

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА
ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»
КАФЕДРА ТЕПЛОГАЗОПОСТАЧАННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ

Пояснювальна записка

до дипломного проекту
бакалавра

на тему : **Застосування енергозощаджувальних технологій в роботі теплових
мереж м.Кременчука**

Виконав: студент 2 курсу,
групи 201пНТ
спеціальності

144 Теплоенергетика

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Філик Б. П.

(прізвище та ініціали)

Керівник Гузик Д.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент _____

(прізвище та ініціали)

Зав.кафедрою Голік Ю.С.

(прізвище та ініціали)

Полтава - 2022 року

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Інститут, факультет, відділення Навчально-науковий інститут нафти і газу

Кафедра теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики

Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр

Спеціальність 144 - Теплоенергетика

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри, голова циклової комісії Голік Ю.С.

"__" ____ 2022 року

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТА**

Філик Богдан Павлович

Тема проекту Застосування енергозаощаджувальних технологій в роботі теплових мереж м.Кременчука

1/ Керівник проекту Гузик Д.В. к.т.н..кафедри ТГВ

затверджені наказом вищого навчального закладу №156-фа від " 1 " 04
року 2022

2. Строк подання студентом проекту 14.06. 2022 р.

3. Вихідні дані до проекту генеральний план житлового мікрорайону м.Кременчук,

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. Основні недоліки роботи теплових мереж, дослідження шляхів впровадження енергозберігаючих теїнологій в роботу теплових мереж. Розрахунок потреби у тепловій енергії житлового мікрорайону що обслуговує котельня в м.Кременчук . Гідравлічний розрахунок теплової мережі .Аналізо доцільність заміни існуючих мережних насосів на сучасні, досліджені економічні показники впровадження енергозберігаючих рішень мережних насосів.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
1 лист: Генаральний план житлового мікрорайону м.Кременчук , 2 лист.Графіки відпуску

теплової енергії споживачам, 3 лист. Схеми теплової мережі , 4 лист Монтажна схема теплової мережі. 5 і 6 лист. Графіки та характеристики мережних насосів Економічні показники.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
—	—		

7. Дата видачі завдання 13.04. 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Шляхи впровадження енергозощаджувальних технологій в роботу теплових мереж	13.04 – 27. 04 2022 р.	
2	Визначення основних експлуатаційних характеристик теплової мережі	28.04 – 10. 05 2022 р.	
3	Підбір мережного насосу та їх економічні показники	11.05 – 1.06 2020 р.	

Студент

(підпис)

Філик Б. П.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту

(підпис)

Гузик Д.В.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

<u>ВСТУП</u>	6
РОЗДІЛ 1. ШЛЯХИ ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗАОЩАДЖУВАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В РОБОТУ ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖ	11
1.1 Основні недоліки роботи теплових мереж	11
1.2. Енергозберігаючі технології в роботі теплових мереж.....	13
1.2.1 Мережні насоси	13
1.2.2 Трубопроводи теплової мережі	22
РОЗДІЛ 2 ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕПЛОВОЇ МЕРЕЖІ	25
2.1 Вихідні дані.....	25
2.2 Визначення розрахункових теплових потоків	26
2.3 Побудова графіків теплових потоків	31
2.3.1 Графік витрат тепла залежно від температури зовнішнього повітря.....	32
2.3.2 Календарний графік витрат тепла	33
2.3.3 Річний графік витрат тепла за тривалістю стояння температур зовнішнього повітря.....	35
2.4 Розрахунок витрат мережної води.....	36
2.5 Гідравлічний розрахунок теплової мережі	38
2.6 П'єзометричний графік теплової мережі	44
РОЗДІЛ 3 ПІДБІР МЕРЕЖНОГО НАСОСУ ТА ЇХ ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ	45
3.1 Підбір мережних насосів	45
3.2 Економічні показники мережних насосів.....	52

					201пНТ-20240.ДП					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Філик Б.П.			Застосування енергозаощаджувальних технологій в роботі теплових мереж м.Кременчука			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Гузик Д.В.							4	61
Реценз.		Березовий В.П.						НУПП ім Ю.Кондратюка		
Н. Контр.		Гузик Д.В.								
Затверд.		Голік Ю.С.								

ВИСНОВКИ..... 56

ЛІТЕРАТУРА..... 57

					201nHT-20240.ДП	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Останнім часом в Україні особливо загострилася проблема ефективного використання енергетичних ресурсів. З-поміж ключових чинників цієї проблеми чільне місце посідає брак власних енергоресурсів та залежність від їх імпорту із закордону, нераціональне використання енергоносіїв, а також брак коштів на модернізацію зношеного енергетичного обладнання і мереж.

Вирішення даної проблеми вимагає комплексного підходу який повинен бути спрямованим на розв'язання однієї з найважливіших соціальних проблем – забезпечення якісного теплопостачання житлових будинків, об'єктів соціальної сфери та інших споживачів, за оптимально, економічно обґрунтованими тарифами, впровадження енергозберігаючих та енергоефективних заходів на котельнях та теплових пунктах.

Необхідність розробки шляхів удосконалення обумовлена наступними чинниками:

1. Вичерпаний ресурс теплотехнічного обладнання котельнь та теплових пунктів і дефіцит коштів на його модернізацію та реконструкцію.
2. Зношеність теплових мереж та відсутність на них теплової ізоляції.
3. Наявність застарілого неефективного котельного та насосно-силового обладнання.
4. Підвищення вартості на енергоносії та теплову енергію.
5. Наявність факторів забруднення атмосферного повітря та навколишнього середовища.

Активний розвиток систем централізованого теплопостачання (ЦТ), що спостерігається в країнах ЄС, свідчить, що сучасні системи ЦТ є не лише більш ефективними у порівнянні з індивідуальними системами опалення та гарячого водопостачання у містах з щільною забудовою, а й виконують функцію інтеграції енергетичних секторів. Для України останнє важливо, зокрема, тим, що можливості систем ЦТ в інтеграції поновлюваних джерел енергії здатні забезпечити необхідну гнучкість національної енергосистеми.

					201nHT-20240.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Системи ЦТ за більш як століття свого розвитку пройшли довгий шлях: від перших парових систем, через нерегульовані системи (що дотепер здебільшого поширені в Україні) до автоматизованих систем і, далі, до інтелектуальних високоефективних низькотемпературних систем ЦТ, що сьогодні розвиваються в країнах Північної та Західної Європи. [1]

У теплопостачанні виділяють три етапи (три сфери), де відбуваються втрати теплової енергії, і де можливо впровадити заходи щодо зниження цих втрат, тобто, заходи з енергозбереження:

- втрати на джерелах виробництва теплової енергії (підприємства теплопостачання);
- втрати на теплових мережах (транспортування);
- втрати, пов'язані із споживанням теплової, електричної енергії і енергоємних ресурсів (наприклад, води).

В цілому, якщо розрахувати загальний потенціал енергоефективності в Україні, то він може скласти 45...50 % (до 80 %, за різними оцінками), зокрема:

- на етапі виробництва – 4...8 %;
- на етапі транспортування – 5...6 %;
- на етапі споживання – 34...37 % (до 70 %, за різними оцінками)

Реалізація цього потенціалу дозволила б майже повністю відмовитись від експорту природного газу.

Розглянемо економічні проблеми енергозбереження за етапами їх виникнення.

Економічні проблеми енергозбереження на генеруючих підприємствах (підприємствах теплопостачання).

Більшість підприємств теплопостачання відносяться до комунальної форми власності. Комунальна власність є власністю відповідної територіальної громади. Сама територіальна громада розглядається як спільнота громадян України - жителів міста, села і села або добровільного об'єднання жителів декількох сіл, що утворюють окреме поселення, наділене правом самостійно вирішувати питання місцевого значення у рамках

					201nHT-20240.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

Конституції і законів України. Отже, суб'єктом права комунальної власності за Конституцією є територіальна громада, а від її імені - господарюючий орган місцевого самоврядування, що обирається жителями міста, села.

Таким чином, більшість підприємств теплопостачання належать людям, яким ці підприємства надають послуги. Лише мала частина генерувальних підприємств знаходиться в приватній власності або орендується приватними структурами.

За даними Держкомстату України, в галузі теплопостачання на підприємствах усіх форм власності та відомчого підпорядкування експлуатується понад 26 тис. котелень, загальний технічний стан яких є критично фізично зношеним. Приблизно 22 % котлів, що знаходяться в експлуатації, функціонують понад 20 років. Значна кількість (38 %) котлів малоефективна, з коефіцієнтом корисної дії 65..75 % (на газі) і 70 % - (на вугіллі) . Не відповідає вимогам експлуатації технічний стан теплових мереж і теплових пунктів. В аварійному та застарілому стані перебувають 32 % теплових мереж та понад 29 % теплових пунктів. Внаслідок цього щорічні втрати теплової енергії досягають 10 %.

Річ у тому, що більше 80 % усіх підприємств теплопостачання в цілому по Україні - збиткові, причому збиткові упродовж багатьох років. Відповідно, в них немає фінансових ресурсів, які можна було б спрямувати на модернізацію і заміну зношеного, застарілого та енерговитратного обладнання.

Корінь цієї проблеми криється у неефективній системі ціноутворення на послуги підприємств теплопостачання та використання застарілого неефективного обладнання .

В основі розрахунків тарифів на послуги підприємства теплопостачання лежать розрахунки їх собівартості на базі економічно обґрунтованих витрат.

Планування, облік і калькулювання собівартості підприємств теплового господарства проводиться за стадіями технологічного процесу –

					201nHT-20240.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

виробництво, розподіл, транспортування і за видами продукції - тепла енергія, гаряча вода.

При калькулюванні витрат у собівартості теплової енергії виділяються умовно-змінні витрати: паливо, електроенергія та покупне тепло, що залежать від обсягів споживання теплової енергії (зима, літо) та умовно-постійні витрати: всі інші, що не залежать від обсягів споживання теплової енергії.

Для планування та калькулювання собівартості теплової енергії здійснюється таке групування за статтями витрат:

- матеріали;
- паливо та енергія;
- покупна тепла енергія;
- роботи та послуги виробничого характеру сторонніх підприємств і організацій;
- витрати на оплату праці;
- відрахування на соціальні заходи;
- витрати, пов'язані з підготовкою та освоєнням нових потужностей виробництва;
- витрати з утримання та експлуатації устаткування;
- загально виробничі та загальногосподарські витрати тощо.

Витрати на матеріали, паливо та енергію для технологічних потреб підприємств теплового господарства визначаються на підставі затверджених у встановленому порядку норм витрат кожного виду матеріальних ресурсів, цін на них і запланованих обсягів виробництва. Такі витрати є найвагомішими і залежать від рівня енергоефективності обладнання що використовує підприємство.

Про який би з етапів розвитку ЦТ не йшлося, його основа незмінна: від джерела тепла, що підігріває теплоносій, через транспортну мережу теплоносій надходить до споживача. Етапи, або покоління, розвитку ЦТ відрізняються рівнем ефективності використання енергії в системі, ступенем

					201nHT-20240.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

контролю кожної з її ланок та гнучкістю реагування на зміни можливостей постачання та попиту.

Наразі, в українських містах, що спромоглися зберегти систему ЦТ, йде повільний перехід від нерегульованих систем 2-го покоління до автоматизованих систем ЦТ 3-го покоління. Для систем 3-го покоління характерні облік споживання енергії по всьому ланцюгу системи теплопостачання, більш ефективні й різноманітні джерела генерації, попередньо ізольовані трубопроводи для транспортування енергії, а на стороні споживача – робота компактних автоматизованих індивідуальних теплових пунктів .

В даній роботі буде розглянуто питання впливу заміни мережних насосів на сучасні моделі , та проаналізовано вплив на рівень енергоефективності котельні в м.Кременчук.

РОЗДІЛ 1 ШЛЯХИ ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗАОЩАДЖУВАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В РОБОТУ ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖ

1.1 Основні недоліки роботи теплових мереж

Системи теплопостачання подають тепло різним споживачам, які використовують його періодично (сезонно) або постійно (цілорічно) .

Сезонне споживання тепла залежить від кліматичних умов, головно температури зовнішнього повітря, і є відносно постійним впродовж доби. До сезонного теплоспоживання відносять опалювання, вентилявання та кондиціювання повітря [2].

Вирішення проблеми низької ефективності в галузі теплопостачання потребує комплексного підходу, так як дана галузь являє собою сукупність взаємопов'язаних систем тому і підходити до розв'язання цієї проблеми повинне бути комплексним.

Але вирішити таку проблему водночас майже неможливо так як модернізація всіх ланок теплопостачання вимагає великих капіталовкладень.

При визначенні проблем та основних шляхів підвищення енергоефективності в ланцюзі виробництво-постачання-споживання теплової енергії необхідно виходити з того, що сукупна енергоефективність формується послідовно, а саме: починаючи з етапу виробництва теплової енергії, потім на етапі її транспортування та в місці використання її кінцевими споживачами . Кожний з цих етапів окремо задає рівень енергоефективності й одночасно впливає на підсумковий її результат. Етап виробництва теплової енергії передбачає оцінку ефективності діяльності теплоенергетичних підприємств, які в основному представлені теплоелектричними станціями (ТЕС) та теплоелектроцентралями (ТЕЦ). Більша частина нині діючих в країні ТЕС і ТЕЦ спроектовані та побудовані в 60-70-ті роки ХХ століття й до сьогодні не

					201nHT-20240.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

зазнали серйозної модернізації. Використання зношеного обладнання та застарілих технологій є головними причинами високої матеріалоемності виробництва теплової енергії для потреб побутового сектора, що спричиняє високу вартість цих комунальних послуг. Крім цього, через ці ж причини вітчизняні тепловиробники не в змозі дотримуватися сучасних загальносвітових екологічних вимог і нормативів.

Головна проблема етапу транспортування теплової енергії – це високий рівень природного фізичного зносу теплових мереж, в наслідок чого на цьому етапі відбувається втрата значної кількості тепла, яке обігріває навколишнє середовище[3]. При транспортуванні теплової енергії інколи втрачається більше енергії а ніж через застарілість та недосконалість котелень та режиму відпуску теплоти разом взятих, тож в умовах коли неможливо модернізувати все відразу ефективність роботи теплових мереж та насосного обладнання може виступати одним з пріоритетних напрямків модернізації.

Майже всі теплові мережі в українських містах знаходяться у незадовільному стані: зношення досягає 80%, до 40% мереж перебувають в аварійному стані. Вирішення зазначеної проблеми має враховувати те, що в Україні переважно використовується централізоване опалення, яке забезпечує 69% споживання теплової енергії домогосподарствами. Доречи, цей показник в Європейському Союзі дорівнює 16%, тобто домінує децентралізоване опалення [4]. Схожа ситуація з транспортуванням теплової енергії до споживачів спостерігалася в Прибалтійських країнах, які почали вирішувати проблеми зношеності системи централізованого опалення (ЦО) ще в 90-х роках ХХ ст., тільки набувши незалежність. Ці країни пострадянського простору обрали стратегію щодо проведення масштабної модернізації системи ЦО шляхом залучення інвестицій. Поступово, продовж десяти років, оновлення тепломереж дозволило вдвічі зменшити рівень втрат теплової енергії при транспортуванні та значно підвищити ефективність генерації тепла.

В даний час гостро стоїть питання економії електричної енергії. Одним із

					201nHT-20240.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

шляхів енергозбереження у тепловій енергетиці є створення енергозберігаючих електроприводів, що дозволяють максимально можливо знижувати споживання електричної енергії, забезпечуючи при цьому максимальний ККД електроприводу. Для зниження енергетичних витрат у процесі транспортування теплоносія доцільно використовувати асинхронний регульований електропривод спільно з перетворювачами частоти з проміжною ланкою постійного струму.

Вирішувати проблеми енергоефективності необхідно обов'язково комплексно, тобто паралельно на усіх трьох етапах її формування. Тільки такий підхід забезпечить отримання максимальних еколого-економічних ефектів. В даному розділі пропонується розглянути шляхи підвищення енергоефективності етапу транспортування теплової енергії, тобто розглянути шляхи підвищення ефективності теплової мережі. Розглянути сучасні рішення що до підвищення ефективності роботи насосних агрегатів, матеріалів трубопроводів теплових мереж.

