

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: Інженерних систем та екології

Випускова кафедра: Теплотехніки

Освітній ступінь: _____ магістр _____

Спеціальність __192 «Будівництво та цивільна інженерія»__

Освітня програма: _ «Теплогазопостачання та вентиляції» _____

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету

_____ Приймак О.В. _____

„___” _____ 2024_ року

З А В Д А Н Н Я

**ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА
ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ __МАГІСТРА__
(бакалавра, магістра)**

_____ Білозор Валерія Сергіївна _____
(прізвище, ім'я та по батькові здобувача)

1. Тема роботи __ «Теплопостачання житлового мікрорайону Теремки в місті Київ при зміні теплового навантаження за рахунок термомодернізації та зміни температурного графіку» _____

затверджена наказом ректора КНУБА № _____ від «__» _____ 20__ року

2. Керівник роботи

_____ Швачко Наталія Анатоліївна _к.т.н доцент _____
(прізвище, ім'я та по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання здобувачем роботи до захисту _____

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Р. 1. _ Характеристика району теплопостачання _____

Р. 2. _ Розрахунок теплових потоків

Р.3. Гідравлічний розрахунок теплової мережі при зміні температурного графіка та режиму, з наявними діаметрами

Р.4 Дослідження зміни п'єзометричного графіка при зміні температурного режиму з наявними діаметрами.

Р.5._ Гідравлічний розрахунок теплової мережі при зміні температурного графіка та режиму, з новими діаметрами.

Р.6._ Дослідження зміни п'єзометричного графіка при зміні температурного режиму з новими діаметрами.

Р.7. Гідравлічний розрахунок теплової мережі при зміні температурного графіка та режиму з наявними та новими діаметрами з переходом на пластик

Р.8._ Дослідження зміни п'єзометричного графіка при зміні температурного графіка та режиму з наявними та новими діаметрами з переходом на пластик.

5.Графічний матеріал за розділами

Р. 1._ Схема теплопостачання мікрорайону Теремки

Р. 2._ Генплан, поздовжній профіль навчально-практичного центру.

Р. 3 Монтажна схема, тепла камера навчально-практичного центру.

Р. 4.Порівняльні п'єзометричні графіки з наявними діаметрами з повним навантаженням та без ГВ

Р. 5._ Порівняльні п'єзометричні графіки з наявними діаметрами з частковим та повним утепленням будинків.

Р. 6. Порівняльні п'єзометричні графіки з новими діаметрами з повним навантаженням та без ГВ .

Р. 7.Порівняльні п'єзометричні графіки з новими діаметрами з частковим та повним утепленням будинків.

Р. 8. Порівняльні п'єзометричні графіки з наявними діаметрами та перехід на пластик. з повним навантаженням та без ГВ .

Р. 9.Порівняльні п'єзометричні графіки з наявними діаметрами та перехід на пластик, з частковим та повним утепленням будинків.

Р. 10. Порівняльні п'єзометричні графіки з новими діаметрами та перехід на пластик. з повним навантаженням та без ГВ .

Р. 11.Порівняльні п'єзометричні графіки з новими діаметрами та перехід на пластик, з частковим та повним утепленням будинків.

Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1.	11. 23-01. 24
Розділ 2.	01. 24-02. 24
Розділ 3.	02. 24-03. 24
Розділ 4.	03. 24-04. 24
Розділ 5	04. 24-05. 24
Розділ 6	05. 24-06. 24
Розділ 7	06. 24-08..24
Розділ 8	08..24-09..24
Остаточне оформлення роботи	10.11.24
Направлення роботи для перевірки на плагіат	25.11.24
Попередній захист роботи на випусковій кафедрі	26.11.24
Направлення роботи на рецензування	2.12. 24

Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірив	
		дата	підпис
Розділ 1.	Гламаздіт. М.П.	10.11.24.	

Дата видачі завдання _____ 11.11.23 _____

Зав. кафедри	_____	_____
	(підпис)	Кириченко М.А
		(прізвище, ініціали)
Керівник	_____	_____
	(підпис)	Швачко Н.А.
		(прізвище, ініціали)
Здобувач	_____	_____
	(підпис)	Білозор В.С.
		(прізвище, ініціали)

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Інженерних систем та екології

(факультет)

Теплотехніки

(назва випускової кафедри)

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

на тему:

«Теплопостачання житлового мікрорайону Теремки в місті Київ при зміні
теплового навантаження за рахунок термомодернізації та зміні
температурного графіку»

_____ Білозор Валерія Сергіївна _____

(прізвище, ім'я та по батькові здобувача повністю)

Київ 2024 р

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Інженерних систем та екології

(факультет)

Теплотехніки

(назва випускової кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Кириченко М.А. _____

„___” _____ 2024 року

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

«Теплопостачання житлового мікрорайону Теремки в місті Київ при зміні
теплового навантаження за рахунок термомодернізації та зміні
температурного графіку»

Виконав Білзор Валерія Сергіївна

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

(спеціальність)

 «Теплогазопостачання та вентиляції»

(освітня програма)

Група ТВМ-23-1

Керівник Швачко Н.А.

(прізвище та ініціали)

 К.Т.Н. доцент

(вчене звання, науковий ступінь)

Ідентичність підтверджую

Київ 2024_ р.

РЕЗЮМЕ (SUMMARY) до кваліфікаційної роботи здобача:		<i>Білозор Валерія Сергіївна</i> <i>Bilozor Valeriia Sergeyevna</i> (ПІБ здобувача українською та англійською)	
<i>ЗВО</i>	Київський національний університет будівництва і архітектури		
<i>Тема</i> (українською та англійською)	«Теплопостачання житлового мікрорайону Теремки в місті Київ при зміні теплового навантаження за рахунок термомодернізації та зміни температурного графіку» "Heat supply of the Teremka residential microdistrict in the city of Kyiv when the heat load changes due to thermal modernization and changes in the temperature schedule"		
<i>Освітній ступінь</i>	магістр		
<i>Факультет</i>	Інженерних систем та екології		
<i>Випускова кафедра</i>	теплотехніки		
<i>Спеціальність</i>	192 «Будівництво та цивільна інженерія»		
<i>Освітня програма</i>	Теплогазопостачання		
<i>Керівник</i>	Швачко Наталія Анатоліївна		
<i>Обсяг роботи:</i>	пояснювальна записка, стор.	розділів	креслень формату А ₁
	97	8	11
<i>Розділ 1</i>	Характеристика району теплопостачання		
<i>Розділ 2</i>	Розрахунок теплових потоків		
<i>Розділ 3</i>	Гідравлічний розрахунок теплової мережі при зміні температурного графіка та режиму, з наявними діаметрами		
<i>Розділ 4</i>	Дослідження зміни п'єзометричного графіка при зміні температурного режиму з наявними діаметрами.		
<i>Розділ 5.</i>	Гідравлічний розрахунок теплової мережі при зміні температурного графіка та режиму, з новими діаметрами.		
<i>Розділ 6</i>	Дослідження зміни п'єзометричного графіка при зміні температурного режиму з новими діаметрами		
<i>Розділ 7</i>	Гідравлічний розрахунок теплової мережі при зміні температурного графіка та режиму з наявними та новими діаметрами з переходом на пластик		
<i>Розділ 8</i>	Дослідження зміни п'єзометричного графіка при зміні температурного графіка та режиму з наявними та новими діаметрами з переходом на пластик.		
<i>Висновки по роботі:</i>	Робота відповідає завданню		
<i>Ключові слова:</i> <i>Keywords:</i>	п'єзометричний графік, витрата, втрати, насоси, різний температурний режим. piezometric graphs, energy saving, load, loss, savings, pumps, different temperature regim		

Здобувач: Білозор В.С. / /

Керівник: Швачко Н.А. / /

“ ” 20

РЕЦЕНЗІЯ

на кваліфікаційну роботу

здобувача _____ Білозор Валерії Сергіївни _____

факультету _____ інженерних систем та екології _____

спеціальності _____ 192 «Будівництво та цивільна інженерія» _____

освітньої програми _____ «Теплогазопостачання та вентиляції» _____

Тема роботи _«Теплопостачання житлового мікрорайону Теремки в місті Київ при зміні теплового навантаження за рахунок термомодернізації та зміни температурного графіку»_

Обсяг роботи _____ 97 сторінки пояснювальної записки _____

_____ 11 листів креслення _____

Висновок про відповідність завданню _дипломний проект відповідає завданню _____

_ Актуальність обраної теми _____

_____ Тема та склад дипломного проекту відповідає освітній програмі _____

_____ Використання у роботі сучасних досягнень науки і техніки _____

_____ У роботі використанні сучасні досягнення науки і техніки _____

Використання у роботі комп'ютерних технологій _____

_____ Microsoft Word , Microsoft Exel, Autocad _____

Практичне значення роботи _____

_ У зв'язку зі зниженням температурного графіка робота має практичне значення _____

Якість оформлення роботи _____

_ Графічна частина виконана якісно, пояснювальна записка використана з ЕОМ і містить всі потрібні розрахунки та обґрунтування _____

Зауваження та побажання _____

Загальний висновок стосовно відповідності роботи освітньому ступеню

_____ Студентка Білозор В.С. заслуговує присвоєння кваліфікації магістра за фахом «Теплогазопостачання та вентиляції» _____

Рекомендована оцінка _____

Рецензент

_____ Гламаздін.П.М. _____ / _____ /

(прізвище, ініціали)

(підпис)

Посада, місце роботи _____ доцент кафедри теплотехніки

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до атестаційної роботи бакалавра складається з 8 розділів, пояснювальна записка містить 97 сторінки основного тексту. В основному тексті роботи наведено 68 таблиць та 12 бібліографічних найменувань за переліком посилань. Мета роботи полягала у розрахунках витрати теплоносія при різних температурних режимах та навантаженнях при сталих та нових діаметрах з переходом на пластикові трубопроводи , побудувати п'зометричні графіки , та прослідкувати зміни.

Ключові слова: п'зометричний графік, витрата , потужність, втрати, насоси, різний температурний режим.

ABSTRACT

Explanatory note to the diploma consists of 8 sections, explanatory memorandum has 97 pages the main text and two annexes. In the body of work are 68 tables and 12 items of bibliographical references. The aim of the project was to calculate the consumption of coolant at different temperatures and loads, with constant and new diameters with the transition to plastic pipelines, to construct piezometric graphs and track changes..

Keywords: piezometric graphs, load , power , loss , pumps, different temperature regime.

