,) встановлюються гільзи для термометрів та штуцерів під манометри.

16.3 Основні рішення з автоматизації

16.3.1 Тепловий контроль

Організація теплового контролю та вибору приладів проведені згідно слідуєчим правелом:

- параметри, нагляд за якими необхідний для правильного ведення встановлених режимів, вимірюються показиваюцімі приладами;
- параметри, зміна яких може привести до аварійної ситуації, контролюються сигналізуєчими приладами;
- параметри, облік яких необхідно для особистих потреб і аналізу роботи обладнання, контролюються сумарними та сумарнопишущими приладами.

16.3.2. Автоматичне регулювання індивідуального теплового пункту.

Індивідуальний тепловий пункт обладнаний необхідною кількістю К КВПіА, забезпечуючих економічну та безперебійну роботу теплового пункту.

Контролю підлягає тиск після циркуляційних насосів, виміряних електроконтактним засобом - манометром ЕКМ IV 6; тиск до циркуляційних насосів; тиск подаючої та зворотної системної мережної води; тиск води перед I ступінню підігрівача; тиск води перед II ступінню підігрівача; тиск після II ступені підігрівача. Ці тиски вимірюються манометрам технічного типу М Т П – 16 С (О Б М – 16 О).

Також належать контролю температура в трубопроводах холодної води ; температура подаючої та зворотної мережної воді ; температура води перед I та II ступенями підігріву; температура води після

II ступені підігріву; температура води перед насосами гарячого водопостачання. Температура вимірюється термопарами технічними вимогами з обичайці типа У₂;У₄;У₆ 1.240.66 ГОСТ 2623 – 73, а температура прямої та

зворотної мережної води після II ступені підігріву, вимірюються скляними технічними термометрами в обичайці 2П типу П₂₁ – 240 – 103, П₆₂ – 240 – 103.

Для підтримки постійно заданої температури води на виході з підігрівача II ступені, незалежно від зміни температури води та інтенсивності водорозбору необхідно автоматичне регулювання.

Імпульс для зміни витрати теплоносія дає манометричний термометр, встановлений на трубопроводі гарячої води після II ступені підігрівача.

Регулювання температури виконується за рахунок зміни витрати води. Проходить через клапан регулятора шляхом зміни прохідного простору клапана. Регулятор температури налаштовується на постійну температуру 55 °С.

В проекті зумовлюється регулювання температури місцевої води на опалення в залежності від температури зовнішнього повітря, по температурному графіку.

Імпульс береться на подаючому місцевій мережній воді після підігрівача системи опалення, другий імпульс в зовнішньому погодному боксі. По відношенню температури зовнішнього повітря і температури місцевої мережної води на опалення регулюється кількістю подаючої мережної води з теплових мереж на підігрівач системи опалення.

Для поповнення втрат води з незалежної системи опалення встановлені два живильних центробіжних насоси (1 робочий, 1 резервний). Передбачається автоматичне включення та відключення насосу по рівню води в розширювальному баці, встановленого в найвищій точці будівлі, з одночасним відкриванням вентедя з електроприводом на живильній лінії перед насосом, автоматичне включення резервного насоса при зупинці робочого насоса.

Імпульс для включення або відключення роботи насоса береться в розширювальному баці: верхньому та нижньому робочих рівнях.

Електрозасувка на живильній лінії трубопровода та електродвигун живильного насоса заблоковані між собою.

Цим проетом передбачено автоматизація роботи циркуляційних насосів. Розроблена схема переміної роботи цих насосів з автоматичним вибором послідовності їх роботи.

В кожному випадку незалежно від того, який насос робить основним, другий насос є резервним і автоматично вмикається при виході з ладу робочого насосу.

При аварійному переключенні працюючого насосу прилад автоматичного вибору послідовності відключення.

Література

1. ДБН В.2.5-77:2014 «Котельны».
2. ДБН В.2.5-39:2008 «Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі».
3. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія».
4. ДНАОП 0.00-1.26-96 "Правила будови і безпечної експлуатації парових котлів з тиском пари не більше 0.07 МПа (0.7 кгс/см) та водогрійних котлів і водонагрівачів з температурою нагріву води не вище 115 °С".
5. ВСН–281-75 “Тимчасові вказівки по проектуванню систем автоматизації технологічних процесів”.
6. ДБН Д.1.1-1-2000. Правила визначення вартості будівництва/ Державний комітет будівництва, архітектури та житлово-комунальної політики. – Київ, 2000.
7. ДНАОП 0.00-1.20-98 "Правила безпеки системи газопостачання України".
8. ДНАОП 0.00-1.11.98 “Правила будови та безпечної експлуатації трубопроводів пари та гарячої води”.
9. “Правил обліку відпускання і використання теплової енергії”.
10. “Правил пожежної безпеки України”.
11. Інженерні рішення з охорони праці в дипломному проекті/ Під ред. Сафонова. –Київ, 2001.
12. ДСТУ Б В.2.5-38:2008 Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд. –К.: Мінрегіонбуд, 2008.