1.2 Енергозберігаючі технології в роботі теплових мереж

1.2.1 Мережні насоси

В якості мережного насосу використовується консольні насоси які підходять для перекачування різних рідин, оскільки виготовлені з нержавіючої сталі. Консольний насос являє собою електродвигун на валу якого встановлене робоче колесо у корпусі, встановлюється на єдину платформу або з'єднується фланцем. Консольні насоси застосовуються для перекачування хімічних рідин (можна сміливо використовувати насоси для соляної кислоти до 40%) та для перекачування води, рідин, що включають тверді включення та домішки розміром до 2мм. Консольні насоси відносяться до відцентрових насосів, в яких є робоче відцентрове колесо. Ці насоси діляться за своїми гідравлічними функціональними властивостями на три типи: Кількість насосів приймають

- мережних — не менше двох, один з яких є резервним;

					201nHT-20240.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

резервний насос встановлюють незалежно від кількості робочих;

- підвищувальних — не менше трьох, один з яких є резервним;
- підживлювальних: у закритих системах — не менше двох, один з яких є резервним; у відкритих системах — не менше трьох, один з яких також є резервним.



Рис.1 Загальний вид консольного насосу

Відцентрові колеса складаються з двох дисків або одного диска з лопатями. Відцентрова сила, що запускає в хід елементи рідини всередині колеса, має пропорційну залежність від інтервалу, де знаходиться центр колеса і кожна частка, а також квадрата кутової швидкості його обертання. Для збільшення тиску і виникнення розрядження в периферійному сегменті колеса відбувається виплеск рідини під впливом відцентрової сили, яка надходить у напірний трубопровід від робочого колеса. За рахунок цього формується перепад тисків у приймальному резервуарі і рідина пересувається всередині трубопроводу, що всмоктує. Відцентрові насоси з нержавіючої сталі відносяться до консольних насосів. Ці насоси містять одностороннє підведення рідини, розрахованої для руху до робочого колеса, що знаходиться на кінці валу.

Найчастіше ця проста конструкція складається з двох основних деталей:

					201nHT-20240.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

приводного двигуна та гідравлічної частини. Все побудовано на дії доцентрової сили, яка при обертанні колеса в заповненому повітрям пристрої починає спрямовувати водні маси в потрібному напрямку, виштовхуючи їх лопатями. Внаслідок цього створюється надлишковий тиск, який допомагає проштовхнути робоче тіло в напірний або розділовий трубопровід. Далі справа вже за трубопровідною арматурою, яка забезпечить безперервний потік рідини в трубах та гарантує її надходження до точки призначення. Відцентрові моделі для видобутку зі свердловин мають два типи виконання та підходять як для промислових цілей, так і для побутового використання. Важливо знати, що з цією ж метою часто використовують гвинтовий або вихровий насос. Види та особливості Вироби класифікуються за декількома ознаками: за кількістю щаблів (одноступінчасті та багатоступінчасті); за способом відведення (з або без спрямовуючого апарату); за типом приводу (оснащені одно-або двостороннім приводом); за параметрами напору потоку (з низьким, середнім або високим натиском); за видом середовища (кислотні, водяні, землесосні, фекальні та інші); за способом розташування валу (з горизонтальним чи вертикальним розміщенням); за метою призначення (шахтні, глибинні, загальнопромислові та інші). Залежно від способу установки пристрої ділять на: Поверхневі: функціонують без занурення в середу і підходять для видобутку води з колодязів або інших джерел, для організації зрошувальної системи, а також для осушення підвалів або інших приміщень. Ці модифікації компактні, недорогі, прості у монтажі та не вимагають великого простору для встановлення. Занурювальні: опускаються на дно і кріпляться до водонапірної системи спеціальною муфтою, після чого з'єднуються електричним кабелем, який живить двигун. Просте встановлення та легкий демонтаж дозволяють встановлювати агрегат у поглибленнях будь-якого типу. Вироби високоефективні на великій глибині, безшумні та мають постійне охолодження, що продовжує термін служби. Незначним недоліком даної моделі вважається чутливість до піщаної маси, яка може утримуватися в середовищі, що перекачується.

					201nHT-20240.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Переваги та недоліки: високооборотний вал, яким оснащено обладнання, дозволяє застосовувати турбіни та електродвигуни як механізми, що забезпечують обертання. Це дає додаткову потужність потоку, створюючи тиск води під тиском. Насос гарантує контроль за потужністю потоку рідини, завдяки чому з'являється можливість запускати процес при закритій засувці на вихідному отворі трубопроводу. Декілька насосів, встановлених на одному трубопроводі, допоможуть значно підвищити швидкість подачі, завдяки чому можна досягти сильного напору. Головні переваги полягають у наступному: демократична ціна та доступність; полегшеність конструкції та довговічність; легкість встановлення та обслуговування; подача робочого середовища з великої висоти; здатність перекачувати забруднені маси. Серед недоліків варто зазначити: необхідність попередньої заливки рідини перед експлуатацією; малий ККД при перекачуванні субстанцій із великими показниками в'язкості; зниження рівня ККД за невеликої подачі. На нормальну роботу також впливають деякі фактори, здатні знижувати ККД або робити пристрій малоефективним. Серед таких факторів слід виділити: утворення засмічення, після якого має бути обов'язкова заміна фільтра; неправильне проектування системи, де труби можуть мати занадто маленький діаметр відповідно до довжини; розгерметизацію стиків трубопроводу або механічні пошкодження обладнання. Знаючи нюанси та особливості, ви придбаєте агрегат з оптимальними характеристиками, який відповідатиме вашим вимогам виконуючи свої прямі функції.

На даний час широко використовуються насоси з можливістю плавного регулювання частоти обертів електродвигуна.

Застосування насосів з вбудованим перетворювачем частоти є оптимальним рішенням у багатьох виробничих галузях. І основною причиною цього є поєднання переваг регульованого насоса з перевагами, отриманими від з'єднання в єдиний вузол насоса, перетворювача частоти, PI-регулятора і іноді також датчика тиску. Насос із вбудованим перетворювачем частоти можна сміливо назвати системою, здатною вирішувати різні завдання, економлячи

					201nHT-20240.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

при цьому електроенергію. Що стосується взаємозамінності, то насоси з вбудованим перетворювачем частоти є ідеальними, тому що їх можна встановлювати замість нерегульованих насосів без додаткових витрат. Для проведення таких робіт необхідно оснастити насос вбудованим перетворювачем частоти, після чого готовий до експлуатації. Від монтажника потрібно тільки встановити задане значення (тиск), і система готова до роботи. Далі піде короткий опис переваг, які дають насоси з вбудованим перетворювачем частоти. Зручність монтажу Насоси з вбудованим перетворювачем частоти також зручні в монтажі, як і нерегульовані насоси. Попередні установки та регулювання насоса зроблені на заводі-виробнику.

Оптимізація енергоспоживання Так як насос, електродвигун і перетворювач частоти повністю сумісні один з одним, робота такої системи значно знижує енергоспоживання. Широкий діапазон робочих параметрів насоси з вбудованим перетворювачем частоти мають дуже широкий діапазон робочих параметрів, що дозволяє їм працювати з великою ефективністю при різних умовах експлуатації і відповідати великій кількості вимог. Тому при заміні нерегульованих насосів, з вузьким робочим діапазоном, Вам знадобиться менше регульованих насосів.

Відомо, що швидкість асинхронного електродвигуна безпосередньо залежить від кількості його полюсів (максимальної частоти обертання валу) і від частоти змінного струму в джерелі живлення. На швидкість електродвигуна впливають величина напруги живлення і навантаження на вал двигуна, але не так значно. Отже, зміна частоти напруги живлення є ідеальним методом регулювання швидкості асинхронного електродвигуна. Щоб забезпечити правильне намагнічування електродвигуна, також необхідно змінити амплітуду напруги.

					201nHT-20240.ДП	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

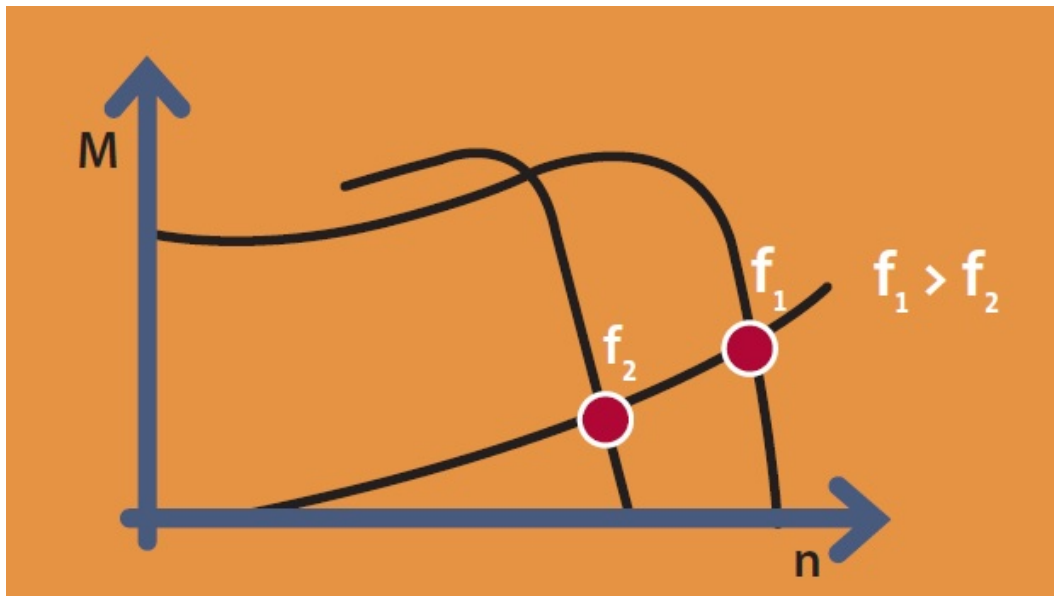


Рис.2 Зміщення характеристики крутного моменту, в електродвигуні

Регулювання частоти і напруги призводить до зміщення характеристики моменту, що крутить, і, таким чином, до зміни швидкості. На рис. 2 показана характеристика крутного моменту електродвигуна (M), як функція швидкості обертання (n) при двох різних значеннях частоти та напруги. На цій же діаграмі зображено характеристику навантаження насоса. Як видно з діаграми, зміна швидкості обертання відбувається при зміні частоти і напруги змінного струму в електродвигуні. Перетворювач частоти змінює частоту і напруження електричного струму, тому ми можемо зробити висновок, що основним завданням цього пристрою є зміна величини напруги та частоти змінного струму.

Регульовані насоси в закритих системах, таких як системи опалення та кондиціонування, насос працює на подолання втрат на тертя у трубопроводі, клапанах, теплообмінниках і т. д. Загальні втрати тертя при витраті 15 м³/ч становлять 16 м, Характеристика системи бере початок у точці (0, 0) та зображена на рис. 3 - червоною лінією. Регульовальні вентиля в даній системі завжди потребують певного робочого тиску, тому насос не може працювати відповідно до характеристики системи. Тому деякі регульовані насоси пропонують функцію пропорційного регулювання тиску, що гарантуватиме роботу насоса відповідно до показаної на малюнку помаранчевої лінії. Як видно із діаграми на рис. 3 мінімальні робочі параметри відповідають

швидкості приблизно 57% максимальної. У деяких ситуаціях (наприклад, робота циркуляційної системи обігріву в нічний час) дуже важливо мати можливість експлуатації насоса за мінімальною характеристикою (25% від повної швидкості).

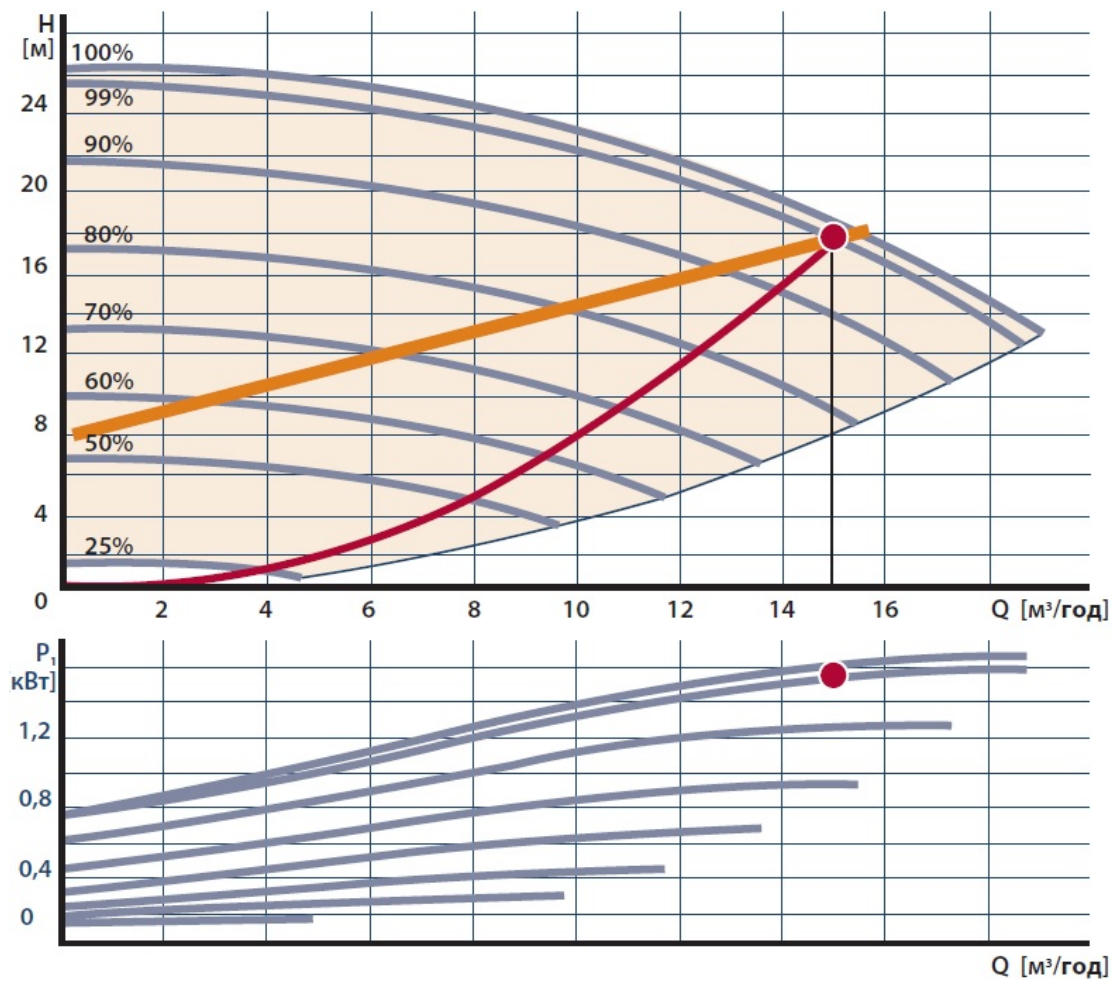


Рис.3 Регульований насос в закритій системі

Регульовані насоси використовують тільки ту кількість енергії, яка необхідна для виконання насосом певної роботи. У порівнянні з іншими методами, регулювання швидкості забезпечує максимальний ККД і, таким чином, ефективніше використання енергії. Низька вартість життєвого циклу, енергоспоживання насоса є дуже важливим фактором, що впливає на вартість життєвого циклу. Тому основним моментом буде зниження експлуатаційних витрат на систему. Ефективна експлуатація веде до нижчого енергоспоживання і, отже, до нижчих експлуатаційних витрат. У деяких випадках використання регульованих насосів дозволяє знизити

енергоспоживання порівняно з нерегульованими на 50%. Захист навколишнього середовища. Використання насосів з ефективним енергоспоживанням сприяє меншому забрудненню навколишнього середовища. Використання регульованих насосів у різних системах забезпечує споживачеві високий рівень комфорту та зручність обслуговування: у системах водопостачання автоматичне регулювання тиску та плавний пуск насосів дозволяє уникнути гідравлічного удару та шуму; в циркуляційних системах регульовані насоси підтримують постійний перепад тиску, що дозволяє мінімізувати рівень шуму в системі. Насоси, що регулюються, можуть знижувати потребу в регулюючих вентилях в системі і, відповідно, знижувати її вартість.

Також одним з енергозберігаючих рішень є герметичне ущільнення на валу. Частина валу, що виходить із проточної частини насоса, має бути ущільнена. Зазвичай це здійснюється за допомогою механічних ущільнень валу. Недоліком механічного ущільнення є його низька стійкість до токсичних чи агресивних рідин, що веде до виникнення протікання. Ці проблеми певною мірою можуть бути вирішені шляхом використання подвійних механічних ущільнень. Іншим рішенням цього питання є застосування насосів з герметичним ущільненням.