Зміст

Вступ	ст.3
1. Характеристика району теплопостачання	ст.6
1.1 Данні для мікрорайону.....	ст.7
1.2 Характеристика об'єкту та наявної тепломережі.....	ст.8
2. Розрахунок теплових потоків.....	ст.9
2.1. Розрахунок теплових потоків на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання.....	ст.10
2.2. Рівняння температурних графіків якісного регулювання.....	ст.15
3. Гідравлічний розрахунок теплової мережі при зміні температурного графіка та режиму, з наявними діаметрами.....	ст.17
3.1. Визначення розрахункових витрат теплоносія.....	ст.18
3.2. Гідравлічний розрахунок теплової мережі.....	ст.20
4. Дослідження зміни п'єзометричного графіка при зміні температурного режиму з наявними діаметрами.....	ст.44
4.1.Зміна напору та витрат теплоносія при зміні температурного графіка..	ст.45
4.2.Матеріальна характеристика з наявними діаметрами.....	ст.45
4.3. Підбір насоса.....	ст.45
5. Гідравлічний розрахунок теплової мережі при зміні температурного графіка та режиму, з новими діаметрами.....	ст.48
6. Дослідження зміни п'єзометричного графіка при зміні температурного режиму з новими діаметрами.....	ст.71
6.1.Зміна напору та витрат теплоносія при зміні температурного графіка..	ст.72
6.2.Матеріальна характеристика з новими діаметрами.....	ст.72
6.3. Підбір насоса.....	ст.72
7. Гідравлічний розрахунок теплової мережі при зміні температурного графіка та режиму з наявними та новими діаметрами з переходом на пластик	ст.74
8. Дослідження зміни п'єзометричного графіка при зміні температурного графіка та режиму з наявними та новими діаметрами з переходом на пластик.....	ст.92

8.1.Зміна напору та витрат теплоносія при зміні температурного графіка, з наявними діаметрами та перехід на пластик.....	ст.93
8.2. Матеріальна характеристика з наявними діаметрами. Та перехід на пластик.....	ст.93
8.3. Підбір насоса.....	ст.93
8.4.Зміна напору та витрат теплоносія при зміні температурного графіка, з новими діаметрами та перехід на пластик.....	ст.95
8.5. Матеріальна характеристика з новими діаметрами та перехід на пластик.	ст.95
8.6 Підбір насоса.....	ст.96
Список використаної літератури	ст.97

Вступ

Зм.	Кільк.	Арк.	№	Підпис	Дата	

Вступ

Актуальне питання про зниження теплових графіків при теплопостачанні. Тому у даній роботі, розглянуто як змінюється витрата теплоносія на прикладі централізованої тепломережі житловому-комунальному мікрорайоні «Теремки» у місті Києві.

Левову частку від усіх систем на даний період використання централізованих систем теплопостачання займає, якими подається теплота до різних споживачів. Визначаємо, що централізоване теплопостачання – це потужна система трубопроводів.

ЦТП скорочено - це система централізованого теплопостачання, яка включає в себе можливість використання оптимальних видів палива за техніко-економічним обґрунтуванням та екологічних, з міркувань.

При аналізі тепломережі Теремків спостерігаємо, що при наявних діаметрів на деяких ділянках відбувається наближення швидкості теплоносія до мінімальної, тому проводимо відповідні гідравлічні розрахунки для перевірки.

Тому є причина також здійснити прорахунок на такі пониження 130-70, 115-70, 95-70, 80-60 та розглянути висновки та зміни, при умові що діаметри незмінні.

Бачимо тенденцію, що більшість систем переходить на пониженні температурні графіки, тому це питання є актуальним.

В одному із розділів розглянуто питання повного оновлення системи та прокладка трубопроводів з новими діаметрами, та як пониження графіків здійснить свій вплив.

Паралельно з цим розглянуто питання про різні режими та термомодернізації житлового фонду, такі як

- повне теплове навантаження
- теплове навантаження без гарячого водопостачання
- Теплове навантаження з нерівномірним утепленням будинків
- Теплове навантаження з повним утепленням будинків

Та як це вплине на напір мережних насосів в котельні.

Термомодернізація включає в себе термосанацію огорожувальних конструкцій (утеплення непрозорої частини та заміну на енергоефективні світлопрозорих конструкцій (вікна, балконні двері) та модернізацію інженерних систем (автоматизацію індивідуальних теплових пунктів, часткову або повну модернізацію систем опалення та гарячого водопостачання).

Однак інфраструктура в районах зі сталою забудовою змінюється. Зміни торкаються в основному не кількості будівель, приєднаних до опалювальної котельні, а якості самих будівель.

Будівлі змінюються як споживачі теплоти. Майже в усіх будівлях засклені балкони і лоджії, вікна активно замінюються на нові зі склопакетами замість дерев'яного плетіння. Не так швидко, але будівлі стихійно, окремими клаптиками, утеплюються. Все це впливає на навантаження котельні в бік зменшення. Це зменшення навантаження необхідно враховувати.

Вочевидь, що термомодернізація будинків призведе до падіння навантаження на котельню. Але кількісні показники цього падіння будуть залежати від того, які саме за конструкцією будівлі приєднані до котельні.

Цей процес буде прискорений і поглиблений прогнозованого відмовою споживачів від отримання гарячої води від систем централізованого теплопостачання.

Як наслідок потрібна перевірка розрахунків з врахуванням цього фактора та чи є необхідністю терміново міняти обладнання котелень, необхідно вже зараз готуватись до неминучих реконструкцій котелень.

Дані задачі розглянуті у відповідних розділах цієї роботи та підведені підсумки.

1. Характеристика району теплопостачання

Зм.	Кільк.	Арк.	№	Підпис	Дата	

1.1. Данні для мікрорайону

Місто проектування	Київ
Розрахункова температура на опалення	-22 °С
Середня температура опалювального періоду	-2,1°С
Тривалість опалювального періоду	171 днів
Температура води в падаючому/зворотному трубопроводі $\tau'_{1,0}/\tau'_{2,0}$	150/70°С

1.2 Характеристика об'єкту та наявної тепломережі

«Теремки» у місті Києві - це житловому-комунальному мікрорайон в якому зосереджено 54 будинки різного призначення , джерело теплоти знаходиться на північній стороні світу.

Тепломережу проведено від джерела теплоти до кінцевого споживача, використовуючи найкоротший на найзручніший варіант прокладання, що зменшує кінцеву вартість системи.

Сама система включає в себе головну магістраль та 4 головних відгалудження.

Споруди призначення для житла , підключаються один за одним, враховуючи напрямок теплотраси , її головну магістраль та відгалудження У результаті отримали обсяг робіт з прокладання набагато зменшений.

Ухил у два проміле, тобто мінімально можливий ухил для водяних мереж, застосований для того, щоб виконувати процедуру спорожнювати трубопроводи системи постачання тепла

У зв'язку з тим, що проектуємо мережу в житловому-комунальному секторі, крім житлового сектору, є зона промислового виробництва та лабораторій.

Постачання тепла приймаємо за температурним графіком 150-70. та розглядаємо наявні діаметри.

Не виключаємо можливість переходу на пониженні теплові графіки 130-70, 115-70, 95-70, 80-60, тому проводимо розрахунки для підтвердження правильності наявних діаметрів.

Так як будинки старої забудови, більшість мешканців приймають рішення про утеплення цілого будинку чи окремого поверху чи квартири

Варіанти утеплення житлових будинків також враховуємо при прорахунку. Повне утеплення (зменшуємо опалення на 34%); та часткове утеплення (зменшуємо опалення на 11,4%).

У існуючої тепломережі матеріал труб для прокладання- сталеві труби, які утворюють теплопроводи внаслідок зварювання, арматури запірної та регулювання, ізоляції. Використовують електрозварювання для теплопроводів.

Модернізацію матеріалу труб розглядаємо у відповідному розділі, можливість перейти на пластикові трубопроводи системи тепlopостачання

2. Розрахунок теплових потоків

Зм.	Кільк.	Арк.	№	Підпис	Дата	

2.1. РОЗРАХУНОК ТЕПЛОВИХ ПОТОКІВ НА ОПАЛЕННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЮ ТА ГАРЯЧЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ

Для виконання прорахунку системи теплопостачання головне визначити витрату теплоти за одиницю часу.

Для розробки системи постачання тепла, різних за призначення споруд до прикладу житлових, громадських чи виробничих, розрахункові теплові потоки на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання визначають за відповідними методиками з використання укрупнених показників. [2]

На систему опалення житлового будинку максимальний годинний тепловий потік визначаємо за відповідною формулою:

$$Q'_{\text{omax}} = (1+K_1) \cdot q_o \cdot A, \text{ кВт} \quad (2.1)$$

де q_o – показник максимального теплового потоку (укрупнений) на опалення 1 м² загальної площі житлових приміщень, Вт/м², (дод.5),[7];

$$A = F_i f_1, \text{ м}^2 \quad (2.2)$$

де f_1 – щільність житлового фонду, м²/га, приймається залежно від кількості поверхів забудови, (дод. 6);

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

Кількість мешканців визначаємо з умови заселеності: 1 меш. – 25 м²

На систему вентиляції житлового будинку максимальний годинний тепловий потік визначаємо за відповідною формулою:

$$Q'_{\text{vmax}} = K_1 K_2 q_o A, \text{ Вт} \quad (2.3)$$

де K_2 – значення коефіцієнт, що враховує тепловий потік на вентиляцію громадських споруд, для споруд, побудованих до 1985 р.:

$K_2=0,4$.

На систему гарячого водопостачання житлового та громадського будинку середній годинний тепловий потік визначаємо за відповідною формулою:

$$Q_{\text{hm}} = q_h \cdot m, \quad (2.4)$$

де q_h - показник середнього теплового потоку укрупнений на гаряче водопостачання на одного мешканця, Вт/меш., (дод.3), [2];

m – кількість мешканців, яку визначають за формулою:

$$m = A_i / f_2 \quad (2.5)$$

де f_2 – нормативна площа загальна на одного мешканця, $f_2=25 \text{ м}^2/\text{меш}$ [2].

Проводимо аналогічний розрахунок всіх інших споруд в даному кварталі, та результати заносимо у таблицю 1.

Знаходимо сумарний тепловий потік на опалення, вентиляцію, та гаряче водопостачання для кожного житлового будинку та на весь житловий квартал.

Таблиця 2.1

Значення розрахункових теплових потоків

№	Найменування споживачів	Адреса	Теплові потоки, кВт				
			Опалення	Вентиляція	Середнє	Максим.	Всього
1	2	3	10		12	13	14
1	Автовокзал	Кільцева дорога	140,00	0	34	81,60	221,60
2	Гуртожиток	Кільцева дорога	221,00	0	72	172,80	393,80
3	Адмін.Корпус	Кільцева дорога	732,00	0	49	117,60	849,60
4	Будинок житловий	Теремківська вулиця	883,90	0	500	1200,00	2083,90
5	Будинок житловий	Теремківська вулиця	590,00	0	220	528,00	1118,00
6	Будинок житловий	Теремківська вулиця№17а	242,00	0,0	73,00	175,20	417,20
7	Будинок житловий	Теремківська вулиця№17а	265,00	0,0	72,00	172,80	437,80
8	Дз№153 Управління освіти	Теремківська вулиця	175,00	0,0	24,00	57,60	232,60
9	Будинок житловий	Теремківська вулиця	442,00	0,00	108	259,20	701,20
10	Будинок житловий	Теремківська вулиця	442,00	0,00	109	261,60	703,60
11	Будинок житловий	Теремківська вулиця	442,00	0,00	109	261,60	703,60
12	Будинок житловий	Теремківська вулиця	295,00	0,0	86,00	206,40	501,40
13	Будинок житловий	Теремківська вулиця	295,00	0,0	88,00	211,20	506,20
14	Будинок житловий	Теремківська вулиця 21А	785,00	0,00	140	336,00	1121,00
15	Будинок житловий	Теремківська вулиця 21А	593,00	0,00	105	252,00	845,00

16	Будинок житловий	Теремківська вулиця 21А	593,00	0,00	102	244,80	837,80
17	Будинок житловий	Теремківська вулиця 21А	957,00	0,00	186	446,40	1403,40
18	Будинок житловий	Теремківська вулиця 21А	957,00	0,00	190	456,00	1413,00
19	магазин "Універсам"	Глушкова Академіка пр. 34А	150,00	0,00	21	50,40	200,40
20	Управління освіти	Глушкова Академіка пр. 18А	545,00	0,00	46	110,40	655,40
21	Управління освіти	Глушкова Академіка пр. 18А	346,00	0,00	71	170,40	516,40
22	Будинок житловий	Глушкова Академіка пр. 18А	316,00	0,00	90	216,00	532,00
23	Будинок житловий	Глушкова Академіка пр. 18А	255,00	0,00	54	129,60	384,60
24	Будинок житловий	Глушкова Академіка пр. 18А	902,00	0,00	116	278,40	1180,40
25	Будинок житловий	Глушкова Академіка пр. 18А	242,00	0,00	64	153,60	395,60
26	гуртожиток	Чабанівська вуцл.	143,00	0,00	44	105,60	248,60
27	АТС "укртелеком"	Глушкова Академіка пр.	302,00	0,00	7	16,80	318,80
28	Корпус №11	Глушкова Академіка пр.	532,00	0,00	0	0,00	532,00
29	Корпус №4	Глушкова Академіка пр.	296,00	0,00	0	0,00	296,00
30	Корпус №8	Глушкова Академіка пр.	20,00	0,00	0	0,00	20,00
31	Корпус №6	Глушкова Академіка пр.	175,00	0,00	0	0,00	175,00
32	Корпус №3	Глушкова Академіка пр.	377,00	0,00	0	0,00	377,00
33	Корпус №7	Глушкова Академіка пр.	291,00	0,00	0	0,00	291,00
34	Будинок житловий	Теремківська вулиця	295,00	0,0	86,00	206,40	501,40
35	Будинок житловий	Теремківська вулиця	295,00	0,0	86,00	206,40	501,40
36	Будинок житловий	Теремківська вулиця	295,00	0,0	86,00	206,40	501,40
37	Будинок житловий	Теремківська вулиця	295,00	0,0	86,00	206,40	501,40
38	Будинок житловий	Теремківська вулиця	295,00	0,0	86,00	206,40	501,40
39	Будинок житловий	Теремківська вулиця	295,00	0,0	86,00	206,40	501,40
40	Будинок житловий	Теремківська вулиця	295,00	0,0	86,00	206,40	501,40
41	Будинок житловий	Теремківська вулиця	785,00	0,00	140	336,00	1121,00
42	Будинок	Теремківська вулиця	295,00	0,0	86,00	206,40	501,40

43	Будинок житловий	Теремківська вулиця	785,00	0,00	140	336,00	1121,00
44	Енергоблок	-	532,00	0,00	0	0,00	532,00
45	Блок А-Блок Б	-	957,00	0,00	0	0,00	957,00
46	Лабораторія №42	-	1190,00	0,00	0	0,00	1190,00
47	ветцентр№42	-	952,00	0,00	0	0,00	952,00
48	Будинок №20	-	291,00	0,00	0	0,00	291,00
49	Опит. Завд	-	532,00	0,00	0	0,00	532,00
50	Будинок №40	-	291,00	0,00	0	0,00	291,00
51	Будинок №58	-	291,00	0,00	0	0,00	291,00
52	Будинок №76	-	291,00	0,00	0	0,00	291,00
53	Будинок №19	-	291,00	0,00	0	0,00	291,00
54	Станція №14	-	291,00	0,00	0	0,00	291,00
55	ТРК	-	545,00	0,00	46	110,40	655,40
			24326	0,0	3794,0	9105,6	33431,50

При даному місцезнаходженні в місті Київ, проводимо розрахунок за визначеною температурою зовнішнього повітря на опалення.

$$t_o' = -22^{\circ}\text{C};$$

Відносний тепловий потік на опалення при температурі зовнішнього повітря -22°C .

$$\bar{Q}_o = \frac{t_B - t_3}{t_B - t_o'} = \frac{20 + 22}{20 + 22} = 1$$

Де: t_B – приймаємо $+20^{\circ}\text{C}$, так як параметр показує на температуру внутрішнього повітря приміщення. Підсумований тепловий потік на кожен з інженерних систем, виписуємо з табл. 1, на опалення, вентиляцію та ГВП

Максимальний годинний тепловий потік на гаряче водопостачання житлових і громадських споруд:

$$Q_{h\max} = 2,4 \cdot Q_{hm} = 2,4 \cdot 9,1 = 21,84 \text{ МВт}$$

Середній сумарний тепловий потік:

$$\sum Q_m = Q_o + Q_v + Q_{hm} = 24,3 + 9,1 = 33,4 \text{ МВт}$$

5. Максимальний сумарний тепловий потік:

$$\sum Q_{\max} = Q_o + Q_v + Q_{h\max} = 24,3 + 21,84 = 46,1 \text{ МВт}$$

При розрахунковій температурі зовнішнього повітря $t_H = 0^{\circ}\text{C}$:

Аналогічний прорахунок теплових потоків проводимо для інших температур та заносимо до табл.2.

Необхідним пунктом є прорахунок середнього і максимального годинного потоків на гаряче водопостачання в неопалювальний період:

$$Q_{hm}^s = 9,1 * (55-15) / (55-5) = 14 \text{ МВт}$$

$$Q_{hmax}^s = 2,4 * Q_{hm}^s = 2,4 * 14 = 33,6 \text{ МВт}$$

де t_c, t_c^s – відповідно визначенні температури водопровідної води, в опалювальний період ($t_c = +5 \text{ }^\circ\text{C}$), та в неопалювальний період ($t_c^s = +15 \text{ }^\circ\text{C}$);

t_h - приймається $+55 \text{ }^\circ\text{C}$, так як даний параметр вказує на температуру гарячої води в системі гарячого водопостачання

β - значення коефіцієнта, який точно враховує зміну середньої витрати води на гаряче водопостачання.

Таблиця 2.2

Позначення	Тепловий потік при t				
	$t_o' = -22 \text{ }^\circ\text{C}$	$t_H = 0 \text{ }^\circ\text{C}$	$t_H'' = -12,35 \text{ }^\circ\text{C}$	$t_H = +8 \text{ }^\circ\text{C}$	$t_H > +8 \text{ }^\circ\text{C}$
Відносний тепловий потік, \bar{Q}_o	1	0,465	0,752	0,271	
Тепловий потік на опалення, Q_o , МВт	24,3	11,3	18,27	6,58	
Середній тепловий потік на гаряче водопостачання, Q_{hm} , МВт	9,1	9,1	9,1	9,1	7,28
Макс. тепловий потік на гаряче водопостачання, Q_{hmax} , МВт	21,84	21,84	21,84	21,84	33,6
Середній сумарний тепловий потік $\sum Q_m = Q_o + Q_v + Q_{hm}$, МВт	33,4	20,4	27,37	15,68	7,28
Максимальний сумарний тепловий потік $\sum Q_{max} = Q_o + Q_v + Q_{hmax}$, МВт	46,14	33,14	49,11	28,42	33,6

2.2. Рівняння температурних графіків якісного регулювання.

Проводимо регулювання відкритої системи тепlopостачання по навантаженню на опалення та гаряче водopостачання.

Задача розрахунку регулювання теплових потоків полягає у визначенні температури і витрат мережної води в подаючому і зворотному трубопроводах теплових мереж. Ці величини обчислюють для характерних температур зовнішнього повітря.

Температуру води на вході в систему гарячого водopостачання підтримують на рівні 60 °C за допомогою регулятора температури. У відкритій системі – за рахунок зміни кількості мережної води, що надходить в систему гарячого водopостачання з подаючого трубопроводу.

Рівняння температурних графіків якісного регулювання представляються у вигляді:

- в подаючому трубопроводі теплової мережі

$$(2.6) \quad \tau_{1,0}(t_H) = t_i + (\tau'_{\text{пр}} - t_i) \cdot \bar{Q}_o^{0.8} + (\tau'_{1,0} - \tau'_{\text{пр}}) \cdot \bar{Q}_o;$$

- після системи опалення (в зворотному трубопроводі теплової мережі)

$$(2.7) \quad \tau_{2,0}(t_H) = t_i + (\tau'_{\text{пр}} - t_i) \cdot \bar{Q}_o^{0.8} + (\tau'_{\text{пр}} - \tau'_{2,0}) \cdot \bar{Q}_o;$$

$\tau_{1,0}(t_H)$ – температура мережної води в подаючому трубопроводі перед елеватором або змішуючим насосом, яка залежить від температури зовнішнього повітря t_H , °C;

$\tau_{2,0}(t_H)$ – температура мережної води в зворотному трубопроводі після системи опалення, яка залежить від температури зовнішнього повітря t_H , °C;

$\tau'_{1,0}$ – температура мережної води в подаючому трубопроводі перед елеватором або змішуючим насосом, при розрахунковій температурі зовнішнього повітря на опалення t'_o , °C; $\tau'_{1,0} = 150$ °C

$\tau'_{2,0}$ температура мережної води в зворотному трубопроводі після системи опалення, при розрахунковій температурі зовнішнього повітря на опалення t'_o , °C; $\tau'_{2,0} = 65$ °C

t'_3 – температура води після елеватора або змішуючого насосу системи опалення, при розрахунковій температурі зовнішнього повітря на опалення t'_{o} , °C, приймаємо-105 °C

$t'_{пр}$ - розрахункова середня температура опалювального пристрою, при розрахунковій температурі зовнішнього повітря на опалення t'_{o} , °C; $\tau'_{пр} = 0.5 \cdot (\tau'_{3} + \tau'_{2,0})$;

\bar{Q}_o - відносний тепловий потік, (2.8)

$$\bar{Q}_o = \frac{t_i - t_3}{t_i - t'_o}$$

Відносний тепловий потік при температурі зовнішнього повітря 0 °C.

$$\bar{Q}_{o(0)} = \frac{20 - 0}{20 + 22} = 0,46$$

Відносний тепловий потік при температурі зовнішнього повітря +8 °C.

$$\bar{Q}_{o(8)} = \frac{20 - 8}{20 + 22} = 0,27$$

Відносний тепловий потік при температурі зовнішнього повітря -12,35 °C.

$$\bar{Q}_{o(8)} = \frac{20 + 22}{20 + 22} = 0,97$$

Рівняння якісного регулювання при температурному графіку 150-70

- в подаючому трубопроводі теплової мережі

$$\tau_{1,0}(t_8) = 20 + (87,5 - 20) \cdot 0,27^{0,8} + (150 - 87,5) \cdot 0,27 = 60,5 \text{ °C}$$

$$\tau_{1,0}(t_0) = 20 + (87,5 - 20) \cdot 0,465^{0,8} + (150 - 87,5) \cdot 0,465 = 85,64 \text{ °C}$$

$$\tau_{1,0}(t_{-22}) = 20 + (87,5 - 20) \cdot 0,97^{0,8} + (150 - 87,5) \cdot 0,97 = 146,5 \text{ °C}$$

- після системи опалення (в зворотному трубопроводі теплової мережі)

$$\tau_{2,0}(t_8) = 20 + (87,5 - 20) \cdot 0,27^{0,8} - (87,5 - 70) \cdot 0,27 = 38,95 \text{ °C}$$

$$\tau_{2,0}(t_0) = 20 + (87,5 - 20) \cdot 0,465^{0,8} - (87,5 - 70) \cdot 0,465 = 48,44 \text{ °C}$$

$$\tau_{2,0}(t_0) = 20 + (87,5 - 20) \cdot 0,97^{0,8} - (87,5 - 70) \cdot 0,97 = 68,9 \text{ °C}$$

Для інших, даних по завданню температурних графіків, рівняння якісного регулювання розраховуємо за відповідною схемою та будуємо графіки.