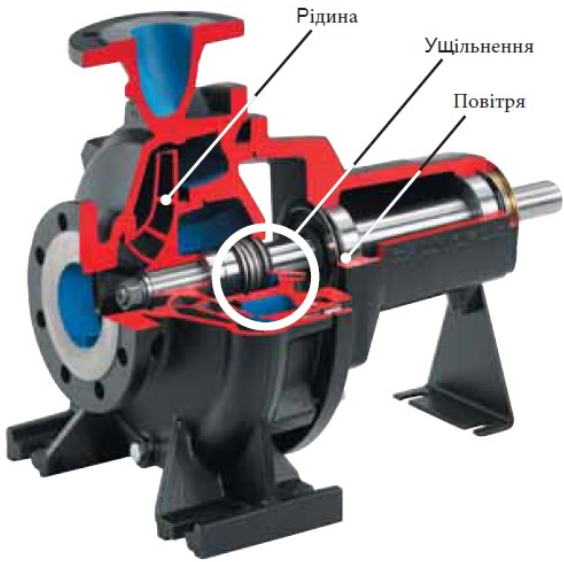


Рис.4 Приклад насосу з механічним ущільненням

Насос із приводом через магнітну муфту Нещодавно набули великої

популярності насоси з приводом через магнітну муфту для перекачування агресивних або токсичних рідин. Цей насос складається із двох магнітів: внутрішнього та зовнішнього. Ці два магніти розділені між собою спеціальною гільзою, виготовленою з матеріалу, що не намагнічується. Гільза виконує роль герметичного ущільнювального бар'єру між рідиною і атмосферою. Зовнішній магніт з'єднаний з електродвигуном, а внутрішній — із валом насоса. Таким чином, крутний момент від електродвигуна передається на вал самого насоса. При цьому рідина, що перекачується, служить мастилом для підшипників. Отже, наявність достатньої кількості рідини дуже важлива для забезпечення тривалого терміну служби підшипників.

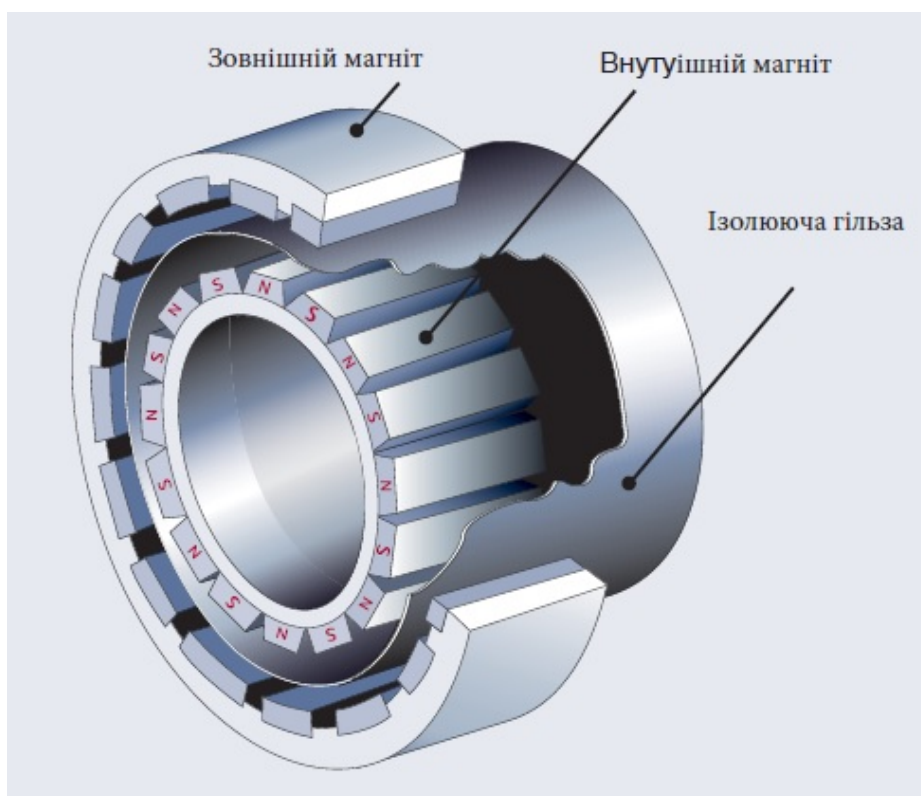


Рис.5 Конструкція приводу з електромагнітною муфтою

Існують дві схеми регулювання подачі відцентрового насоса перепуском (рис. 6)

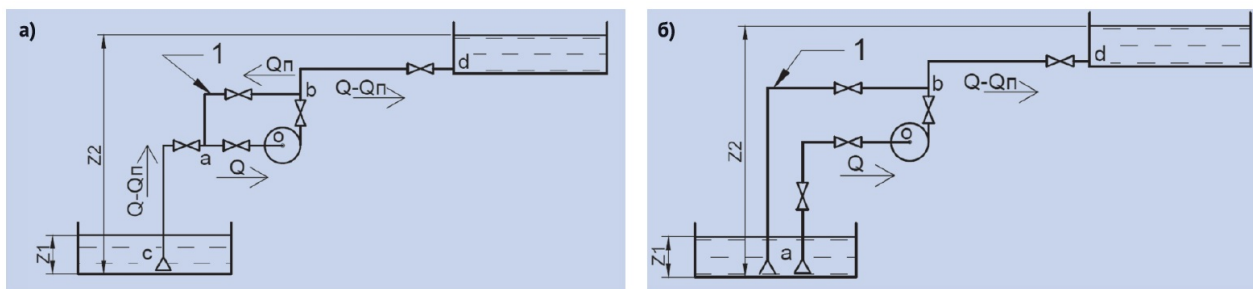


Рис. 6 Принципові схеми регулювання подачі відцентрових насосів перепуском: а) з нагнітального трубопроводу у всмоктувальний; б) з нагнітального трубопроводу в ємність, що осушується; 1 – перепускний трубопровід з регулюючим клапаном.

Перша схема (рис. 6а) забезпечує перепуск з нагнітального трубопроводу у всмоктувальний по кільцевому трубопроводу з перепускним клапаном. У режимі насос на ділянці аоб має подачу Q , по перепускному трубопроводу проходить частина подачі насоса Q_p . Від входу рідини в приймальний трубопровід до точки а - точки повернення рідини, що перепускається, в основний трубопровід - проходить кількість рідини, що дорівнює $Q - Q_p$. Аналогічна кількість рідини переміщається від точки - точки відведення рідини на перепуск - до заповнюваної ємності. Друга схема регулювання подачі відцентрового насоса (рис. 6б) реалізує перепуск рідини з нагнітального трубопроводу в приймальний резервуар за довшим у порівнянні з першою схемою трубопроводу, також обладнаному перепускним клапаном. У другій схемі від входу в приймальний трубопровід до насоса і далі до точки розділення основного потоку на перепуск і за призначенням йде подача Q .

Розглянемо особливості застосування цієї та іншої схеми регулювання для виконання зачистки. Перша схема регулювання подачі насоса забезпечує його стійку роботу в режимі зачистки. Відомо, що відцентровий насос зриває (припиняє подачу) при надходженні в нього повітря через вихрову вирву внаслідок недостатнього підтікання рідини до приймача, а також кавітаційних явищ. В результаті перепуску рідини з нагнітання на всмоктування в режимі

зачистки створюється більш стійкий режим роботи, що відсуває початок зриву насоса і таким чином забезпечує більш повне осушення ємностей. При використанні другої схеми перепуск в приймальний резервуар збільшує обсяг зачищається середовища. Це веде до збільшення часу зачистки і зниження ефективності процесу регулювання, тому друга схема не знайшла застосування при зачистці ємностей. Однак вона використовується для регулювання продуктивності сепараційних установок палива і масла, що здійснюється за допомогою перепуску частини продуктивності насоса, що подає паливо або масло на сепарування. Крім того, схема застосовується для регулювання паливоподачі

в котельних установках, паливопідкачувальних насосах двигунів внутрішнього згоряння і для інших цілей.

Процеси регулювання подачі насосів зазвичай зображають у координатах натиск - подача [6]. Варіанти регулювання подачі відцентрового насоса за першою і другою схемами подібні, тому можуть бути представлені типовим графіком (рис. 7).

При повному відкритті перепускного клапана характеристика вихідної системи 2 переміщується в положення 3, робоча точка 1 вихідної системи також переміщається і займає положення 1 '. Це відбувається внаслідок зменшення гідравлічного опору системи, викликаного перерозподілом потоків. Нове положення характеристики системи знаходимо, складаючи значення подачі характеристик вихідної системи і перепускного трубопроводу по лініях постійних напорів. Перехід з робочої точки 1 у положення 1

(рис. 7) супроводжується збільшенням подачі насоса ΔQ та зниженням напору на величину ΔH .

Для визначення величин подачі за призначенням Q_c і на перепуск Q_p при повністю відкритому перепускному клапані проводимо через точку 1 'допоміжну лінію, паралельну осі подачі, перетин якої з вихідною характеристикою системи ділить повну подачу насоса Q на шукані складові Q_c та Q_p .

					201nHT-20240.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

При повному відкритті перепускного клапана встановлюють максимально можливу величину перепуску і мінімально можливу кількість рідини, що йде за призначенням. Часткові значення цих величин можуть бути отримані, якщо перепускний клапан прикритий. На рис. 7 пунктиром показано положення системи при половинному відкритті перепускного клапана. При цьому змінюється положення гідравлічної характеристики перепускного трубопроводу. Відповідно зміниться положення сумарної характеристики системи. В результаті зменшується повна величина подачі насоса і перепуску, але кількість рідини, що йде за призначенням, збільшується.

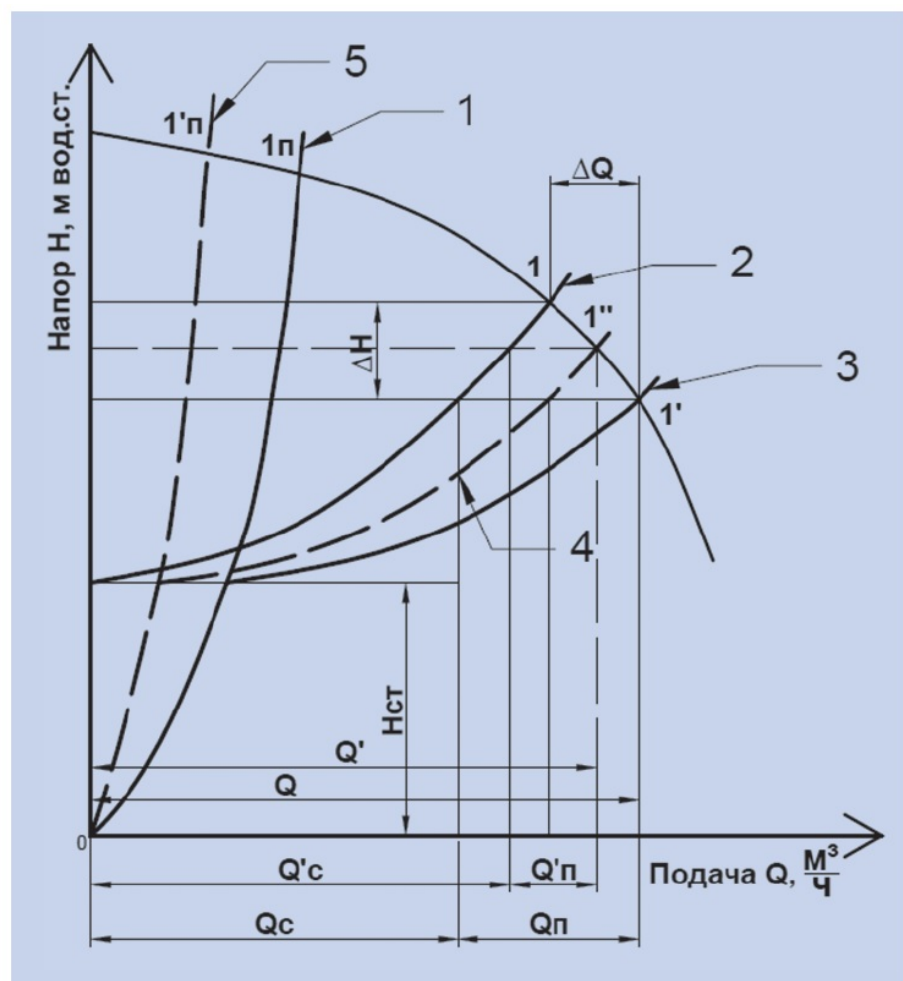


Рис.7 Принципова схема регулювання подачі відцентрового насоса перепуском. характеристики: 1 – перепускного трубопроводу, 2 – системи без перепуску, 3 – з перепуском, 4 – при частковому відкритті перепускного клапана; 5 – перепускного трубопроводу при частковому відкритті

перепускного клапана. робочі точки: 1' - системи з перепуском; 1п - перепускного трубопроводу, 1'і, 1"і - при частковому відкритті перепускного клапана.

До позитивних сторін регулювання подачі центробіжного насоса перепуском відноситься можливість реалізації зачистки ємностей при відносно простій конструкції приводу насоса без зміни частоти обертання. Система має незначне дообладнання. Використання рециркуляції забезпечує більш тривалу роботу насоса без зриву подачі в порівнянні з іншими способами регулювання. До недоліків методу слід віднести знижений ККД насоса при регулюванні подачі. [5]

1.2.2 Трубопроводи теплової мережі

Ефективна теплоізоляція та трубопроводи, покладені в погано обладнані канали, це призводять до ненормативних тепловтрат, через які споживачі недоотримують теплову енергію, а з гарячого крана ллється холодна вода. Сезонні відключення гарячої води давно стали звичною справою, хоча профілактичні роботи, які проводяться в ці тижні, навряд чи можна назвати ефективними. Кількість аварійних витоків та проривів збільшується пропорційно до терміну служби. Безканальне прокладання тепломереж актуальне і має великий потенціал, проте ефективність використання в такій системі сталевих труб з класичною мінераловатною ізоляцією викликає безліч питань.

Металеві труби недовговічні за умов українського клімату у зв'язку з великим перепадом температур та корозією. Використовувана ізоляція втрачає свої властивості через поглинання вологи. Виробництво та монтаж таких теплотрас недешеві, а ремонт тим більше. Та й без участі людського фактора «жорсткий» склад теплоносія та корозія роблять свою руйнівну справу.

Поліетиленові трубопроводи – гнучкі теплоізовані труби для

підземного безканального прокладання мереж гарячого водопостачання та низькотемпературного теплопостачання (робоча температура 95 °С, робочий тиск 0,6 МПа). Ці трубопроводи є оптимальним рішенням при будівництві та реконструкції міських мереж ГВП і мереж опалення, для підключення котельних, що стоять окремо, в районах приватної забудови, на промислових підприємствах і агропромислових господарствах, об'єктах соціального призначення (лікарні, школи, дитячі садки тощо). Труби багатошаровою конструкцією, що складається з напірної труби зі зшитого поліетилену, теплоізоляційного шару з пінополіуретану та захисної гофрованої оболонки з поліетилену.



Рис.8 Загальний вид поліетиленового трубопроводу з ізоляцією.

Поліетиленові труби для гарячої води випускаються з SDR від 7,4 до 21 та номінальним зовнішнім діаметром від 16 мм до 630 мм.

Використання пінополіуретану в якості теплової ізоляції трубопроводів набуває останнім часом все більшої популярності в будівництві. І це не дивно, адже матеріал має багато корисних якостей, які передає готовим виробам. Так трубопроводи з пінополіуретану мають низькі втрати, що особливо цінно при прокладанні теплотрас. Немає потреби створювати спеціальні котловани, колодязі та інші супутні споруди. Висока стійкість пінополіуретану перед зовнішніми впливами дозволяє гарантувати тривалий термін експлуатації.

					201nHT-20240.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Також даний вид трубопроводів не потребує встановлення термокомпенсаторів, термокомпенсація відбувається за рахунок деформації самого трубопроводу. Така особливість у значій мірі спрощує та здешевлює теплову мережу.