3. Гідравлічний розрахунок теплової мережі при зміні температурного графіка та режиму, з наявними діаметрами

Зм.	Кільк.	Арк.	№	Підпис	Дата
-----	--------	------	---	--------	------

3.1 Визначення розрахункових витрат теплоносія

У водяних системах теплових мереж при вказаному якісному регулюванні кількості теплоти, розрахункову витрату теплоносія в мережі, визначають окремо для опалення, вентиляції і гарячого водопостачання.

Вказано формули для знаходження розрахункової витрати води для кожної з інженерної системи, в одиницях виміру- кг/с:

а) на опалення:

$$G_{0\max} = \frac{Q'_{O\max}}{c(\tau'_{1,0} - \tau'_{2,0})}; \quad (3.1)$$

б) на вентиляцію:

$$G_{v\max} = \frac{Q'_{v\max}}{c(\tau'_{1,0} - \tau'_{2,0})}; \quad (3.2)$$

в) на гаряче водопостачання в відкритих системах тепlopостачання:

$$G_{hm} = \frac{Q_{hm}}{c(t_h - t_c)}; \quad (3.3)$$

Для проектування гідравлічних режимів при максимальному водорозборі з подаючого чи зворотного трубопроводу, витрати води в теплових мережах відкритих систем тепlopостачання

де K_4 – значення коефіцієнт, який враховує зміну середньої витрати води на гаряче водопостачання

Розпочнемо розрахунок житлового будинку:

За вище вказаною методикою, проводимо розрахунок для кожної з систем по відповідною до неї формулою, кг/с:

Розрахункові витрати теплоносія в тепловій мережі 150-70 з існуючими діаметрами

Таблиця 3.1

№	$G_{0\max}$	$G_{v\max}$	$G_{h\max}$	G_d	G_d^s
1	0,4	0	0,5	0,9	0,6
2	0,7	0	1,0	1,7	1,2
3	2,2	0	0,7	2,9	0,8
4	2,6	0	7,2	9,8	8,6

5	1,8	0	3,2	4,9	3,8
6	0,7	0,0	1,0	1,8	1,3
7	0,8	0	1,0	1,8	1,2
8	0,5	0	0,3	0,9	0,4
9	1,3	0	1,5	2,9	1,9
10	1,3	0	1,6	2,9	1,9
11	1,3	0	1,6	2,9	1,9
12	0,9	0	1,2	2,1	1,5
13	0,9	0	1,3	2,1	1,5
14	2,3	0	2,0	4,3	2,4
15	1,8	0	1,5	3,3	1,8
16	1,8	0	1,5	3,2	1,8
17	2,9	0	2,7	5,5	3,2
18	2,9	0	2,7	5,6	3,3
19	0,4	0	0,3	0,7	0,4
20	1,6	0	0,7	2,3	0,8
21	1,0	0	1,0	2,0	1,2
22	0,9	0	1,3	2,2	1,5
23	0,8	0	0,8	1,5	0,9
24	2,7	0	1,7	4,4	2,0
25	0,7	0	0,9	1,6	1,1
26	0,4	0	0,6	1,1	0,8
27	0,9	0	0,1	1,0	0,1
28	1,6	0	0,0	1,6	0,0
29	0,9	0	0,0	0,9	0,0
30	0,1	0	0,0	0,1	0,0
31	0,5	0	0,0	0,5	0,0
32	1,1	0	0,0	1,1	0,0
33	0,9	0	0,0	0,9	0,0
34	0,9	0	1,2	2,1	1,5
35	0,9	0	1,2	2,1	1,5
36	0,9	0	1,2	2,1	1,5
37	0,9	0	1,2	2,1	1,5
38	0,9	0	1,2	2,1	1,5
39	0,9	0	1,2	2,1	1,5
40	0,9	0	1,2	2,1	1,5
41	2,3	0	2,0	4,3	2,4
42	0,9	0	1,2	2,1	1,5
43	2,3	0	2,0	4,3	2,4
44	1,6	0	0,0	1,6	0,0
45	2,9	0	0,0	2,9	0,0
46	3,6	0	0,0	3,6	0,0
47	2,8	0	0,0	2,8	0,0
48	0,9	0	0,0	0,9	0,0

49	1,6	0	0,0	1,6	0,0
50	0,9	0	0,0	0,9	0,0
51	0,9	0	0,0	0,9	0,0
52	0,9	0	0,0	0,9	0,0
53	0,9	0	0,0	0,9	0,0
54	0,9	0	0,0	0,9	0,0
55	1,6	0	0,7	2,3	0,8
				124,6	

3.2. Гідравлічний розрахунок теплової мережі

Такі складові як втрати напорів в будь-якій точці мережі і в місцях приєднання споживачів, продуктивності та напору мережних насосів, втрат тиску при розрахункових витратах теплоносія та визначення діаметрів є основною метою гідравлічного розрахунку трубопроводів теплових мереж

В даному проекті, для прокладеної системи теплопостачання належить виконати гідравлічний розрахунок магістралі і одного відповідного відгалуження, Діаметри трубопроводів приймаються при розрахунку мереж у режимі роботи опалювального періоду.

Використовуємо для проведення гідрвлічного розрахунку використовують метод еквівалентних довжин.

Складова розрахунку, значення коефіцієнта місцевих втрат α приймають за [2].

Еквівалентну довжину ділянки визначають за формулою:

$$l_e = \alpha l = 0,3 \cdot 190 = 57 \text{ м.} \quad (3.4)$$

де l – довжина ділянки по плану, $l = 100$ м.

Визначаємо приведену довжину $l_{пр} = l_e + l = 190 + 57 = 247 \text{ м}$

При проведенні техніко-економічних розрахунків, на їх основі приймаємо питомі втрати тиску на тертя при відсутності цих даних їх приймають в таких межах:

Значення для магістралі 40 – 80 Па/м;

Значення для відгалужень - по наявному тиску, виходячи з умови рівності втрат тисків від джерела теплоти до кінцевих споживачів магістралі і відгалуження.

Мають виконуватись умови, що питомі втрати не повинні перевищувати 300 Па/м, а швидкість теплоносія – 3,5 м/с.

Незалежно від розрахункової витрати теплоносія, діаметри трубопроводів теплових мереж, незалежно, приймають не менше 32 мм.

При спільній подачі тепла на опалення, вентиляцію і гаряче водопостачання приймають, як правило, однаковими діаметри подаючого та зворотного трубопроводів двотрубних теплових мереж .

Після того як виконали трасування теплової мережі визначають розрахункову магістраль.

Вона має найбільшу та вигідну довжину до кінцевого споживача від джерела теплоти. Відповідно всі ділянки основної магістралі і відгалуження позначають номерами.

Щоб виконати прорахунок розрахункових витрати теплоносія, для всіх ділянок простим додаванням розрахункових витрат споживачів, рухаючись від кварталів проти руху теплоносія до джерела теплоти.

За додаток 9 [2] підбирають по розрахунковим витратам теплоносія на ділянці діаметри трубопроводів і знаходять питомі втрати тиску і швидкість теплоносія.

Приймаємо еквівалентну шорсткість труб рівною $K_{екв} = 0,5$ мм.

Вираховуємо коефіцієнт гідравлічного тертя за формулою:

$$\lambda = \frac{1}{(1,14 + 2 \text{Log}_{10} \left(\frac{D_{вн}}{K_{екв}} \right))^2} \quad (3.5)$$

$D_{вн}$ - внутрішній діаметр трубопроводів, м.

Для більш точних значень, розраховуємо швидкість (м/с) теплоносія за данною формулою:

$$v = \frac{G * 3,6 / 3600}{0,785 / \left(\frac{D_{вн}}{1000} \right)^2} \quad (3.6)$$

Зазначимо, для визначення питомих втрат тиску (Па/м) використовуємо

відповідну формулу:

$$R = \frac{\lambda * v * 986 * 1000 / 2}{D_{вн}} \quad (3.7)$$

За результатами розрахованих вище формул, визначаємо втрати тиску на ділянці ΔP (Кпа)

$$\Delta P = R \cdot l_{пр} / 1000 \quad (3.8)$$

В одиницях м.вод.ст визначаємо сумарні втрати тиску. На першій ділянці величина значення дорівнює значення втрати тиску на ділянці 1(Кпа). На другій ділянці визначається, як сума попереднього значення сумарної витрати (тобто на 1 першій ділянці) та втрати тиску на відповідній ділянці. Продовжуємо розрахунок для кожної ділянки.

Знаходимо втрати напору на ділянці (м) за формулою: (3.9)

$$\frac{\Delta P}{9,81}$$

По аналогії проводимо розрахунок та визначаємо сумарні втрати напору на ділянках. Результати гідравлічних розрахунків заносимо до відповідних таблиць.

Таблиця 3.2

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 150-70 з наявними діаметрами

Таблиця 3.3

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 130-70 з наявними діаметрами

Таблиця 3.4

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 115-70 з наявними діаметрами

Таблиця 3.5

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 95-70 з наявними діаметрами

Таблиця 3.6

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 80-60 з наявними діаметрами

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 150-70 з наявними діаметрами (Режим без ГВ) *Таблиця 3.7*

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 130-70 з наявними діаметрами(Режим без ГВ) *Таблиця 3.8*

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 115-70 з наявними діаметрами(Режим без ГВ) *Таблиця 3.9*

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 95-70 з наявними діаметрами(Режим без ГВ) *Таблиця 3.10*

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 80-60 з наявними діаметрами(Режим без ГВ) *Таблиця 3.11*

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 150-70 з наявними діаметрами (Режим без з частковим утепленням) *Таблиця 3.12*

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 130-70 з наявними діаметрами(Режим без з частковим утепленням) *Таблиця 3.13*

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 115-70 з наявними діаметрами((Режим без з частковим утепленням) *Таблиця 3.14*

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 95-70 з наявними діаметрами(Режим без з частковим утепленням) *Таблиця 3.15*

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 80-60 з наявними діаметрами(Режим без з частковим утепленням) *Таблиця 3.16*

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 150-70 з наявними діаметрами (Режим без з повним утепленням) *Таблиця 3.17*

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 130-70 з наявними діаметрами(Режим без з повним утепленням) *Таблиця 3.18*

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 115-70 з наявними діаметрами(Режим без з повним утепленням) *Таблиця 3.19*

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 95-70 з наявними діаметрами(Режим без з повним утепленням) *Таблиця 3.20*

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 80-60 з існуючими діаметрами(Режим без з частковим утепленням) *Таблиця 3.21*

4. Дослідження зміни п'єзOMETричного графіка при зміні температурного режиму з наявними діаметрами

Зм.	Кільк.	Арк.	№	Підпис	Дата

4.1. Зміна напору та витрат теплоносія при зміні температурного графіка

Таблиця 4.1

Напір	150-70	130-70	115-70	95-70	80-60
Повне навантаження	46,5	50	54,5	79	96,8
Без ГВ	37,6	39	42,3	58,1	71,5
З част. утепленням	45,1	47,8	52,5	72	85
З повним утепленням	43	45	50	60	68

Таблиця 4.2

Витрата	150-70	130-70	115-70	95-70	80-60
Повне навантаження	124,6	148,3	179,8	280,7	337,5
Без ГВ	70,9	94,6	126,1	227	283,8
З част. утепленням	116,2	137,1	164,9	253,9	304
З повним утепленням	100,5	116,1	136,9	203,5	241

4.2. Матеріальна характеристика з наявними діаметрами

$$\begin{aligned}
 M_0 &= 2 * \sum(D * L) \\
 &= 2 \\
 &* ((0,101 * 31) + (0,101 * 35) + (0,125 * 15) + (0,125 * 64) \\
 &+ (0,149 * 66) + (0,149 * 217) + (0,209 * 198) + (0,209 * 188) \\
 &+ (0,209 * 187) + (0,209 * 15) + (0,209 * 70) + (0,422 * 68) \\
 &+ (0,422 * 26) + (0,422 * 80) + (0,396 * 72) + (0,422 * 62)) \\
 &= 648,6 \text{ м}
 \end{aligned}$$

4.3. Підбір насоса

Безпосередньо визначаємо за гідрометричним графіком напір мережних насосів можна.

Враховуємо, що кількість насосів належить приймати:

- а) Потрібних мережних насосів – не менше двох, один з яких резервний; при п'яти робочих мережних насосах резервний насос не передбачається;

б) Потрібних живильних насосів – не менше трьох, один з яких резервний.

Живильні насоси:

$$G=0,0075 \cdot Q \cdot (V_M + V_C)$$

$$V_M=26 \text{ м}^3/\text{МВт};$$

$$V_C=40 \text{ м}^3/\text{МВт};$$

$Q = 46,14 \text{ МВт}$ – сумарний тепловий потік;

$$G=0,0075 \cdot 46,14 \cdot 66=22,8 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$H_{\text{ж}}=20 \text{ м};$$

Встановлюємо **Wilo-CronoLine-iL 80** до установки три однакові насоси ,
один з них буде резервний.

Мережні насоси: Для температури теплоносія 150 – 70 при повному навантаженні.

$$G_d \approx 124,6 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$H_M \approx 46,5 \text{ м};$$

Wilo-CronoLine-iL 100

Мережні насоси: Для температури теплоносія 150 – 70 при навантаженні без ГВ.

$$G_d \approx 70,9 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$H_M \approx 37,6 \text{ м};$$

Wilo-CronoLine-iL 100

Мережні насоси: Для температури теплоносія 150 – 70 при повному навантаженні з частковим утепленням.

$$G_d \approx 116,2 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$H_M \approx 45,1 \text{ м};$$

Wilo-CronoLine-iL 100

Мережні насоси: Для температури теплоносія 150 – 70 при повному навантаженні з повним утепленням.

$$G_d \approx 100,5 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$H_M \approx 43 \text{ м};$$

Wilo-CronoLine-iL 100

Підсумок: При зміні теплового навантаження встановленні мережні насоси можна не змінювати.

Далі проводимо перевірку чи потрібно змінювати насоси при зміні температурного графіка, для прикладу на повному навантаженні.

Мережні насоси: Для температури теплоносія 130 – 70 при повному навантаженні.

$$G_d \approx 148,3 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$H_M \approx 50 \text{ м};$$

Wilo-CronoLine-iL 100

Мережні насоси: Для температури теплоносія 115 – 70 при повному навантаженні.

$$G_d \approx 179,8 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$H_M \approx 54,5 \text{ м};$$

Wilo-CronoLine-iL 100

Мережні насоси: Для температури теплоносія 95 – 70 при повному навантаженні.

$$G_d \approx 280,7 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$H_M \approx 79 \text{ м};$$

Wilo-CronoLine-iL 250

Мережні насоси: Для температури теплоносія 80 – 60 при повному навантаженні.

$$G_d \approx 337,5 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$H_M \approx 96,8 \text{ м};$$

Wilo-CronoLine-iL 250

Підсумок: Зміна мережних насосів потрібно буде зробити, при переході на понижені температурні графіки 95-70, 80-60.

5. Гідравлічний розрахунок теплової мережі при зміні температурного графіка та режиму, з новими діаметрами.

Зм.	Кільк.	Арк.	№	Підпис	Дата	

Таблиця 5.1

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 150-70 з новими діаметрами

Таблиця 5.2

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 130-70 з новими діаметрами

Таблиця 5.3

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 115-70 з новими діаметрами

Таблиця 5.4

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 95-70 з новими діаметрами

Таблиця 5.5

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 80-60 з новими діаметрами

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 150-70 з новими діаметрами

(Режим без ГВ) *Таблиця 5.6*

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 130-70 з новими

діаметрами(Режим без ГВ) *Таблиця 5.7*

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 115-70 з новими

діаметрами(Режим без ГВ) *Таблиця 5.8*

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 95-70 з новими

діаметрами(Режим без ГВ) *Таблиця 5.9*

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 80-60 з новими

діаметрами(Режим без ГВ) *Таблиця 5.10*

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 150-70 з новими діаметрами

(Режим без з частковим утепленням) *Таблиця 5.11*

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 130-70 з новими

діаметрами(Режим без з частковим утепленням) *Таблиця 5.12*

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 115-70 з новими

діаметрами((Режим без з частковим утепленням) *Таблиця 5.13*

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 95-70 з новими

діаметрами(Режим без з частковим утепленням) *Таблиця 5.14*

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 80-60 з новими

діаметрами(Режим без з частковим утепленням) *Таблиця 5.15*

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 150-70 з новими діаметрами

(Режим без з повним утепленням) *Таблиця 5.16*

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 130-70 з новими

діаметрами(Режим без з повним утепленням) *Таблиця 5.17*

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 115-70 з новими діаметрами(Режим без з повним утепленням) *Таблиця 5.18*

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 95-70 з новими діаметрами(Режим без з повним утепленням) *Таблиця 5.19*

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 80-60 з новими діаметрами(Режим без з частковим утепленням) *Таблиця 5.20*

№ п/п	Розрахункова витрата теплоносія, $G, \text{ кг/с}$	Діаметр трубопроводу, $D_{\text{вн}} \cdot S, \text{ мм}$	Внутр. діаметр трубопроводу, $D_{\text{вн}}, \text{ м}$	Геометрична довжина, $L, \text{ м}$	Еквівалентна довжина, $L_e, \text{ м}$	Приведена довжина, $L_{\text{пр}}, \text{ м}$	Еквівалентна шершавість труби Кев., мм	Коефіцієнт гідралічного тертя, λ	Швидкість, м/с	Питомі втрати тиску, $R_p, \text{ Па/м}$	Втрати тиску на ділянці, кПа	Сумар. втрати тиску, кПа	Втрати напору на ділянці, м	Сумар. втрати напору, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Магістраль														
1-2	2,0	89*3	83	32	9,6	41,6	0,5	0,0321	0,371	26,25	1,09	1,09	0,11	0,11
2-3	4,0	108*3,6	101	35	10,5	45,5	0,5	0,0302	0,501	37,05	1,69	2,78	0,17	0,28
3-4	6,0	133*4	125	15	4,5	19,5	0,5	0,0284	0,491	26,94	0,53	3,30	0,05	0,34
4-5	8,0	133*4	125	64	19,2	83,2	0,5	0,0284	0,654	47,90	3,99	7,29	0,41	0,74
5-6	10,0	159*6	149	66	19,8	85,8	0,5	0,027	0,576	29,56	2,54	9,82	0,26	1,00
6-7	12,0	159*6	149	217	65,1	282,1	0,5	0,027	0,691	42,57	12,01	21,83	1,22	2,23
7-8	14,0	194*3	184	198	59,4	257,4	0,5	0,0254	0,528	19,01	4,89	26,73	0,50	2,72
8-9	19,3	194*3	184	188	56,4	244,4	0,5	0,0254	0,725	35,83	8,76	35,49	0,89	3,62
9-10	24,5	194*3	184	187	56,1	243,1	0,5	0,0254	0,920	57,65	14,02	49,50	1,43	5,05
10-11	34,6	219*5	209	15	4,5	19,5	0,5	0,0245	1,009	58,94	1,15	50,65	0,12	5,16
11-12	35,3	273*5	263	70	21	91	0,5	0,0231	0,650	18,28	1,66	52,31	0,17	5,33
12-13	94,3	325*6	313	68	20,4	88,4	0,5	0,0221	1,226	52,18	4,61	56,93	0,47	5,80
13-14	108,2	377*6	365	26	7,8	33,8	0,5	0,0212	1,035	30,68	1,04	57,96	0,11	5,91
14-15	112,8	377*6	365	80	24	104	0,5	0,0212	1,079	33,33	3,47	61,43	0,35	6,26
15-16	115,1	377*6	365	72	21,6	93,6	0,5	0,0212	1,101	34,70	3,25	64,68	0,33	6,59
16-17	116,1	377*6	365	62	18,6	80,6	0,5	0,0212	1,110	35,31	2,85	67,52	0,29	6,88

№ п/п	Розрахункова витрата теплоносія, $G, \text{ кг/с}$	Діаметр трубопроводу, $D_{\text{вн}} \cdot S, \text{ мм}$	Внутр. діаметр трубопроводу, $D_{\text{вн}}, \text{ м}$	Геометрична довжина, $L, \text{ м}$	Еквівалентна довжина, $L_e, \text{ м}$	Приведена довжина, $L_{\text{пр}}, \text{ м}$	Еквівалентна шершавість труби Кев., мм	Коефіцієнт гідралічного тертя, λ	Швидкість, м/с	Питомі втрати тиску, $R_p, \text{ Па/м}$	Втрати тиску на ділянці, кПа	Сумар. втрати тиску, кПа	Втрати напору на ділянці, м	Сумар. втрати напору, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Відгалуження 10														
10.1-10.2	3,06	89*3	83	199	59,7	258,7	0,5	0,0321	0,566	61,09	15,80	15,804	1,61	1,61
10.2-10.3	6,08	133*4	125	100	30	130	0,5	0,0284	0,496	27,48	3,57	19,377	0,36	1,98