Труби з поліетилену мають ряд переваг перед трубами з традиційних матеріалів:

- корозійна стійкість;
- термін служби щонайменше 50 років*;
- санітарно-гігієнічна та екологічна безпека;
- низька шорсткість та практична відсутність заростання труб;
- висока стійкість до гідроабразивного зношування;
- висока хімічна стійкість;
- стійкість до гідравлічних ударів;
- стійкість до впливу блукаючих струмів (не проводить струм);
- невелика вага труб;
- легкість транспортування;
- міцність зварних з'єднань,

В цілому даний вид трубопроводів для реконструкції теплових мереж є перспективним, але потребує значних матеріальних затрат, також слід зазначити температурні обмеження в 95°C, так-як теплові мережі від ТЕЦ працюють за більш високотемпературними графіками як і деякі котельні. Тому замінити лише трубопроводи і нечіпати насосне обладнання та котельні агрегати при переході на низькотемпературні графіки відпуску теплоносія – не вдасться.

					201nHT-20240.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

РОЗДІЛ 2 ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕПЛОВОЇ МЕРЕЖІ

2.1 Вихідні дані

Розрахункові параметри зовнішнього повітря прийнято згідно [2]

- місто реконструкції – м. Кременчук;
- середня температура найхолоднішої п'ятиденки з коефіцієнтом забезпеченості 0,92 –23 °С;
- середня температура періоду з середньодобовою температурою повітря меншою плюс 8°С (середня температура опалювального періоду) –0,8 °С;
- тривалість періоду з середньодобовою температурою повітря меншою плюс 8°С (тривалість опалювального періоду) – 178 діб;
- температурна зона – І;

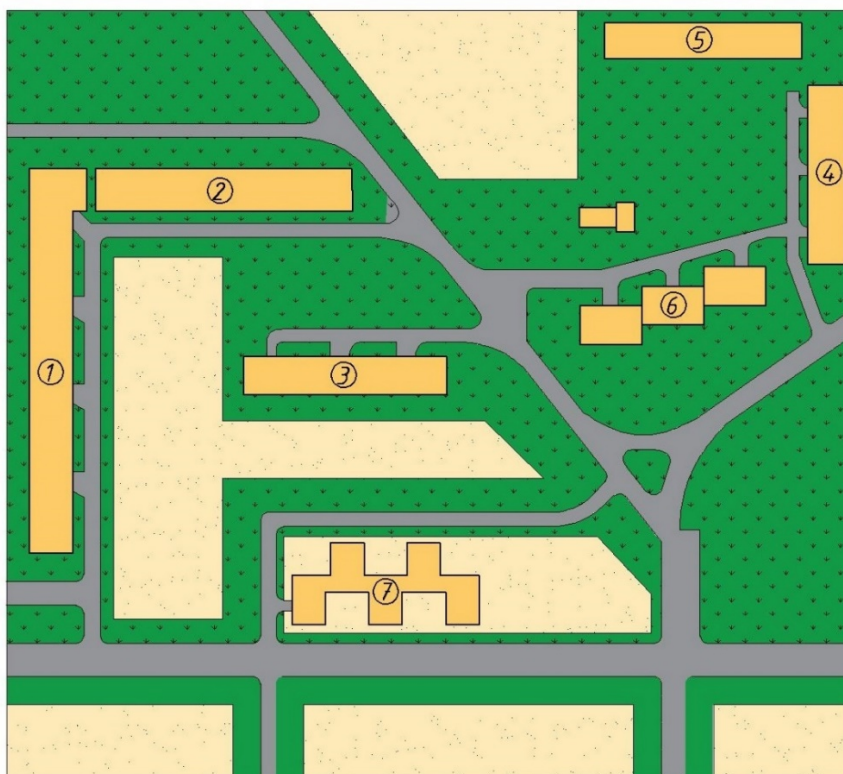


Рис. 9 Генплан району що обслуговує котельня №17 в м.Кременчук

№ п/п	Найменування будинків	Опалювальна площа квартир з, м ²	Кіл-ть жителів	Загальний об'єм, м ³	Опалювальна характеристика q _o , Вт/м ³	Вентиляційна характеристика q _v , Вт/м ³
1	Житл.буд. 250 кв.	7412,75	936	20755,7	0,480	-
2	Житл.буд. 110 кв.	3319,30	417	9294,04	0,480	-
3	Житл.буд. 110 кв.	3166,11	401	8865,108	0,480	-
4	Житл.буд. 110 кв.	3407,95	412	9542,26	0,480	-
5	Житл.буд. 100 кв.	3356,91	407	9399,348	0,440	-
6	Житл.буд. 110 кв.	3357,48	406	9400,944	0,440	-
7	Дит.ясла 280 місць	768,40	280	2151,52	0,440	0,13

Таблиця 1 Характеристика споживачів що обслуговуються .

2.2 Визначення розрахункових теплових потоків

Максимальні витрати теплоти на опалювання $Q_o^{\text{макс}}$, вентилявання $Q_v^{\text{макс}}$ і гаряче водопостачання $Q_{гв}^{\text{макс}}$ житлових, громадських і промислових будівель приймають під час проектування теплових мереж за відповідними проектами. За відсутності проектів теплові потоки для підприємств визначають за питомими відомчими нормами на одиницю продукції, затверджуваними у встановленому порядку, або за проектами аналогічних підприємств. Для житлових районів міст і інших населених пунктів теплові потоки визначають за спеціальними формулами.

Максимальний тепловий потік на опалення житлових і громадських будівель, Вт, визначають за формулою:

$$Q_o^{\text{макс}} = q_o \cdot V_z (t_{\text{вн}} - t_p^3) \eta, \quad (1)$$

де V_z – зовнішній будівельний об'єм будівлі, м³; η — корегувальний коефіцієнт до величини q_o який приймають залежно від розрахункової температури зовнішнього повітря; q_o – питома характеристика опалення

будівлі при розрахунковій температурі зовнішнього повітря, Вт/м³ °C ; $t_{вн}$ – внутрішня температура у приміщенні , згідно його призначення, °C [1] ; t_p^3 – зовнішня розрахункова температура повітря , °C .

$t_p^3, ^\circ\text{C}$	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30
η	2,05	1,67	1,45	1,29	1,17	1,08	1,00

Таблиця 2 Значення корегуючого розрахунку коефіцієнта α_o для розрахункових температур зовнішнього повітря t_p^3 ;

Розрахункові параметри зовнішнього повітря наведено в [2]. До характерних температур зовнішнього повітря в холодний період року відносять:

- абсолютну мінімальну ;
- середню температуру найбільш холодної п'ятиденки . Ця температура наведена для двох значень її забезпеченості: 0,92 і 0,98. Для проектування, за винятком особливо відповідальних об'єктів, приймають значення температури із забезпеченістю 0,92;
- середню температуру найбільш холодного періоду ;

Середній тепловий потік на опалювання житлових районів населених пунктів, Вт:

$$Q_o^{\text{сер}} = Q_o^{\text{макс}} \cdot \frac{t_{в} - t_{с.р.}}{t_{в} - t_p^3}, \quad (2)$$

Річні витрати теплоти житловими і громадськими будівлями обчислюють за формулами, Вт:

- на опалювання житлових або громадських будівель:

$$Q_o^{\text{річ}} = Q_o^{\text{сер}} \cdot n_o, \quad (3)$$

№	Найменування будинків	Розрахункові витрати теплоти , кВт		
		$Q_o^{\text{макс}}, \text{ кВт}$	$Q_o^{\text{сер}}, \text{ кВт}$	$Q_o^{\text{річ}}, \text{ кВт}$
1	Житл.буд. 250 кв.	484,1	236,3	42058,14
2	Житл.буд. 110 кв.	216,8	105,8	18832,9
3	Житл.буд. 110 кв.	206,8	100,9	17963,74
4	Житл.буд. 110кв.	222,6	108,6	19335,88
5	Житл.буд. 100кв.	219,2	107,0	19046,29
6	Житл.буд. 110 кв.	219,3	107,0	19049,53
7	Дит.ясла 280 місць	50,2	24,5	4359,715
	Разом	1618,8	790,1	140646,2

Таблиця 3 Розрахункові витрати теплоти на потрібт опалення.

Максимальний тепловий потік на вентиляцію житлових і громадських будівель, Вт, визначають за формулою:

$$Q_B^{\text{макс}} = q_B \cdot V_3(t_{\text{вн}} - t_p^3), \quad (4)$$

де V_3 - зовнішній будівельний об'єм будівлі, м^3 ; q_B - питома характеристика вентиляції будівлі при розрахунковій температурі зовнішнього повітря, $\text{Вт}/\text{м}^3 \text{ } ^\circ\text{C}$; Значення коефіцієнта α_o для розрахункових температур зовнішнього повітря t_p^3 ; $t_{\text{вн}}$ - внутрішня температура у приміщенні

згідно його призначення, $^\circ\text{C}$; t_p^3 - зовнішня розрахункова температура повітря, $^\circ\text{C}$.

а середній тепловий потік на вентиляцію, Вт:

$$Q_B^{\text{сер}} = Q_B^{\text{макс}} \cdot \frac{t_B - t_{\text{с.р.}}}{t_B - t_p^3}, \quad (5)$$

- на вентиляцію громадських будівель:

$$Q_B^{\text{річ}} = Z_B^{\text{сер}} \cdot Q_B^{\text{сер}} \cdot n_o, \quad (6)$$

№	Найменування будинків	Розрахункові витрати теплоти , кВт		
		$Q_{\text{в}}^{\text{макс}}, \text{кВт}$	$Q_{\text{в}}^{\text{сер}}, \text{кВт}$	$Q_{\text{в}}^{\text{річ}}, \text{кВт}$
1	Житл.буд. 250 кв.	-	-	-
2	Житл.буд. 110 кв.	-	-	-
3	Житл.буд. 110 кв.	-	-	-
4	Житл.буд. 110кв.	-	-	-
5	Житл.буд. 100кв.	-	-	-
6	Житл.буд. 110 кв.	-	-	-
7	Дит.ясла 280 місць	12586,4	6143,4	60863,5
	Разом	12586,4	6143,4	60863,5

Таблиця 4 Розрахункові витрати теплоти на потреби вентиляції.

Теплові потоки на гаряче водопостачання та технологічні потреби від температури зовнішнього повітря практично не залежать, а визначаються режимами споживання тепла у абонентів.

$$Q_{\text{гвп}}^{\text{сер}} = \frac{\alpha \cdot c \cdot m (55 - t_{\text{x}}^{\text{в}})}{24 \cdot 3,6}, \quad (7)$$

α – норма витрати води з температурою 55°C одним жителем за добу, який проживає в будинку з централізованим гарячим водопостачанням, приймають залежно від ступеню комфортності л/(люди-доб) [7]; c — питома теплоємність води, $c = 4,187 \text{ кДж/(кг}^\circ\text{C)}$; m – кількість жителів; $t_{\text{x}}^{\text{в}}$ — температура холодної (водопровідної) води в опалювальний період (за відсутності даних вважають рівною 5°C).

Максимальний тепловий потік на гаряче водопостачання житлових і громадських будівель, Вт:

$$Q_{\text{гв}}^{\text{макс}} = 2,4 \cdot Q_{\text{гв}}^{\text{сер}}, \quad (8)$$

Середній тепловий потік на гаряче водопостачання житлових та громадських споруд в неопалювальний період визначають за формулою, Вт:

$$Q_{\text{г.в.}}^{\text{л.}} = Q_{\text{г.в.}}^{\text{сер}} \cdot \frac{55 - t_{\text{x.в.}}}{55 - t_{\text{x.3}}} \cdot \beta, \quad (9)$$

де $t_{х.в}$ — температура холодної (водопровідної) води в неопалювальний період β — коефіцієнт, що враховує зміну середньої витрати води на гаряче водопостачання в неопалюваний період відносно опалювального періоду, приймають за відсутності даних для житлово-комунального сектора рівним 0,8 (для курортів та південних міст -1,5), для підприємств —1,0 .

- на гаряче водопостачання житлових або громадських будівель:

$$Q_{г.в.}^{річ} = 86,4 \cdot Q_{г.в.}^{сер} \cdot n_0 + 86,4 \cdot Q_{г.в.}^{сер.л} \cdot n_{г.в.} - n_0, \quad (10)$$

де n_0 – тривалість опалювального періоду, діб, (період з середньою добовою температурою зовнішнього повітря $+8^{\circ}\text{C}$ і нижче); $Z_v^{сер}$ – усереднене за опалювальний період число годин роботи системи вентиляції громадських будівель впродовж доби (за відсутності даних приймають рівним 16 год); $n_{г. в}$ – розрахункове число діб роботи системи гарячого водопостачання протягом року (за відсутності даних приймають 350 діб).[6]

№	Найменування будинків	Розрахункові витрати теплоти , кВт			
		$Q_{гвп}^{макс}$, кВт	$Q_{гвп}^{сер}$, кВт	$Q_{гвп}^{сер.л}$, кВт	$Q_{гвп}^{річ}$, кВт
1	Житл.буд. 250 кв.	658,6	274,4	175,6	6779,2
2	Житл.буд. 110 кв.	293,4	122,3	78,2	3020,2
3	Житл.буд. 110 кв.	282,2	117,6	75,2	2904,3
4	Житл.буд. 110кв.	289,9	120,8	77,3	2984,0
5	Житл.буд. 100кв.	286,4	119,3	76,4	2947,8
6	Житл.буд. 110 кв.	285,7	119,0	76,2	2940,6
7	Дит.ясла 280 місць	197,0	82,1	52,5	2028,0
	Разом	2293,2	955,5	611,5	23604,1

Таблиця 5 Розрахункові витрати теплоти на потреби гарячого водопостачання.

2.3 Побудова графіків теплових потоків

Витрати тепла наочно зображають у вигляді графіків, які будують для різних часових проміжків та залежно від кліматичних умов. Такі графіки необхідні для вирішення ряду питань централізованого теплопостачання: визначення витрат палива, вибору устаткування джерел теплоти, режиму завантаження і графіка ремонту обладнання, вибору параметрів теплоносія, а також для техніко-економічних розрахунків під час проектування і експлуатації системи теплопостачання.

Для побудови графіків витрат тепла на опалювання і вентилявання залежно від температури зовнішнього повітря достатньо знати числові $Q_o^{\text{макс}}$ і $Q_v^{\text{макс}}$ та за температури зовнішнього повітря $t_{c.p.} = +8^{\circ}\text{C}$, — бо ця залежність є лінійною. Теплові потоки на опалювання і вентилявання для будь-якої температури зовнішнього повітря t_z знаходять за формулами, Вт:

Середній тепловий потік на опалювання житлових районів населених пунктів, Вт:

$$Q_o^{\text{сер}} = Q_o^{\text{макс}} \cdot \frac{t_b - t_i}{t_b - t_p^3} \quad (11)$$

а середній тепловий потік на вентиляцію, Вт:

$$Q_v^{\text{сер}} = Q_v^{\text{макс}} \cdot \frac{t_b - t_i}{t_b - t_p^3} \quad (12)$$

t_z °C	Q_o кВт	Q_v кВт	$Q_{гв}$ кВт	$Q_{сумм}$ кВт
8,0	462,5	17,2	102	581,7
5,0	578,1	21,5	102	701,6
0,0	770,9	28,7	102	901,5
-5,0	963,6	35,8	102	1101,4
-10,0	1156,3	43,0	102	1301,3
-15,0	1349,0	50,2	102	1501,2
-20,0	1541,7	57,3	102	1701,0
-23,0	1657,3	61,6	102	1821,0

Таблиця 6 Розрахункові витрати теплоти в залежності від температури зовнішнього повітря

2.3.1 Графік теплових потоків залежно від температури зовнішнього повітря

Побудова графіка виробляють у довільних масштабах, причому по осі ординат відкладають значення теплових потоків (для зручності побудови в кіловатах або мегаватах), а по осі абсцис - температури зовнішнього повітря в інтервалі від розрахункової температури для проектування опалення до температури, що відповідає закінченню опалювального періоду. Середньодобова температура початку та кінця опалювального періоду приймають до +8 °C. Теплові потоки на опалення та вентиляцію лінійно залежать від температури зовнішнього повітря. Отже, для побудови графіків теплових потоків достатньо знати координати двох точок. Для побудови графіків, як правило, обчислюють значення теплових потоків, що відповідають розрахунковій температурі зовнішнього повітря для проектування опалення та температурі закінчення опалювального періоду .

Так як навантаження гарячого водопостачання не залежить від температури зовнішнього повітря, то графік теплового потоку на гаряче водопостачання будують у вигляді горизонтальної прямої з ординатою для опалювального періоду та з ординатою для неопалювального періоду.

Оскільки технологічне навантаження є цілорічним, графік її теплового потоку будують аналогічно графіку теплового потоку гаряче водопостачання. Графік сумарного теплового потоку будують шляхом підсумовування ординат графіків теплових потоків за видами споживання (рис. 10).