№ п/п	Розрахункова витрата теплоносія, $G, \text{ кг/с}$	Діаметр трубопроводу, $D_{\text{вн}} \cdot S, \text{ мм}$	Внутр. діаметр трубопроводу, $D_{\text{вн}}, \text{ м}$	Геометрична довжина, $L, \text{ м}$	Еквівалентна довжина, $L_e, \text{ м}$	Приведена довжина, $L_{\text{пр}}, \text{ м}$	Еквівалентна шершавість труби Кев., мм	Коефіцієнт гідралічного тертя, λ	Швидкість, м/с	Питомі втрати тиску, $R_p, \text{ Па/м}$	Втрати тиску на ділянці, кПа	Сумар. втрати тиску, кПа	Втрати напору на ділянці, м	Сумар. втрати напору, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Відгалуження 12														
1-2	2,62	89*3	83	29	8,7	37,7	0,5	0,0321	0,485	44,89	1,69	1,692	0,17	0,17
2-3	4,23	108*3,5	101	29	8,7	37,7	0,5	0,0302	0,529	41,27	1,56	3,248	0,16	0,33
3-4	5,09	108*3,5	101	35	10,5	45,5	0,5	0,0302	0,636	59,61	2,71	5,961	0,28	0,61
4-5	14,57	159*5	149	104	31,2	135,2	0,5	0,027	0,836	62,38	8,43	14,395	0,86	1,47
5-6	19,27	219*5	209	104	31,2	135,2	0,5	0,0245	0,562	18,29	2,47	16,867	0,25	1,72
6-7	23,48	219*5	209	300	90	390	0,5	0,0245	0,685	27,15	10,59	27,456	1,08	2,80
7-8(+12.2)	46,77	273*5	263	300	90	390	0,5	0,0231	0,861	32,11	12,52	39,978	1,28	4,08

Відгалуження 12-2														
2.1-2.2	4,07	108*3,5	101	77	23,1	100,1	0,5	0,0302	0,508	38,05	3,81	3,808	0,39	0,39
2.2-2.3	10,14	133*4	125	87	26,1	113,1	0,5	0,0284	0,826	76,46	8,65	8,647	0,88	0,88
2.3-2.4	12,06	159*5	149	120	36	156	0,5	0,027	0,692	42,76	6,67	15,318	0,68	1,56
2.4-2.5	15,73	159*5	149	40	12	52	0,5	0,027	0,903	72,74	3,78	19,100	0,39	1,95
2.5-2.6	21,20	219*5	209	147	44,1	191,1	0,5	0,0245	0,618	22,14	4,23	23,332	0,43	2,38
2.6-2.7	23,29	219*5	209	20	6	26	0,5	0,0245	0,679	26,72	0,69	24,027	0,07	2,45

Відгалуження 12-3														
3.1-3.2	2,71	89*3	83	116	34,8	150,8	0,5	0,0321	0,501	47,79	7,21	7,207	0,73	0,73
3.2-3.3	5,43	108*3,5	101	58	17,4	75,4	0,5	0,0302	0,678	67,82	5,11	5,114	0,52	1,26
3.3-3.4	8,15	133*4	125	200	60	260	0,5	0,0284	0,664	49,41	12,85	12,847	1,31	2,57
3.4-3.5	12,19	159*5	149	100	30	130	0,5	0,027	0,699	43,67	5,68	5,677	0,58	3,14

№ п/п	Розрахункова витрата теплоносія, $G, \text{ кг/с}$	Діаметр трубопроводу, $D_{\text{вн}} \cdot S, \text{ мм}$	Внутр. діаметр трубопроводу, $D_{\text{вн}}, \text{ м}$	Геометрична довжина, $L, \text{ м}$	Еквівалентна довжина, $L_e, \text{ м}$	Приведена довжина, $L_{\text{пр}}, \text{ м}$	Еквівалентна шершавість труби Кев., мм	Коефіцієнт гідралічного тертя, λ	Швидкість, м/с	Питомі втрати тиску, $R_p, \text{ Па/м}$	Втрати тиску на ділянці, кПа	Сумар. втрати тиску, кПа	Втрати напору на ділянці, м	Сумар. втрати напору, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Відгалуження 13														
1.1-1.2	1,40	76*3	70	260	78	338	0,5	0,0339	0,363	31,47	10,64	10,635	1,08	1,08
1.2-1.3	3,91	108*3,5	101	232	69,6	301,6	0,5	0,0302	0,488	35,17	10,61	10,608	1,08	2,17
1.3-1.4(+13.2)	11,69	159*5	149	73	21,9	94,9	0,5	0,027	0,671	40,18	3,81	3,813	0,39	2,55
1.4-1.5	12,46	159*5	149	310	93	403	0,5	0,027	0,715	45,60	18,38	18,378	1,87	4,43
1.5-1.6(+13.4)	13,98	159*5	149	310	93	403	0,5	0,027	0,802	57,48	23,16	23,163	2,36	6,79

Відгалуження 13-2														
2.1-2.2	3,12	89*3	83	90	27	117	0,5	0,0321	0,578	63,66	7,45	7,448	0,76	0,76
2.2-2.3	5,62	133*4	125	89	26,7	115,7	0,5	0,0284	0,458	23,53	2,72	2,722	0,28	1,04
2.2-2.4(+13.3)	7,78	133*4	125	260	78	338	0,5	0,0284	0,635	45,08	15,24	15,237	1,55	2,59

Відгалуження 13-3														
3.1-3.2	1,40	76*3	70	25	7,5	32,5	0,5	0,0339	0,363	31,47	1,02	1,023	0,10	0,10
3.2-3.3	2,16	89*3	83	36	10,8	46,8	0,5	0,0321	0,400	30,45	1,43	1,425	0,15	0,25

Відгалуження 13-4														
4.1-4.2	0,76	57*3	51	95	28,5	123,5	0,5	0,0376	0,374	50,88	6,28	6,284	0,64	0,64
4.2-4.3	1,53	76*3	70	160	48	208	0,5	0,0339	0,397	37,66	7,83	7,833	0,80	1,44

№ п/п	Розрахункова витрата теплоносія, $G, \text{ кг/с}$	Діаметр трубопроводу, $D_{\text{вн}} \cdot S, \text{ мм}$	Внутр. діаметр трубопроводу, $D_{\text{вн}}, \text{ м}$	Геометрична довжина, $L, \text{ м}$	Еквівалентна довжина, $L_e, \text{ м}$	Приведена довжина, $L_{\text{пр}}, \text{ м}$	Еквівалентна шершавість труби Кев., мм	Коефіцієнт гідралічного тертя, λ	Швидкість, м/с	Питомі втрати тиску, $R_p, \text{ Па/м}$	Втрати тиску на ділянці, кПа	Сумар. втрати тиску, кПа	Втрати напору на ділянці, м	Сумар. втрати напору, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Відгалуження 14														
1.1-1.2	0,46	45*2	41	72	21,6	93,6	0,5	0,0405	0,348	59,06	5,53	5,528	0,56	0,56
1.2-1.3	0,51	57*3	51	67	20,1	87,1	0,5	0,0376	0,251	22,85	1,99	1,990	0,20	0,77
1.3-1.4	1,29	76*3	70	30	9	39	0,5	0,0339	0,335	26,80	1,05	1,045	0,11	0,87
1.4-1.5(+14.2)	3,81	108*3,5	101	66	19,8	85,8	0,5	0,0302	0,475	33,35	2,86	2,862	0,29	1,16

Відгалуження 14-2														
2.1-2.2	0,99	76*3	70	80	24	104	0,5	0,0339	0,257	15,80	1,64	1,643	0,17	0,17
2.2-2.3	2,52	89*3	83	32	9,6	41,6	0,5	0,0321	0,466	41,34	1,72	1,720	0,18	0,34

**6. Дослідження зміни п'єзOMETричного графіка при
зміні температурного режиму з новими діаметрами**

Зм.	Кільк.	Арк.	№	Підпис	Дата	

6.1.Зміна напору та витрат теплоносія при зміні температурного графіка

Таблиця 6.1

Напір	150-70	130-70	115-70	95-70	80-60
1	50	55,4	61,3	96,8	122
Без ГВ	38,2	39	45,2	68,4	87,2
З част. утепленням	49,2	54,4	59,3	86,6	106,8
З повним утепленням	45,9	48,6	52,6	70	85,1

Таблиця 6.2

Витрата	150-70	130-70	115-70	95-70	80-60
1	124,6	148,3	179,8	280,7	337,5
Без ГВ	70,9	94,6	126,1	227	283,8
З част. утепленням	116,2	137,1	164,9	253,9	304
З повним утепленням	100,5	116,1	136,9	203,5	241

6.2.Матеріальна характеристика з новими діаметрами

$$M0 = 2 * \sum(D * L)$$

$$= 2$$

$$* ((0,083 * 31) + (0,101 * 35) + (0,125 * 15) + (0,125 * 64) + (0,149 * 66) + (0,149 * 217) + (0,184 * 198) + (0,184 * 188) + (0,184 * 187) + (0,209 * 15) + (0,263 * 70) + (0,313 * 68) + (0,365 * 26) + (0,365 * 80) + (0,365 * 72) + (0,365 * 62))$$

$$= 590,2м$$

6.3. Підбір насоса.

Живильні насоси:

$$G=0,0075 \cdot Q \cdot (V_M + V_C)$$

$$V_M=26 \text{ м}^3/\text{МВт};$$

$$V_C=40 \text{ м}^3/\text{МВт};$$

$$Q = 46,14 \text{ МВт} - \text{сумарний тепловий потік};$$

$$G=0,0075 \cdot 46,14 \cdot 66=22,8\text{м}^3/\text{год}$$

$$H_{\text{ж}}=20 \text{ м};$$

Встановлюємо **Wilo-CronoLine-iL 80** до установки три однакові насоси ,
один з них буде резервний.

Мережні насоси: Для температури теплоносія 150 – 70 при повному навантаженні.

$$G_d \approx 124,6\text{м}^3/\text{год}$$

$$H_M \approx 50 \text{ м};$$

Wilo-CronoLine-iL 100

Мережні насоси: Для температури теплоносія 130 – 70 при повному навантаженні.

$$G_d \approx 148,3\text{м}^3/\text{год}$$

$$H_M \approx 55,4 \text{ м};$$

Wilo-CronoLine-iL 100

Мережні насоси: Для температури теплоносія 115 – 70 при повному навантаженні.

$$G_d \approx 179,8\text{м}^3/\text{год}$$

$$H_M \approx 61,3 \text{ м};$$

Wilo-CronoLine-iL 200

Мережні насоси: Для температури теплоносія 95 – 70 при повному навантаженні.

$$G_d \approx 280,7 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$H_M \approx 96,8 \text{ м};$$

Wilo-VeroNorm NPG 100/315

Мережні насоси: Для температури теплоносія 80 – 60 при повному навантаженні.

$$G_d \approx 337,5 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$H_M \approx 122 \text{ м};$$

Wilo-VeroNorm NPG 100/315

Підсумок: Зміна мережних насосів потрібно буде зробити, при переході на понижений температурний графік 115-70 , та повторну заміну насосів при 95-70, 80-60, що є економічно не доцільним.

7. Гідравлічний розрахунок теплової мережі при зміні температурного графіка та режиму з наявними та новими діаметрами з переходом на пластик

Зм.	Кільк.	Арк.	№	Підпис	Дата

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 95-70 з наявними діаметрами та перехід на пластик *Таблиця 7.1*

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 80-60 з наявними діаметрами та перехід на пластик *Таблиця 7.2*

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 95-70 з новими діаметрами та перехід на пластик. *Таблиця 7.3*

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 80-60 з новими діаметрами та перехід на пластик *Таблиця 7.4*

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 95-70 з наявними діаметрами та перехід на пластик(Режим без ГВ) *Таблиця 7.5*

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 80-60 з наявними діаметрами та перехід на пластик (Режим без ГВ) *Таблиця 7.6*

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 95-70 з новими діаметрами та перехід на пластик(Режим без ГВ) *Таблиця 7.7*

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 80-60 з новими діаметрами та перехід на пластик (Режим без ГВ) *Таблиця 7.8*

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 95-70 з наявними діаметрами та перехід на пластик(Режим без з частковим утепленням) *Таблиця 7.9*

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 80-60 з наявними діаметрами та перехід на пластик (Режим без з частковим утепленням) *Таблиця 7.10*

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 95-70 з новими діаметрами та перехід на пластик(Режим без з частковим утепленням) *Таблиця 7.11*

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 80-60 з новими діаметрами та перехід на пластик (Режим без з частковим утепленням) *Таблиця 7.12*

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 95-70 з наявними діаметрами та перехід на пластик (Режим без з повним утепленням) *Таблиця 7.13*

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 80-60 з наявними діаметрами та перехід на пластик(Режим без з частковим утепленням) *Таблиця 7.14*

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 95-70 з новими діаметрами та перехід на пластик (Режим без з повним утепленням) *Таблиця 7.15*

Результати гідравлічного розрахунку теплових мереж 80-60 з новими діаметрами та перехід на пластик(Режим без з частковим утепленням) *Таблиця 7.16*

№ п/п	Розрахункова втрата теплоносії, G, кг/с	Діаметр трубопроводу, D _{вн.} , мм	Внутр. діаметр трубопроводу, D _{внр.} , мм	Геометрична довжина, L, м	Еквівалентна довжина L _е , м	Приведена довжина, L _{пр.} , м	Еквівалентна шершавість труби К _{ев} , мм	Коефіцієнт гідрравльного тертя, λ	Швидкість, м/с	Питомі втрати тиску, R _р , Па/м	Втрати тиску на ділянці, кПа	Сумар. втрати тиску, кПа	Втрати напору на ділянці, м	Сумар. втрати напору, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Магістраль														
1-2	3,5	110*10	90	32	9,6	41,6	0,5	0,0313	0,554	52,59	2,19	2,19	0,22	0,22
2-3	7,0	160*14,7	130,8	35	10,5	45,5	0,5	0,028	0,524	29,01	1,32	3,51	0,13	0,36
3-4	10,6	180*16,4	147,2	15	4,5	19,5	0,5	0,0271	0,621	34,95	0,68	4,19	0,07	0,43
4-5	14,1	225*20,5	184	64	19,2	83,2	0,5	0,0254	0,530	19,12	1,59	5,78	0,16	0,59
5-6	17,6	225*20,5	184	66	19,8	85,8	0,5	0,0254	0,662	29,88	2,56	8,34	0,26	0,85
6-7	21,1	225*20,5	184	217	65,1	282,1	0,5	0,0254	0,795	43,02	12,14	20,48	1,24	2,09
7-8	24,6	219*5	209	198	59,4	257,4	0,5	0,0245	0,719	29,91	7,70	28,18	0,78	2,87
8-9	36,1	219*5	209	188	56,4	244,4	0,5	0,0245	1,052	64,05	15,65	43,83	1,60	4,47
9-10	47,5	219*5	209	187	56,1	243,1	0,5	0,0245	1,385	111,04	26,99	70,83	2,75	7,22
10-11	71,0	219*5	209	15	4,5	19,5	0,5	0,0245	2,071	248,29	4,84	75,67	0,49	7,71
11-12	72,8	219*5	209	70	21	91	0,5	0,0245	2,123	260,97	23,75	99,42	2,42	10,13
12-13	187,8	426*2	422	68	20,4	88,4	0,5	0,0205	1,343	43,11	3,81	103,23	0,39	10,52
13-14	251,3	426*2	422	26	7,8	33,8	0,5	0,0205	1,798	77,23	2,61	105,84	0,27	10,79
14-15	272,12	426*2	422	80	24	104	0,5	0,0205	1,947	90,53	9,42	115,25	0,96	11,75
15-16	282,1	400*2	396	72	21,6	93,6	0,5	0,0208	2,291	135,82	12,71	127,96	1,30	13,04
16-17	283,8	426*2	422	62	18,6	80,6	0,5	0,0205	2,030	98,45	7,94	135,90	0,81	13,85

№ п/п	Розрахункова втрата теплоносії, G, кг/с	Діаметр трубопроводу, D _{вн.} , мм	Внутр. діаметр трубопроводу, D _{внр.} , мм	Геометрична довжина, L, м	Еквівалентна довжина L _е , м	Приведена довжина, L _{пр.} , м	Еквівалентна шершавість труби К _{ев} , мм	Коефіцієнт гідрравльного тертя, λ	Швидкість, м/с	Питомі втрати тиску, R _р , Па/м	Втрати тиску на ділянці, кПа	Сумар. втрати тиску, кПа	Втрати напору на ділянці, м	Сумар. втрати напору, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Відгалуження 10														
10.1-10.2	7,08	140*12,7	114,6	199	59,7	258,7	0,5	0,0291	0,686	59,01	15,27	15,267	1,56	1,56
10.2-10.3	14,15	180*16,4	147,2	100	30	130	0,5	0,0271	0,832	62,77	8,16	23,427	0,83	2,39

№ п/п	Розрахункова втрата теплоносії, G, кг/с	Діаметр трубопроводу, D _{вн.} , мм	Внутр. діаметр трубопроводу, D _{внр.} , мм	Геометрична довжина, L, м	Еквівалентна довжина L _е , м	Приведена довжина, L _{пр.} , м	Еквівалентна шершавість труби К _{ев} , мм	Коефіцієнт гідрравльного тертя, λ	Швидкість, м/с	Питомі втрати тиску, R _р , Па/м	Втрати тиску на ділянці, кПа	Сумар. втрати тиску, кПа	Втрати напору на ділянці, м	Сумар. втрати напору, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Відгалуження 12														
1-2	8,74	160*14,7	130,8	29	8,7	37,7	0,5	0,028	0,650	44,66	1,68	1,684	0,17	0,17
2-3	11,37	180*16,4	147,2	29	8,7	37,7	0,5	0,0271	0,669	40,53	1,53	3,211	0,16	0,33
3-4	13,04	180*16,4	147,2	35	10,5	45,5	0,5	0,0271	0,767	53,31	2,43	5,637	0,25	0,57
4-5	23,59	159*5	149	104	31,2	135,2	0,5	0,027	1,354	163,55	22,11	27,749	2,25	2,83
5-6	30,63	159*5	149	104	31,2	135,2	0,5	0,027	1,758	275,74	37,28	65,029	3,80	6,63
6-7	38,77	219*5	209	300	90	390	0,5	0,0245	1,131	74,03	28,87	93,900	2,94	9,57
7-8(+12.2)	92,12	219*5	209	300	90	390	0,5	0,0245	2,687	417,97	163,01	256,910	16,62	26,19

Відгалуження 12-2														
2.1-2.2	9,37	180*16,4	147,2	77	23,1	100,1	0,5	0,0271	0,551	27,50	2,75	2,753	0,28	0,28
2.2-2.3	22,26	225*20,5	184	87	26,1	113,1	0,5	0,0254	0,837	47,77	5,40	5,402	0,55	0,55
2.3-2.4	26,38	219*5	209	120	36	156	0,5	0,0245	0,769	34,28	5,35	10,751	0,55	1,10
2.4-2.5	33,04	219*5	209	40	12	52	0,5	0,0245	0,964	53,77	2,80	13,547	0,29	1,38
2.5-2.6	46,85	273*5	263	147	44,1	191,1	0,5	0,0231	0,863	32,21	6,16	19,703	0,63	2,01
2.6-2.7	53,35	273*5	263	20	6	26	0,5	0,0231	0,983	41,78	1,09	20,789	0,11	2,12

Відгалуження 12-3														
3.1-3.2	5,27	140*12,7	114,6	116	34,8	150,8	0,5	0,0291	0,512	32,79	4,94	4,944	0,50	0,50
3.2-3.3	10,55	180*16,4	147,2	58	17,4	75,4	0,5	0,0271	0,620	34,87	2,63	2,629	0,27	0,77
3.3-3.4	15,82	225*20,5	184	200	60	260	0,5	0,0254	0,595	24,15	6,28	6,278	0,64	1,41
3.4-3.5	22,86	159*5	149	100	30	130	0,5	0,027	1,312	153,63	19,97	19,972	2,04	3,45

№ п/п	Розрахункова втрата теплоносії, G, кг/с	Діаметр трубопроводу, D _{вн.} , мм	Внутр. діаметр трубопроводу, D _{внр.} , мм	Геометрична довжина, L, м	Еквівалентна довжина L _е , м	Приведена довжина, L _{пр.} , м	Еквівалентна шершавість труби К _{ев} , мм	Коефіцієнт гідрравльного тертя, λ	Швидкість, м/с	Питомі втрати тиску, R _р , Па/м	Втрати тиску на ділянці, кПа	Сумар. втрати тиску, кПа	Втрати напору на ділянці, м	Сумар. втрати напору, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Відгалуження 13														
1.1-1.2	6,35	140*12,7	114,6	260	78	338	0,5	0,0291	0,616	47,50	16,05	16,054	1,64	1,64
1.2-1.3	17,77	180*16,4	147,2	232	69,6	301,6	0,5	0,0271	1,045	98,94	29,84	29,840	3,04	4,68
1.3-1.4(+13.2)	53,15	450	446	73	21,9	94,9	0,5	0,0202	0,340	2,58	0,25	0,245	0,02	4,70
1.4-1.5	56,62	450	446	310	93	403	0,5	0,0202	0,363	2,93	1,18	1,182	0,12	4,82
1.5-1.6(+13.4)	63,57	450	446	310	93	403	0,5	0,0202	0,407	3,70	1,49	1,489	0,15	4,98