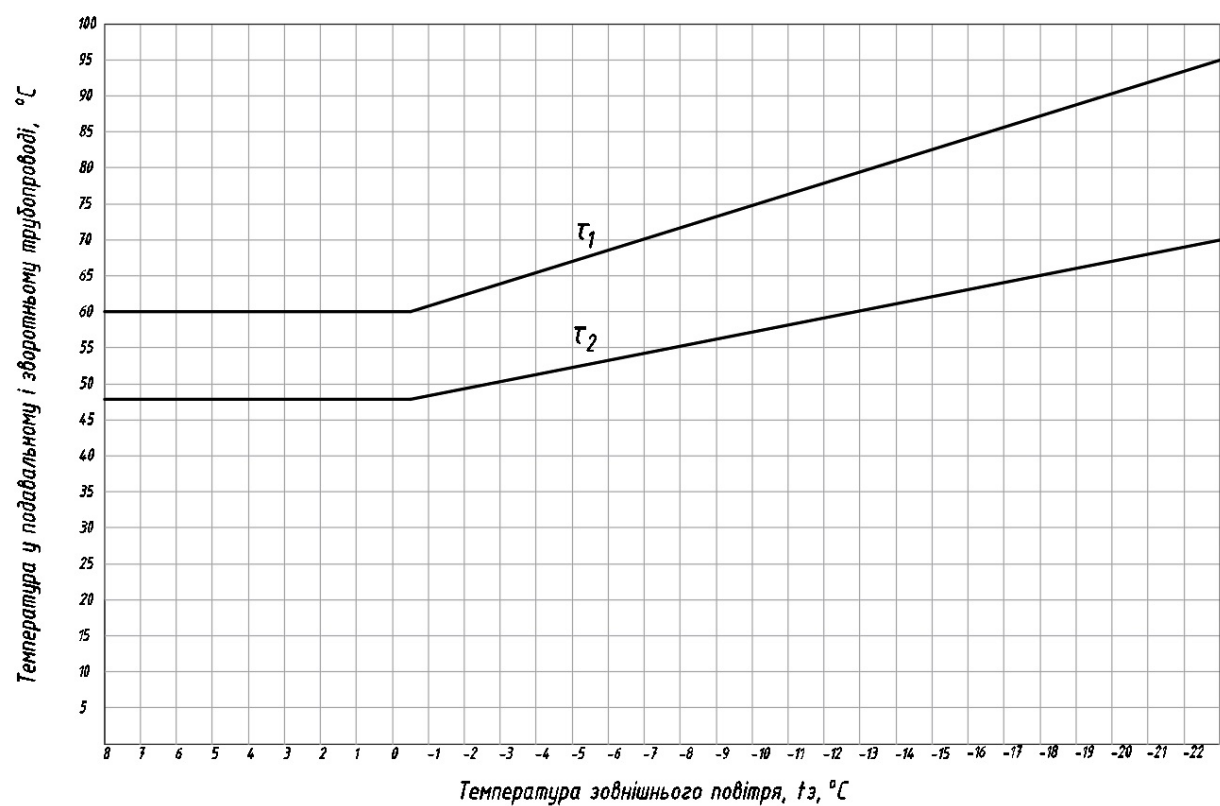


Рис.10 Графік температур теплової мережі

2.3.2 Календарний графік витрат тепла

Дослідження характеру зміни теплових навантажень протягом року Вкрай важливо визначення витрат палива, раціонального використання станційного устаткування, і навіть для техніко-економічних розрахунків під час проектування й експлуатації системи тепlopостачання. Побудови даного графіка можуть проводитися як кожного виду навантажень, так їх суми. Оскільки цей графік використовується, як правило, для обліку відпустки тепла на джерелі та витрати у споживачів, то його найчастіше будують для суми навантажень. Для побудови графіка визначають витрати тепла за місяцями

року та видам навантаження та підсумовують їх за осі ординат відкладають витрати тепла, а по осі абсцис - тривалість місяців.

Місяць року	Середня температура повітря, °С	Середня витрата теплоти, кВт год			
		Q_o , кВт год	Q_v , кВт	$Q_{гвп}$, кВт	Разом кВт год
I	-5,4	979,0	7,6	955,5	1942,1
II	-4,7	952,0	7,4	955,5	1914,9
III	0,3	759,3	5,9	955,5	1720,7
IV	9,0	-	-	955,5	955,5
V	15,4	-	-	955,5	955,5
VI	18,7	-	-	955,5	955,5
VII	20,5	-	-	955,5	955,5
VIII	19,7	-	-	955,5	955,5
IX	14,3	-	-	955,5	955,5
X	7,7	474,1	3,7	955,5	1433,3
XI	1,3	720,8	5,6	955,5	1681,9
XII	-3,4	901,9	7,0	955,5	1864,4

Таблиця 7 Середньомісячні витрати тепла котельнею

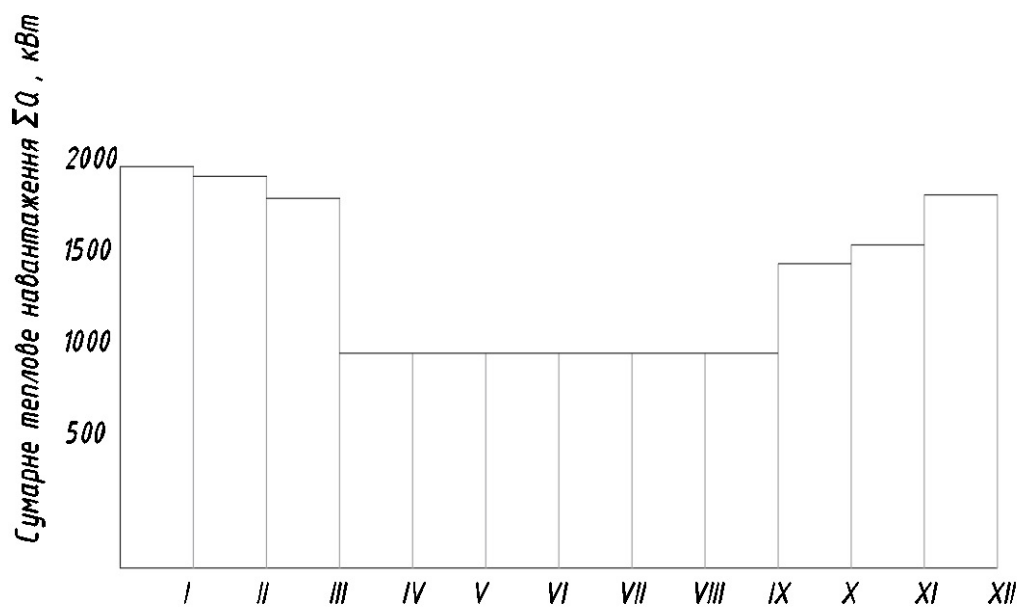


Рис.11 Календарний графік

2.3.3 Річний графік витрат тепла за тривалістю стояння температур зовнішнього повітря

При побудові графіка витрат тепла за тривалістю теплових навантажень вісь ординат, за якою відкладені теплові навантаження, розташовують у центрі. Зліва від осі ординат будується графік залежності витрат тепла опалення та вентиляцію від температури зовнішнього повітря.

Інтервал температур, °С	Тривалість стояння, год	Зовнішня температура, °С	Сумарна тривалість стояння, год
від -29,9 до -25	8	-25 і менше	12
від -24,9 до -20	44	-20 і менше	56
від -19,9 до -15	155	-15 і менше	211
від -14,9 до -10	376	-10 і менше	587
від -9,9 до -5	696	-5 і менше	1283
від -4,9 до 0	1179	0 і менше	2462
від +0,1 до +5	1086	+5 і менше	3548
від +5,1 до +8	772	+8 і менше	4320

Таблиця 8 Тривалість стояння температур зовнішнього повітря для міста Кременчук

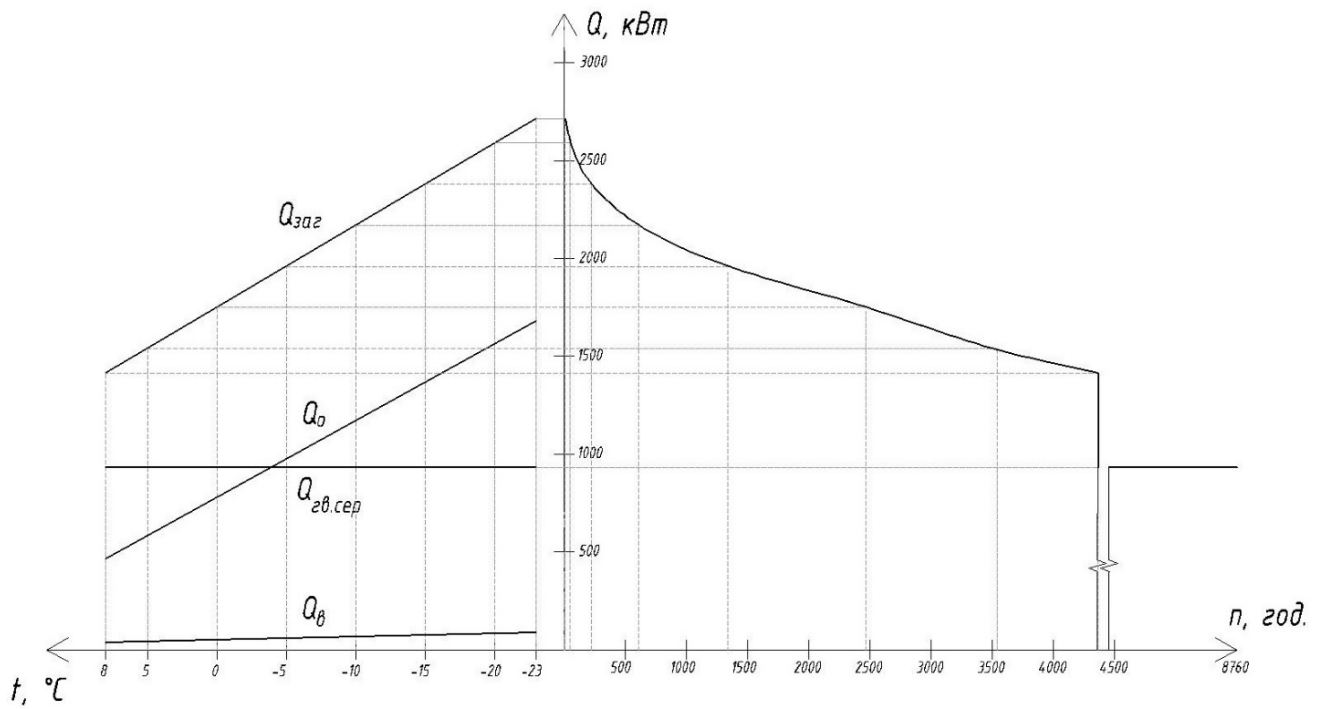


Рис.12 Графік відпуску теплової енергії

2.4 Розрахунок витрат мережної води

Для визначення витрат мережної води на джерелі за будь-якої температури зовнішнього повітря будують графіки витрат теплоносія за видами споживання та сумарний графік. За наведеними формулами визначають витрати мережевої води та будують графіки витрат на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання. Сумарний графік витрат мережної води будують складанням ординат графіків окремих видів навантажень. Витрата мережної води, кг/год, за видами споживання за будь-якої довільної температури зовнішнього повітря визначають за такими формулами:

для опалення :

$$G_0^{\text{макс}} = \frac{3,6 \sum Q_0^{\text{макс}}}{c(\tau_1 - \tau_2)}, \quad (13)$$

для вентиляції:

$$G_{\text{в}}^{\text{макс}} = \frac{3,6 \sum Q_{\text{в}}^{\text{макс}}}{c(\tau_1 - \tau_2)}, \quad (14)$$

де $\sum Q_0^{\text{макс}}$ - Сумарний максимальний тепловий потік на опалення споживачів, що обслуговуються ділянкою мережі, $\sum Q_{\text{в}}^{\text{макс}}$ - Сумарний максимальний тепловий потік на вентиляцію споживачів, що обслуговуються ділянкою мережі, кВт; кВт; с - питома теплоємність води, яка приймається в розрахунках рівної 4,187 кДж/(кг °С); τ_1 — розрахункова температура теплоносія в подавальному трубопроводі, °С; τ_2 - Розрахункова температура води у зворотному трубопроводі, °С.

Розрахункові витрати мережної води $G_{\text{гв}}$, кг/сц, на гаряче водопостачання ділянках теплової мережі визначається за формулами , у відкритих системах тепlopостачання незалежно від температури зовнішнього повітря:

середній:

$$G_{\text{гвп}}^{\text{сер}} = \frac{3,6 \sum Q_{\text{гвп}}^{\text{сер}}}{c(\tau_1 - \tau_2)},$$

(15)

максимальний:

$$G_{\text{гвп}}^{\text{макс}} = \frac{3,6 \sum Q_{\text{гвп}}^{\text{макс}}}{c(\tau_1 - \tau_2)},$$

(16)

№	Найменування будинків	Розрахункові витрати теплоносія , кг/с				
		$G_0^{\text{макс}}$	$G_{\text{в}}^{\text{макс}}$	$G_{\text{гвп}}^{\text{макс}}$	$G_{\text{гвп}}^{\text{сер}}$	$\sum G$
1	Житл.буд. 250 кв.	4,62	-	6,29	2,62	7,25
2	Житл.буд. 110 кв.	2,07	-	2,80	1,17	3,24
3	Житл.буд. 110 кв.	1,98	-	2,70	1,12	3,10
4	Житл.буд. 110кв.	2,13	-	2,77	1,15	3,28
5	Житл.буд. 100кв.	2,09	-	2,74	1,14	3,23
6	Житл.буд. 110 кв.	2,09	-	2,73	1,14	3,23
7	Дит.ясла 280 місць	0,48	0,43	1,88	0,78	1,26
	Разом	15,47	0,43	21,91	9,13	25,03

Таблиця 9 Розрахункові витрати мережної води

2.5 Гідравлічний розрахунок теплової мережі

Водяні теплові мережі району міста слід проектувати двотрубними, що подають тепло на опалення, вентиляцію, гаряче водопостачання та технологічні потреби від джерела. Схема та конструкція теплових мереж має забезпечувати достатню надійність теплопостачання шляхом застосування найбільш прогресивних конструкцій та технічних рішень;

Траса магістральних теплових мереж розробляється в генплані району з урахуванням розташування джерела тепла та споживачів відповідно до вимог [1]. При виконанні трасування необхідно прагнути найменшого протяжності магістральних трубопроводів, їхньої двосторонньої завантаженості. При цьому мають враховуватись існуючий комплекс забудови, підземне господарство міста та перспектива їх розвитку. Основні гілки магістралей повинні проходити через райони з найбільшою тепловою навантаженням. У межах населених пунктів для теплових мереж передбачається, як правило, підземне прокладання (безканальне, в каналах або в міських та внутрішньоквартальних тунелях спільно з іншими інженерними мережами). При обґрунтуванні допускається надземне прокладання теплових мереж, крім територій дитячих та лікувальних закладів. Прокладання теплових мереж по території, що не підлягає забудові, поза населених пунктів слід передбачати надземну на низьких опорах. Магістральні трубопроводи прокладають вулицями паралельно червоної лінії забудови у спеціальних технологічних смугах поза межами проїжджої частини та зон зелених насаджень. На плані району міста є умовними позначеннями: тип прокладки, діаметри трубопроводів, нерухомі опори, компенсатори, теплофікаційні камери та за необхідності інші елементи мережі, а також прив'язка всіх елементів. Слід уникати прокладання теплових мереж поблизу трамвайних колій, електрифікованих залізниць і кабелів постійного струму, що відсмоктують, а також перетину з ними, щоб уникнути необхідності пристрою захисту від

					201nHT-20240.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

блукаючих струмів. Теплові мережі незалежно від способу прокладання не повинні проходити по ділянках, що становлять небезпеку хімічного, біологічного та радіоактивного забруднення (звалище, цвинтар тощо). 17 При виборі траси теплової мережі допускається перетин житлових та громадських будівель водяними мережами діаметром 300 мм і менше за умови прокладання в технічних підпіллях, технічних коридорах та тунелях (Висотою не менше 1,8 м). Перетин тепловими мережами дитячих дошкільних, шкільних та лікувально-профілактичних закладів не допускається. Не допускається прокладання теплових мереж за автомобільними насипами. доріг загальної мережі I, II, III категорій. Перетин тепловими мережами природних та штучних перешкод, інших інженерних споруд передбачається, як правило, під прямим кутом. При обґрунтуванні допускається перетин під меншим кутом, але не менше 45°[1]. При перетині природних перешкод для прокладання теплових мереж слід по можливості використовувати конструкції існуючих переходів. Прокладання теплових мереж при підземному перетині автомобільних та магістральних доріг, вулиць загальноміського та районного значення, а також вулиць та доріг місцевого значення слід передбачати:

- 1) у каналах - при можливості виробництва будівельно-монтажних та ремонтних робіт відкритим способом;
- 2) футлярах - при неможливості виконання робіт відкритим способом, довжиною перетину до 40 м та забезпеченням по обидва боки від перетину прямих ділянок траси 10...15 м;
- 3) тунелях - в інших випадках, а також заглиблення від поверхні землі до перекриття каналу (футляра) 2,5 м і більше.