Відгалуження 13-2														
2.1-2.2	14,20	180*16,4	147,2	90	27	117	0,5	0,0271	0,835	63,19	7,39	7,394	0,75	0,75
2.2-2.3	25,56	225*20,5	184	89	26,7	115,7	0,5	0,0254	0,962	63,01	7,29	7,290	0,74	1,50
2.2-2.4 (+13.3)	35,38	219*5	209	260	78	338	0,5	0,0245	1,032	61,66	20,84	20,840	2,12	3,62

Відгалуження 13-3														
3.1-3.2	6,35	140*12,7	114,6	25	7,5	32,5	0,5	0,0291	0,616	47,50	1,54	1,544	0,16	0,16
3.2-3.3	9,82	160*14,7	130,8	36	10,8	46,8	0,5	0,028	0,731	56,45	2,64	2,642	0,27	0,43

Відгалуження 13-4														
4.1-4.2	3,47	110*10	90	95	28,5	123,5	0,5	0,0313	0,546	51,17	6,32	6,319	0,64	0,64
4.2-4.3	6,95	140*12,7	114,6	160	48	208	0,5	0,0291	0,674	56,84	11,82	11,824	1,21	1,85

№ п/п	Розрахункова втрата теплоносії, G, кг/с	Діаметр трубопроводу, D _{вн.} , мм	Внутр. діаметр трубопроводу, D _{внр.} , мм	Геометрична довжина, L, м	Еквівалентна довжина L _е , м	Приведена довжина, L _{пр.} , м	Еквівалентна шершавість труби К _{ев} , мм	Коефіцієнт гідрравльного тертя, λ	Швидкість, м/с	Питомі втрати тиску, R _р , Па/м	Втрати тиску на ділянці, кПа	Сумар. втрати тиску, кПа	Втрати напору на ділянці, м	Сумар. втрати напору, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Відгалуження 14														
1.1-1.2	2,09	110*10	90	72	21,6	93,6	0,5	0,0313	0,328	18,51	1,73	1,732	0,18	0,18
1.2-1.3	2,33	110*10	90	67	20,1	87,1	0,5	0,0313	0,366	22,98	2,00	2,001	0,20	0,38
1.3-1.4	5,86	140*12,7	114,6	30	9	39	0,5	0,0291	0,568	40,46	1,58	1,578	0,16	0,54
1.4-1.5(+14.2)	17,30	180*16,4	147,2	66	19,8	85,8	0,5	0,0271	1,017	93,82	8,05	8,050	0,82	1,36

Відгалуження 14-2														
2.1-2.2	4,50	110*10	90	80	24	104	0,5	0,0313	0,708	85,88	8,93	8,932	0,91	0,91
2.2-2.3	11,44	180*16,4	147,2	32	9,6	41,6	0,5	0,0271	0,673	41,04	1,71	1,707	0,17	1,08

8. Дослідження зміни п'єзOMETричного графіка при зміні температурного графіка та режиму з наявними та новими діаметрами з переходом на пластик.

Зм.	Кільк.	Арк.	№	Підпис	Дата
-----	--------	------	---	--------	------

8.1. Зміна напору при зміні температурного графіка, з наявними діаметрами та перехід на пластик

Таблиця 8.1

Напір	95-70- пластик	80-60-пластик	95-70	80-60
1	70	80	79	96,8
Без ГВ	37,6	42,3	58,1	71,5
З част. утепленням	64	71,7	72	85
З повним утепленням	54,6	59,1	60	68

8.2. Матеріальна характеристика з наявними діаметрами та перехід на пластик.

Матеріальна характеристика теплової мережі 95-70- пластик з наявними діаметрами

$$\begin{aligned}
 M_0 &= 2 * \sum(D * l) \\
 &= 2 \\
 &* ((0,090 * 31) + (0,114 * 35) + (0,130 * 15) + (0,147 * 64) \\
 &+ (0,184 * 66) + (0,184 * 217) + (0,184 * 198) + (0,209 * 188) \\
 &+ (0,209 * 187) + (0,209 * 15) + (0,209 * 70) + (0,422 * 68) \\
 &+ (0,422 * 26) + (0,422 * 80) + (0,396 * 72) + (0,422 * 62)) \\
 &= 661,6\text{м}^2
 \end{aligned}$$

Матеріальна характеристика теплової мережі 80-70- пластик з наявними діаметрами

$$\begin{aligned}
 M_0 &= 2 * \sum(D * l) \\
 &= 2 \\
 &* ((0,090 * 31) + (0,130 * 35) + (0,147 * 15) + (0,184 * 64) \\
 &+ (0,184 * 66) + (0,184 * 217) + (0,209 * 198) + (0,209 * 188) \\
 &+ (0,209 * 187) + (0,209 * 15) + (0,209 * 70) + (0,422 * 68) \\
 &+ (0,422 * 26) + (0,422 * 80) + (0,396 * 72) + (0,422 * 62)) = 678\text{м}^2
 \end{aligned}$$

8.3. Підбір насоса

Мережні насоси: Для температури теплоносія 95 – 70 при повному навантаженні, з наявними діаметрами.

$$G_d \approx 280,7 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$H_M \approx 79 \text{ м};$$

Wilo-CronoLine-iL 250

Мережні насоси: Для температури теплоносія 80 – 60 при повному навантаженні з наявними діаметрами.

$$G_d \approx 337,5 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$H_M \approx 96,8 \text{ м};$$

Wilo-CronoLine-iL 250

Мережні насоси: Для температури теплоносія 80 – 60 при повному навантаженні з наявними діаметрами та переходом на пластик

$$G_d \approx 337,5 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$H_M \approx 70 \text{ м};$$

Wilo-CronoLine-iL 250

Мережні насоси: Для температури теплоносія 80 – 60 при повному навантаженні з наявними діаметрами та переходом на пластик

$$G_d \approx 337,5 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$H_M \approx 80 \text{ м};$$

Wilo-CronoLine-iL 250

8.4. Зміна напору та витрат теплоносія при зміні температурного графіка, з новими діаметрами та перехід на пластик

Таблиця 8.2

Напір	95-70- пластик	80-60-пластик	95-70	80-60
Повне навантаження	86,2	113,3	96,8	122
Без ГВ	61,3	82,5	68,4	87,2
З част. утепленням	77,3	92,4	86,6	106,8
З повним утепленням	63,4	72,5	70	85,1

8.5. Матеріальна характеристика з новими діаметрами та перехід на пластик.

Матеріальна характеристика теплової мережі 95-70- пластик з новими діаметрами

$$\begin{aligned}
 M_0 &= 2 * \sum(D * l) \\
 &= 2 \\
 &* ((0,090 * 31) + (0,114 * 35) + (0,130 * 15) + (0,147 * 64) \\
 &+ (0,184 * 66) + (0,184 * 217) + (0,184 * 198) + (0,184 * 188) \\
 &+ (0,184 * 187) + (0,209 * 15) + (0,263 * 70) + (0,313 * 68) \\
 &+ (0,365 * 26) + (0,365 * 80) + (0,365 * 72) + (0,365 * 62)) \\
 &= 612,1 \text{ м}^2
 \end{aligned}$$

Матеріальна характеристика теплової мережі 80-70- пластик з новими діаметрами

$$\begin{aligned}
 M_0 &= 2 * \sum(D * l) \\
 &= 2 \\
 &* ((0,090 * 31) + (0,130 * 35) + (0,147 * 15) + (0,184 * 64) \\
 &+ (0,184 * 66) + (0,184 * 217) + (0,184 * 198) + (0,184 * 188) \\
 &+ (0,184 * 187) + (0,209 * 15) + (0,263 * 70) + (0,313 * 68) \\
 &+ (0,365 * 26) + (0,365 * 80) + (0,365 * 72) + (0,365 * 62)) \\
 &= 618,2 \text{ м}^2
 \end{aligned}$$

8.6 Підбір насоса

Мережні насоси: Для температури теплоносія 95 – 70 при повному навантаженні з новими та нових діаметрів.

$$G_d \approx 280,7 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$H_M \approx 96,8 \text{ м};$$

Wilо-VeroNorm NPG 100/315

Мережні насоси: Для температури теплоносія 95 – 70 при повному навантаженні з новими та з переходом на пластик.

$$G_d \approx 280,7 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$H_M \approx 86,2 \text{ м};$$

Wilо-VeroNorm NPG 100/315

Мережні насоси: Для температури теплоносія 80 – 60 при повному навантаженні з новими та нових діаметрів.

$$G_d \approx 337,5 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$H_M \approx 122 \text{ м};$$

Wilо-VeroNorm NPG 100/315

Мережні насоси: Для температури теплоносія 80 – 60 при повному навантаженні з новими та з переходом на пластик.

$$G_d \approx 337,5 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$H_M \approx 113 \text{ м};$$

Wilо-VeroNorm NPG 100/315

Підсумок: З переходом на пластик, напір насосу зменшився при даних графіках, але не вагомо, тому модель насосу залишається незмінною, як при наявних діаметрів так і при нових діаметрів.

Таблиця 8.3

Підсумок матеріальної характеристики

	Наявні діаметри	Нові діаметри	Наявні+пластик	Нові+пластик
	648,6	590,2		
95-70			661,6	678
80-60			612,1	618,2

Список використаної літератури

1. ДСТУ – НБВ.1.1-27:2010. ”Будівельна кліматологія”, – Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. –123с.
2. Централізоване теплопостачання міста. Методичні вказівки до курсового проекту/ Уклад.: Худенко А.А., Швачко Н.А., Лисицький М.Ф., Приймак О.В. – К.: КНУБА, 2003. - 56с
3. Стаття: Вплив термомодернізації житлових будинків на роботу опалювальних котелень системи централізованого теплопостачання
Гламаздін Павло, Швачко Наталія, Гламаздін Дмитро
5. ДБН В.2.5-39:88 Теплові мережі. - К.: ВАТ УкрНДІнжпроект, 2008. - 56 с.
6. Білоцерківський О.Б., Ширяєва Н.В. Розробка шляхів реформування систем централізованого теплопостачання України. Вісник НТУ «ХПІ». 2015. №53(І62).
7. Теплопостачання (частина І "Теплові мережі та споруди")/Єнін П.М., Швачко Н.А. Навчальний посібник. - К.: Кондор, 2007, - 235 с.
8. Методичні вказівки до курсового проекту “Централізоване теплопостачання міста” для студентів спеціальності 8.092108 “Теплогазопостачання і вентиляція” всіх форм навчання. / Укл. П.М.Єнін, А.А. Худенко, Н.А. Швачко– Київ: КНУБА, 2003. – 48 с.
9. Довідник по теплопостачанню і вентиляції . Щекин Р.В. – Київ: Будівельник,.
10. Каталог насосного обладнання „Wilo” для опалення ,2020.–16с.
11. Приймак Д.В., Гламаздін П.М., Швачко Н.А. Проблеми модернізації систем централізованого теплопостачання малих міст.
12. Приймак О.В., Гламаздін П.М. Аналіз технічних рішень, що пропонуються при розробці оптимізованих схем теплопостачання міст України.