При перетині вулиць та доріг місцевого значення, автомобільних доріг V категорії, а також внутрішньогосподарських доріг допускається безканальна прокладання теплових мереж. Довжину каналів, тунелів або футлярів у місцях перетинів приймати у кожний бік не менше ніж на 3 м більше розмірів споруд, що перетинаються. При перетині тепловими мережами залізниць загальної

					201nHT-20240.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

мережі, ліній метрополітену, річок та водойм слід передбачати запірну арматуру з обох боків перетину, а також пристрої для спуску води на відстані не більше 100 м від споруд, що перетинаються. У місцях перетину підземної прокладки теплових мереж з газопроводами не допускається проходження останніх через будь-які будівельні конструкції систем теплопостачання. При цьому на газопроводі, що перетинається, слід передбачити пристрій футляра не менше 2 м по обидва боки від перетину (у світлі). Після виконання трасування теплової мережі складається розрахункова схема. На ній вказуються джерело та споживачі тепла. На схемі нумеруються вузлові точки, в яких відбувається зміна витрати теплоносія, 18 початкова та кінцева точки мережі. Нумерацію рекомендується проводити спочатку по основній магістралі, починаючи від найбільш віддаленої точки до джерела тепла, а потім за відгалуженнями - від найбільш віддаленої точки до магістралі. За основну розрахункову магістраль приймається напрямок тепломережі з найменшими питомими втратами тиску тертя. Для водяних теплових мереж основною магістраллю буде найдовша гілка від джерела до найбільш віддаленого споживача (за наявності кількох гілок рівної протяжності - найнавантажніша).

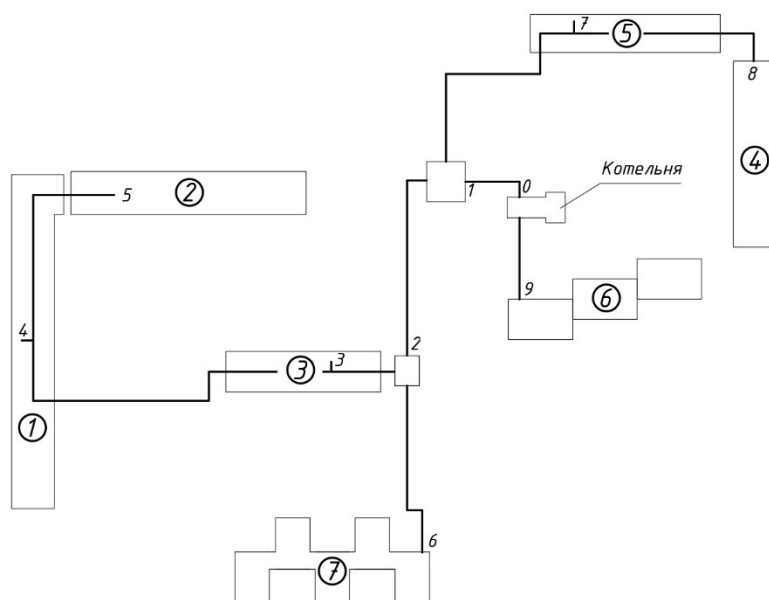


Рис.13 Трасування теплової мережі.

Метою гідравлічного розрахунку є визначення діаметрів теплопроводів,

					201nHT-20240.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

втрата тиску в них та швидкостей руху теплоносія. Спочатку підбираються діаметри ділянок основної розрахункової магістралі, 21 а потім, виходячи з умови ув'язування втрат тиску в паралельних гілках, діаметри ділянок відгалужень. Діаметри ділянок основної розрахункової магістралі приймають, орієнтуючись на величину питомої втрати тиску на тертя R_l . Оптимальне значення R_l визначається техніко-економічним розрахунком, методика якого наведена у [5, 17]. Проте проведення техніко-економічних розрахунків щодо визначення значення R_m утруднено відсутністю інформації щодо вартості теплових мереж та тарифів на теплову та електричну енергію по різних містах. Значення оптимальної питомої втрати напору по розрахунковій магістралі R_m слід приймати у межах від 30 до 80 Па/м. При русі рідини по трубах втрати тиску в них ΔP , Па, складаються з втрат тиску на тертя ΔP_m та в місцевих опорах $\Delta P_{\text{м}}$ (повороти траси, місця встановлення арматури та інші перешкоди руху теплоносія), Па:

$$\Delta P = \Delta P_m + \Delta P_{\text{м}}$$

Втрати тиску на тертя, ΔP_m , визначають за формулою Вейсбаха- Дарсі, Па:

$$\Delta P_m = \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{\rho \omega^2}{2}$$

де λ — безрозмірний коефіцієнт гідравлічного тертя; d — внутрішній діаметр трубопроводу, м; ρ — густина теплоносія, кг/м³; ω — швидкість руху теплоносія, м/с; l — довжина ділянки трубопроводу, м.

Коефіцієнт гідравлічного тертя залежить від числа Рейнольдса (Re) і відносної еквівалентної шорсткості труби (k_e/d). Число Рейнольдса розраховується за формулою:

$$Re = \frac{vd}{\nu}$$

де v - середня швидкість потоку м/сек, ν — кінематична вязкість середовища м²/сек;

Шорсткістю трубопроводів є нерівності і зазубрини, які чинять опір руху рідини що впливає на втрати напору під час турбулентного руху рідини. В

					201nHT-20240.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

реальних умовах ці нерівності і зазубрина різні за формою, величиною і нерівномірно розміщені по довжині труби. За еквівалентну шорсткість, k_e , умовно приймають усереднену зернисту нерівність, виступи якої мають однакову форму і розміри, а втрати напору по довжині такі ж, як і в реальних трубах. Величину еквівалентної шорсткості внутрішньої поверхні стінок сталевих труб з урахуванням корозії рекомендовано приймати: для паропроводів 0,2 мм, для водяних теплових мереж — 0,5 мм, для мереж гарячого водопостачання і конденсатопроводів — 1 мм. Еквівалентну шорсткість внутрішньої поверхні труб зі структурованого поліетилену (РЕ-Х) та інших термостійких термопластичних полімерів приймають для водяних теплових мереж і мереж гарячого водопостачання 0,005 мм .

$$\lambda_z = \frac{1,01}{\lg Re^{2,5}}$$

Втрати тиску в місцевих опорах, ΔP_m , визначають за формулою Вейсбаха, Па:

$$\Delta P_m = \sum \zeta \cdot \frac{\rho \cdot \omega^2}{2}$$

Де $\sum \zeta$ — сума коефіцієнтів місцевих опорів на ділянці трубопроводу.

Місцеві втрати напору можна замінити еквівалентними гідравлічними опорами по довжині, якщо в рівняння Вейсбаха- Дарсі замість l підставити l_e — еквівалентну довжину місцевих опорів, тобто таку довжину прямолінійного трубопроводу, лінійні втрати напору в якому чисельно рівні втратам напору в місцевих опорах.

Вирішуючи разом рівняння , отримають, м:

$$l_e = \sum \zeta \cdot \frac{d}{\lambda}$$

Для характерних тепловим мережам місцевих опорів значення еквівалентних довжин наведено у спеціальних таблицях .

					201nHT-20240.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Гідравлічний розрахунок розгалужених трубопроводів зручно виконувати методом середніх питомих втрат напору, тому часто використовують такі форми запису повних гідравлічних втрат, Па:

$$\Delta P = \Delta P_m + \Delta P_{\text{м}} = \Delta P_m \cdot \left(1 + \frac{\Delta P_{\text{м}}}{\Delta P_m}\right) = R_m \cdot l_{\text{зв}}$$

R_m— питомі втрати напору по довжині, Па/м.

№	d ₃ x S ₃ , мм	v м/с	l ,м	Вид місцевого опору	Кількість опорів	l _e , м	l _{зв} ,м
0-1	159x4,5	1,3	26	Засувка Кут поворот 90° Кут поворот 30° П-подіб.комп.	1 1 2 5	8,8	34,8
1-2	133x2	1,28	73	Засувка Кут поворот 90° Трійник прохід	1 1 1	14,7	87,7
2-3	133x3	1,15	42	Кут поворот 90° Трійник прохід П-подіб.комп.	1 1 1	18,05	60,05
3-4	133x4	0,89	156	Кут поворот 90° Трійник прохід П-подіб.комп.	3 1 1	18,05	174,05
4-5	89x3,5	0,63	113	Засувка Кут поворот 90° П-подіб.комп.	1 2 1	10,46	123,46
Відгалудження №1							
2-6	89x6	0,35	71	Засувка Кут поворот 90° П-подіб.комп.	1 2 1	12,8	83,8
Відгалудження №2							
1-7	108x4	0,85	90	Засувка Кут поворот 90° Трійник прохід П-подіб.комп.	1 3 1 1	10,8	100,8
7-8	89x3,5	0,63	82	Засувка Кут поворот 90° П-подіб.комп.	1 1 2	15,6	97,6
Відгалудження №3							
0-9	89x3,5	0,63	65	Засувка П-подіб.комп.	1 2	7,8	72,8

Таблица №10 Розрахунок еквівалентних довжин місцевих опорів

№ ділянки	Витрата, кг/с	D×s, мм	Довжина ділянки, м			R, Па/м	V, м/с	Rl, Па
			За планом	еквівалентна	приведена			
Головна розрахункова магістраль								
0-1	21,35	159х4,5	26	8,8	34,8	145,1	1,3	5049,48
1-2	14,84	133х4	73	14,7	87,7	177	1,28	15522,9
2-3	13,57	133х4	42	18,05	60,05	143,3	1,15	8605,165
3-4	10,48	133х4	156	18,05	174,05	86,5	0,89	15055,325
4-5	3,23	89х3,5	113	10,46	123,46	75,3	0,63	9296,538
Відгалудження №1								
2-6	1,26	76х3,5	71	12,8	83,8	28,8	0,35	2413,44
Відгалудження №2								
1-7	6,51	108х4	90	10,8	100,8	105,2	0,85	10604,16
7-8	3,28	89х3,5	82	15,6	97,6	75,3	0,63	7349,28
Відгалудження №3								
0-9	3,23	89х3,5	65	7,8	72,8	75,3	0,63	5481,84
Разом								79378,12

Таблиця № 11 Гідравлічний розрахунок

2.6 П'єзометричний графік теплової мережі

При проектуванні та експлуатації розгалужених теплових мереж для обліку взаємного впливу профілю району, висот абонентських будівель, втрат напору в тепловій мережі та абонентських установках широко використовується п'єзометричний графік. За п'єзометричним графіком легко визначити напір і наявний напір у будь-якій точці теплової мережі та в абонентських системах. За п'єзометричним графіком вибирають схеми приєднання абонентських установок, підбирають мережеві, підкачувальні та підживлювальні насоси, автоматичні пристрої та ін. П'єзометричні графіки повинні розробляються для статичного, гідродинамічного, в зимовий та літній періоди, та аварійних режимів роботи. Через обмеженість обсягу роботи

п'єзометричні графіки будують відповідно до завдання для розрахункової магістралі та двох відгалужень, найбільш характерні за рельєфом місцевості. Лінії гідродинамічних напорів у п'єзометричному графіку основного режиму будують при розрахункових витратах теплоносія у зимовий та літній періоди, а у п'єзометричних графіках аварійних режимів тільки при аварійних витратах теплоносія. П'єзометричні графіки розробляють при непрацюючих мережевих насосах (статичний режим) та при працюючих мережевих насосах (гідродинамічний режим).

Оптимальне положення ліній напорів у теплопроводах, що подає і зворотному, має забезпечувати виконання умов всіх режимів роботи теплової мережі. Бажано забезпечити однаковий п'єзометричний напір на всмоктувальній стороні мережевого насоса при всіх режимах роботи, що може призвести до коригування положення ліній тисків п'єзометричних графіків.

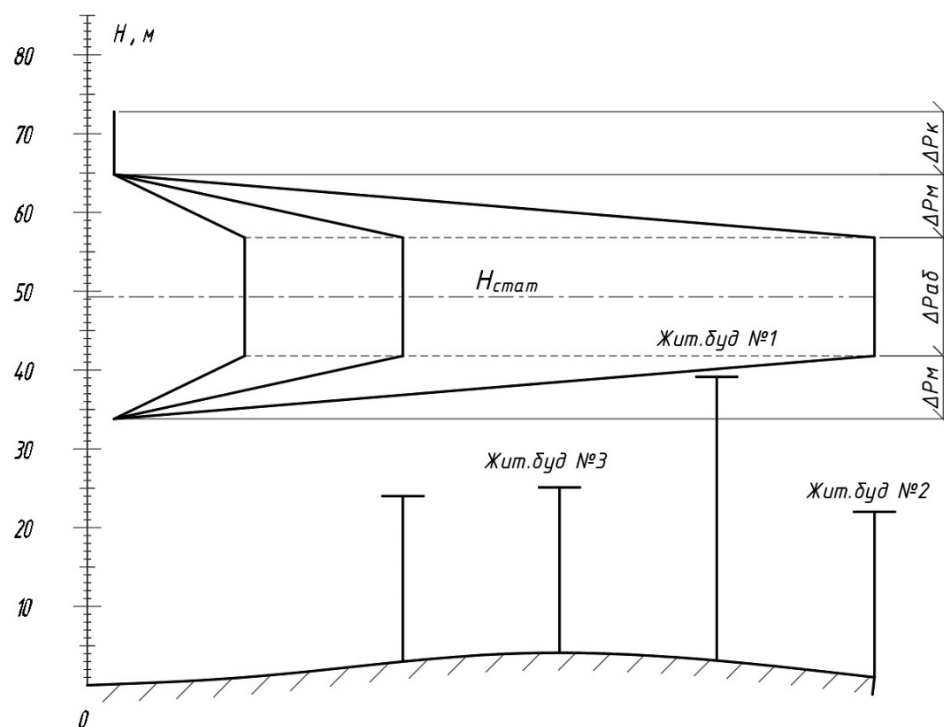


Рис.14 П'єзометричний графік теплової мережі

Побудувавши п'єзометричний графік теплової мережі отримали необхідний напір мережного насоса, який складає $H = 39$ м. вод. ст.

РОЗДІЛ 3 ПІДБІР МЕРЕЖНОГО НАСОСУ ТА ЇХ ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

3.1 Підбір мережних насосів

Однією із задач гідравлічного розрахунку є визначення характеристик насосів. У водяних теплових мережах насоси створюють заданий тиск і подають необхідну кількість води споживачам тепла. Насоси мережі забезпечують циркуляцію теплоносія, підвищувальні збільшують тиск в подавальному трубопроводі і зменшують у зворотному, а підживлювальні компенсують витоки води і підтримують необхідний рівень п'єзометричних ліній як в статичному, так і в динамічному режимах. Вибирають насоси за продуктивністю і величиною напору.

Система опалення житлових будинків та промислових підприємств неможлива без насосного обладнання. Це обладнання застосовується для перекачування теплоносія, хімічних рідин, кислот та інших різних рідких харчових продуктів залежно від спеціалізації підприємств, і це не рахуючи використання для подачі тепла та води. Робота насоса подібна до роботи компресора, єдине, що замість подачі газу відбувається подача води. Існують і роторні насоси, принцип роботи яких трохи інший. Насосне обладнання може комплектуватися автоматичними елементами керування для зручнішого використання.

					201nHT-20240.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

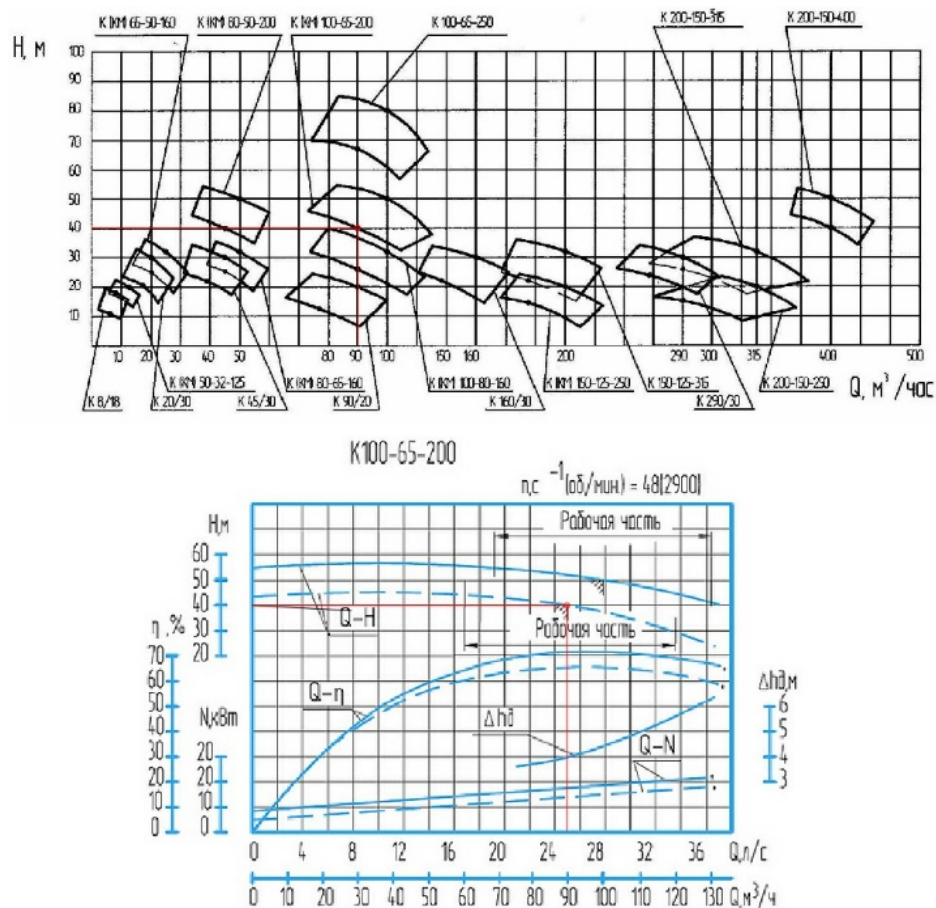


Рис.17 Характеристика мережного насосу К 100-65-200

На даний час В приміщенні котельні встановлене енергоємке електрообладнання (мережіві насоси — 1 шт. по 15 кВт-1 шт., живильні насоси — 4 шт. По 3 кВт кожен). Фізичний знос обладнання призводить до частих ремонтів і зупинок котельні, негативно впливає на санітарні умови споживачів і якість їх забезпечення тепловою енергією. Насос К 100-65-200*- знаходиться в експлуатації, витрати електричної енергії були взяті з лічильника.

Для реконструкції пропонується розглянути 3 варіанти, в першому це заміна існуючого нососу К 100-65-200 на новий або замінити на сучасні моделі Wilo та Grundfos.

Консольні насоси Wilo CronoNorm NL – одноступінчасті відцентрові насоси на фундаментній рамі з виступаючим торцем валу для з'єднання з приводом. Насоси NL застосовуються при подачі холодної та гарячої води без різних домішок у системах опалення, охолодження, промислового водопостачання, подачі води до населених пунктів; для зрошення полів, садів на підприємствах агропромислового комплексу.



Рис.18 Загальний вигляд насосу Wilo CronoNorm NL

Також повсюдно застосовуються в багатонасосних станціях пожежогасіння і особливо багатоповерхових будинках для підтримки постійного тиску в трубопроводах. Легкість монтажу та простота конструкції насосів дозволяє їм працювати на різних об'єктах вже більше 20 років. Насосний консольний агрегат виконаний відповідно до норм EN 733. Застосовується стандартний електродвигун ІЕС з повітряним охолодженням. Корпус насоса виготовлений у вигляді равлика з чавуну з аксіальними та радіальними напірними патрубками, забезпечений серійними опорними лапами та розрахований для роботи при макс. тиск до 16 атмосфер. Підшипники двосторонні закриті, що не потребують технічного втручання протягом усього терміну експлуатації. Насоси NL можуть бути використані для перекачування водогліколевих сумішей з вмістом гліколю від 20 до 40% та при максимальній їх температурі до 40°C; вони тому знайшли особливе застосування у промислових опалювальних системах. При застосуванні рідин

					201nHT-20240.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

з відмінною від води щільністю та в'язкістю, такі як водогліколь з 40% концентрацією гліколю, експлуатаційні дані насоса слід коригувати з урахуванням рівня в'язкості, з урахуванням процентного вмісту цих компонентів та температури самої рідини. Рекомендується провести перевірку і якщо потрібно коригування потужності двигуна до умов рідини, що перекачується. Докладнішу інформацію щодо обслуговування див. в інструкції, яка включена в кожну упаковку з насосом. Консольні насоси NL поставляються змонтованими на рамі з електромотором та муфтою (розбірною та нерозбірною). Вони можуть бути застосовані: - набивний сальник – при використанні води із температурою до 105 С; - ковзне торцеве ущільнення для води з температурою до 140 С;

На рисунках зображені графіка залежності подачі та напору за якими підбирались насоси.

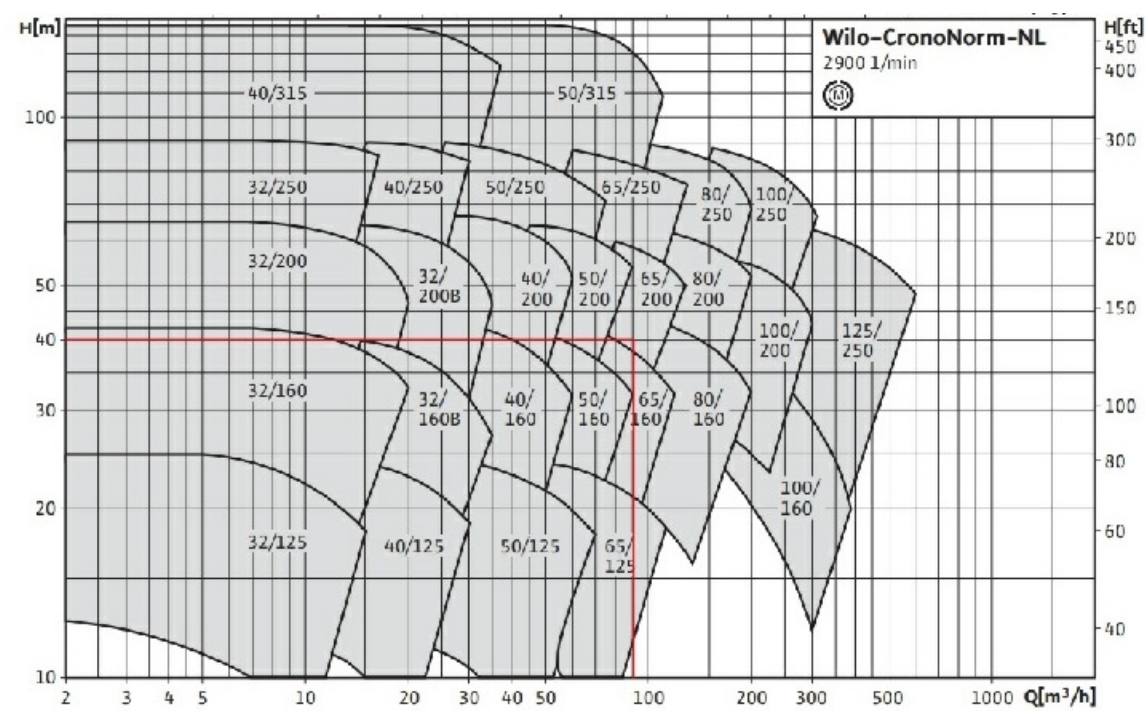


Рис.19 Графік залежності подачі від напору насосів марки Wilo

Насоси NB і NK - це багатофункціональне обладнання, яке підходить для використання в різних умовах, що вимагають надійної та енергоефективної роботи. Насоси NB та NK мають п'ять основних областей застосування:

- водопостачання;
- виробничі системи підвищення тиску;
- виробничі системи перекачування технологічних рідин;
- опалення та вентиляція;
- зрошення.



Рис.20 Загальний вигляд насосу Grundfos NK

Особливості та переваги конструкції насосів NB та NK:

Насоси є стандартними відцентровими одноступінчастими несамовсмоктуючими насосами з горизонтально розташованим валом, осьовим всмоктуючим та радіальним напірним патрубками. Усі насоси відповідають стандарту ISO 5199. Всмоктуючий та напірний фланці

					201nHT-20240.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

відповідають стандарту EN 1092-2. Розміри та номінальні характеристики відповідають стандарту EN 733 (10 бар). Однак насоси з фланцем розміром до DN 150 маркуються як PN 16 та придатні для роботи під тиском 16 бар.

Консольні насоси НК сконструйовані таким чином, що робоче колесо та електродвигун демонтуються єдиним блоком без демонтажу корпусу чи трубної обв'язки. Тому навіть найбільші насоси можуть обслуговуватись за допомогою крана однією людиною.

Консольно-моноблочні насоси NB сконструйовані таким чином, що робоче колесо та електродвигун демонтуються єдиним блоком без демонтажу корпусу або трубної обв'язки. Тому навіть найбільші насоси можуть обслуговуватись за допомогою крана однією людиною.

Розміри торцевого ущільнення валу відповідають EN 12756. Витрата насосів становить від 2 до 1300 м³/год, а напір - від 2 до 160 м. Насоси можуть бути оснащені електродвигунами MGE (з вбудованим перетворювачем частоти) або зовнішнім перетворювачем частоти Grundfos CUE. Всі насоси піддаються статичному балансуванню відповідно до класу 6,3 стандарту ISO 1940-1. Робочі колеса проходять гідравлічне балансування.

					201nHT-20240.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

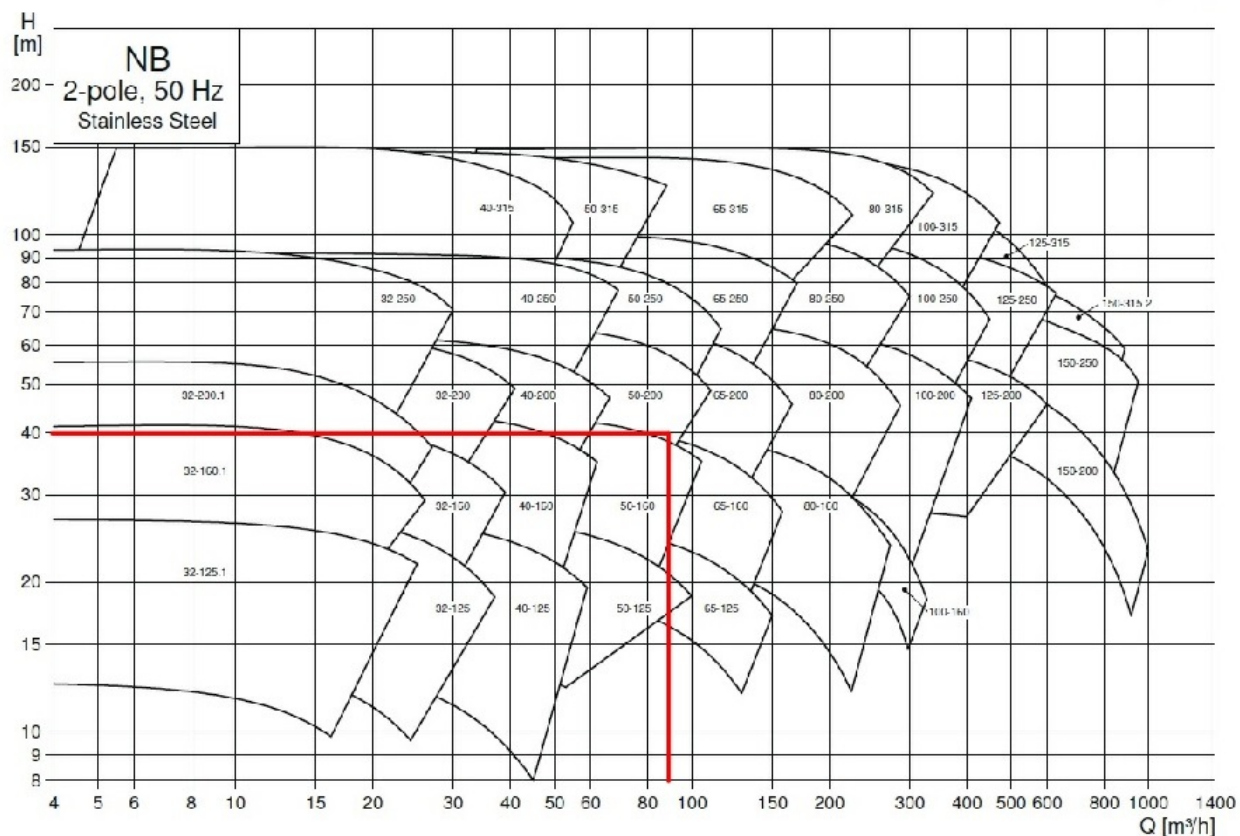


Рис.21 Графік залежності подачі від напору насосів марки Grundfos

В данному випадку робоча точка трохи виходить за робочу область моделі 50-160. Модель 50-200 при таких параметрах напору та подачі має низький ККД який становить менш 70%, тому для компенсації робочих характеристик можливо збільшити кількість обертів частотним перетворювачем на 5%, при цьому суттєвого падіння ККД не відбудеться.

3.2 Економічні показники мережних насосів

Для розрахунку споживання електричної енергії протягом опалювального періоду та оцінки економічного ефекту, вартість електричної енергії була взята [1]

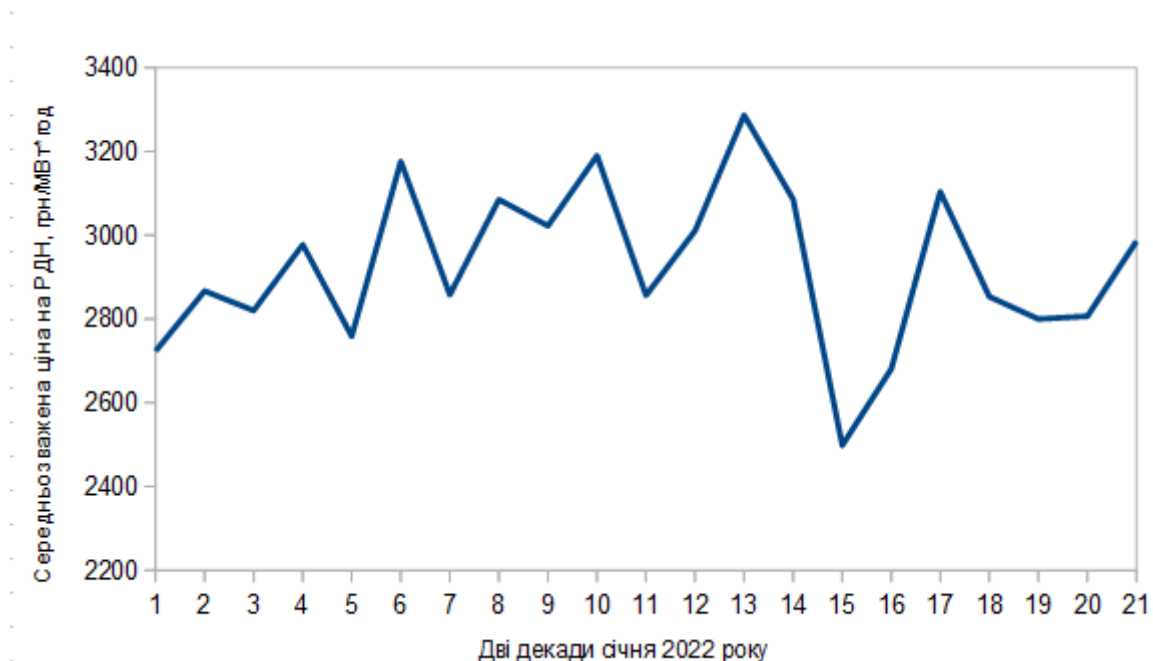


Рис.22 Динаміка змін тарифу на електроенергію

На другу декаду січня 2022 року середньозважена ціна на РДН складає 2 918,47 грн./МВт*год. Для порівняння, у грудні 2021 року середньозважена ціна на РДН становила 3 160,17 грн./МВт *год.

Назва насосу	Потужність, кВт	Витрати ел.енергії кВт*год.	Варість ел.енергії, грн.
К 100-65-200*	15	85440	249 313,9
К 100-65-200	15	64080	186 985,4
Wilo 65-200	14	59808	174 519,7
Grundfos 50-160	12	51264	149 588,4

Таблиця 12 експлуатаційні характеристики насосів

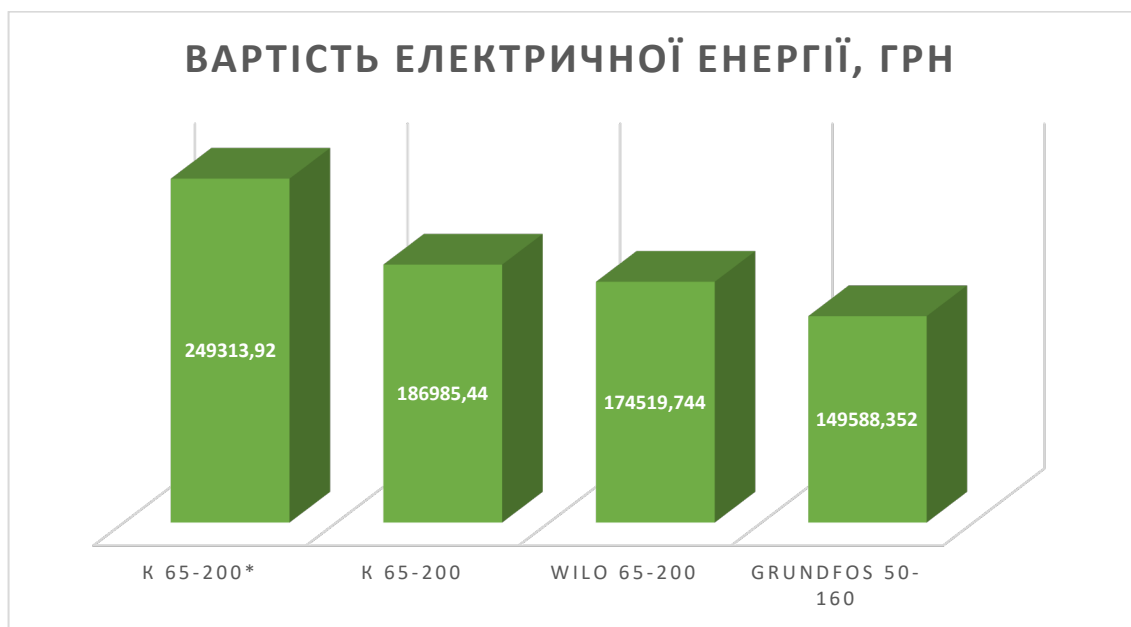


Рис.23 Витрати електричної енергії протягом опалювального періоду

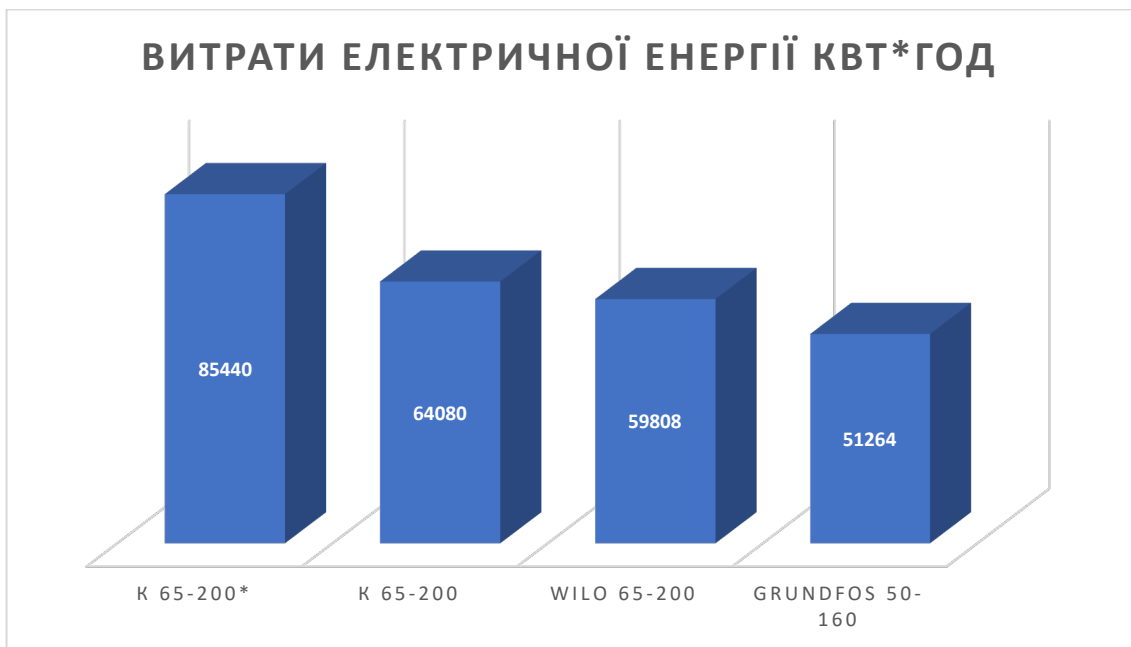


Рис.24 Витрати електричної енергії протягом опалювального періоду

Для визначення який з наведених варіантів заміни є найбільш доцільним необхідно провести розрахунок простого терміну окупності. Для розрахунку простого терміну окупності необхідні дані про вартість моделі насосного обладнання та вартості електричної енергії.

В таблиці наведено вартість кожної з моделей насосів що розглядаються та простий термін окупності :

Назва насосу	Вартість, грн	Економія, грн	Термін окупності, опалювальних періодів
K 100-65-200	19000	52327,56	0,36
Wilo 65-200	84842	64793,26	1,30
Grundfos 50-160	66297	89724,65	0,73

Таблиця 13 Економічні показники мережних насосів

Отже як видно з результатів розрахунку то ситуація з вибором того чи іншого варіанту заміни мережного насосу є неоднозначною з однієї сторони мережний насос типу К є вигідним так-як має найнижчий термін окупності у порівнянні з роботою застарілого аналогічного мережного насосу що вже знаходиться в експлуатації. А з іншої моделі Wilo та Grundfos є більш дорогими та надійними також слід відмітити що виробники данного обладнання представляють широкий спектр енергозберігаючих заходів та додаткового обладнання що при постійному здороощанні енергоресурсів має свій сенс.

Отже вибір того чи іншого варіанту залежить від горизонту планувань та вартості енергоресурсів а заміна обладнання котельні є одним з важливіших кроків на шляху підвищення енергоефективності вироблення та транспортування теплової енергії.

ВИСНОВКИ

Для підвищення енергетичної ефективності та безпеки експлуатації систем теплопостачання у м.Кременчук котельні №17 необхідно реалізувати захід з модернізації котельні. З метою заміни застарілого насосного обладнання. Реалізація цього проекту дозволить ліквідувати перевитрату електроенергії, збільшити наявний напір у кінцевих споживачів, скоротити експлуатаційні витрати теплопостачальної організації.

- Заміна мережного насосу на котельні ,по одному з розглянутих варіантів, дає змогу лквідувати перевитрату до 35%.
- Простий термін окупності може сягати менше 1 опалювального періоду
- Моделі Wilo та Grundfos є більш надійними також слід відмітити що виробники данного обладнання представляють широкий спектр енергозберігаючих заходів та додаткового обладнання що при постійному здороощанні енергоресурсівробить їх вігіднив вкладенням на перспективу.
- Заміна мережних насосів на котельні є одним з найдоступніших шляхів підвищення енергетичної ефективності.

Як бачимо, сучасні системи центрального теплопостачання вимагають комплексного та ындивидуального підходу Саме такий напрям розвитку системи теплопостачання є стійким у середньо та довгостроковій перспективі і саме тому українським містам слід переходити від стратегії «капітальних ремонтів» системи центрального теплопостанчання до стратегії модернізації та розширення.

					201nHT-20240.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

ЛІТЕРАТУРА

1. <https://www.danfoss.com/uk-ua/about-danfoss/articles/dhs/modern-district-heating-enables-transition-to-smart-energy-system-in-ukraine/>
2. <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=362>
3. Novyi ekonomichnyi kurs Ukrainy – Stratehiia innovatsiinoho rozvytku [Elektronnyi resurs] / Za zah. red. Yu. V. Tymoshenko, V. A. Lomakovycha. – Elektronni dani. – [Kyiv : Ekspertno-analitychnyi tsentr Optima]. – Rezhym dostupu: <http://optimacenter.org/research/novyj-ekonomichnyjkurs-ukrajiny-strategija-innovatsijnogo-rozvytku/>.
4. Detsentralizovane opalennia v Ukraini: potentsial ta shliakhy vprovadzhennia [Elektronnyi resurs]. - Rezhym dostupu: <http://gorod.esco.agency/images/art/3-2017/art13>.
5. Н. М. Подволоцкий, Регулирование подачи центробежного насоса перепуском, 2017 51с.
6. Подволоцкий Н. М. Определение рабочей точки трубопроводной системы при регулировании подачи центробежного насоса дросселированием // Сб. научн. трудов ППС. ГУМРФ. 2016.
7. ОЦЕНКА ФАКТИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ ТЕПЛА ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ С УЧЕТОМ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И РЕАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ Г.В. Кузнецов¹ , И.П. Озерова¹ , В.Ю. Половников¹ , Ю.С. Цыганкова
8. Будівельна кліматологія : ДСТУ-Н Б В.1.1-27:1010. К. : Мінрегіонбуд України, 2011. — 120 с.
9. Манюк В.И. и др. Справочник по наладке и эксплуатации водяных тепловых сетей. М.: Стройиздат, 1982.-214 с.

					201nHT-20240.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

10. Строй А.Ф., Скальский В.Л. Расчет и проектирование тепловых сетей. - К.: Будивельник, 1981.- 144 с.
11. СНиП 2.04.07-86. Тепловые сети /Госстрой СССР.- М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1987.-48 с.
12. Справочник проектировщика. Проектирование тепловых сетей/ Под ред. А.А. Николаева. - М.: Стройиздат, 1965.-358 с.
13. СНиП 2.04.01-85. Внутренний водопровод и канализация зданий/Госстрой СССР. - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986.-56 с.
14. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. - М.: Энергоиздат, 1982.- 360 с.
15. Теплоснабжение: Учебник для вузов/ Под ред. А.А. Ионина.- М.: Стройиздат, 1982.-336 с.
16. Копко В.М., Зайцева Н.К. Теплоснабжение (курсовое проектирование). Минск: Высшая школа, 1985. 139 с.
17. Теплоснабжение: Учебное пособие для вузов/В.Е. Козин,Т.А. Левина и др. М.: Высш. шк., 1980.-480 с.
18. <https://ukrnasos.com.ua/ru/насосы-консольные-к-км/к/>
19. <https://www.grundfos.com/by/support/documentation/catalogs>
20. <https://wilo.com/ru/ru/Продукция/ru/produkty-i-professionalnyy-opyt/wilo-crononorm-nlg>

					201nHT-20240.ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

*Міністерство освіти і науки України національний університет
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
Навчально-науковий інститут нафти і газу
Кафедра теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики*

*Ілюстративні матеріали
до дипломної роботи бакалавра*

на тему : " Застосування енергозаощаджувальних технологій в роботі теплових мереж м.Кременчук "

*Виконав: студент 2 курсу, групи 201 пНТ спеціальності 144 Теплоенергетика
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)*

Філик Богдан Павлович

(прізвище та ініціали)

Керівник

к.т.н., доц. Гузик Д.В.

(прізвище та ініціали)

Зав.кафедрою

к.т.н проф.Голік Ю.С.

(прізвище та ініціали)

Полтава – 2022 рік

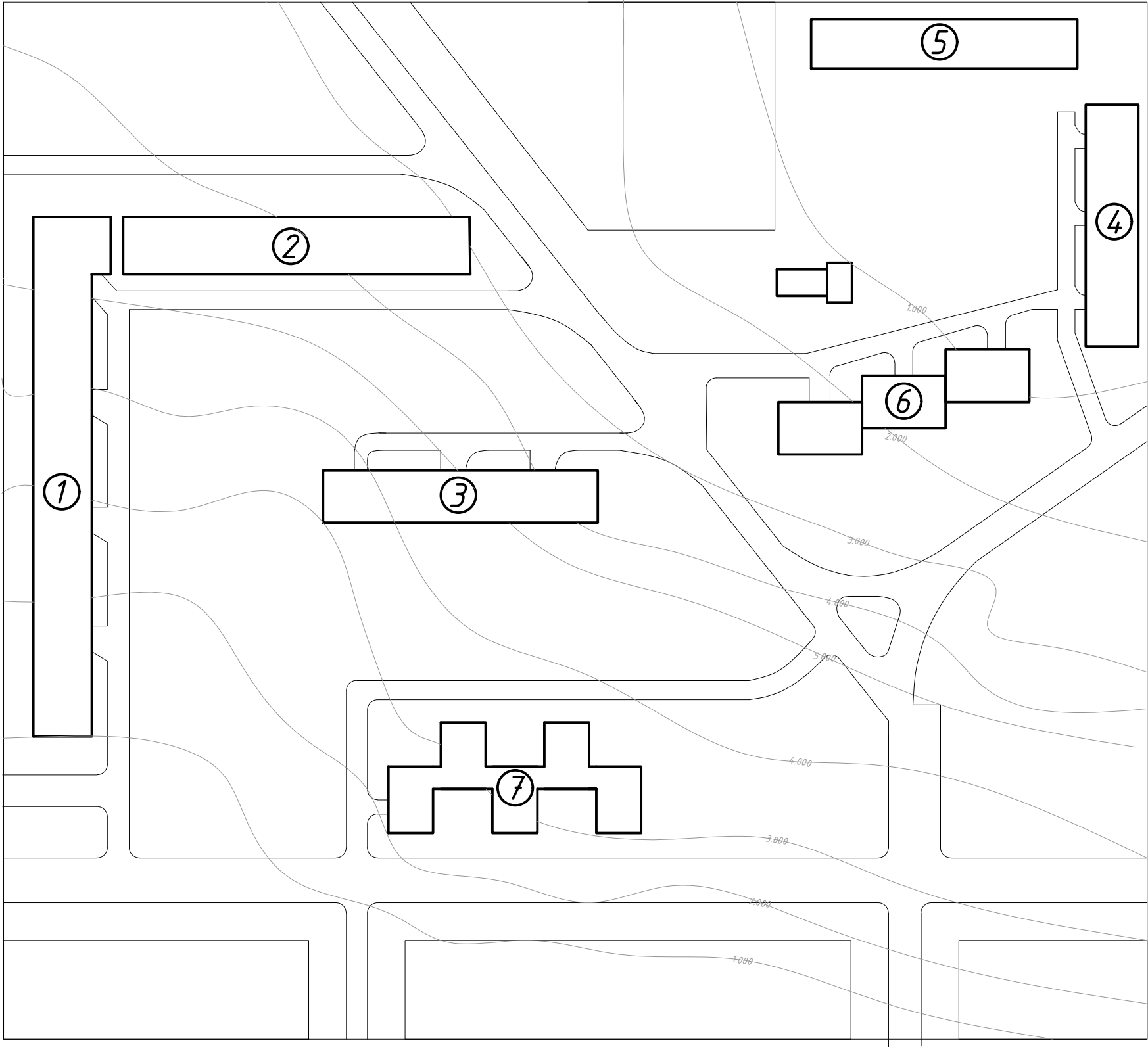
Генаральний план житлового мікрорайону м.Кременчук М 1:1000

Вихідні дані

- Розрахункові параметри зовнішнього повітря прийнято згідно ДСТУ Н Б В.1.1-27:2010 [2]
- місто реконструкції - м. Кременчук;
 - середня температура найхолоднішої п'ятиденки з коефіцієнтом забезпеченості 0,92 -23 °С;
 - середня температура періоду з середньодобовою температурою повітря меншою плюс 8°С (середня температура опалювального періоду) -0,8 °С;
 - тривалість періоду з середньодобовою температурою повітря меншою плюс 8°С (тривалість опалювального періоду) - 178 діб;
 - температурна зона - І;

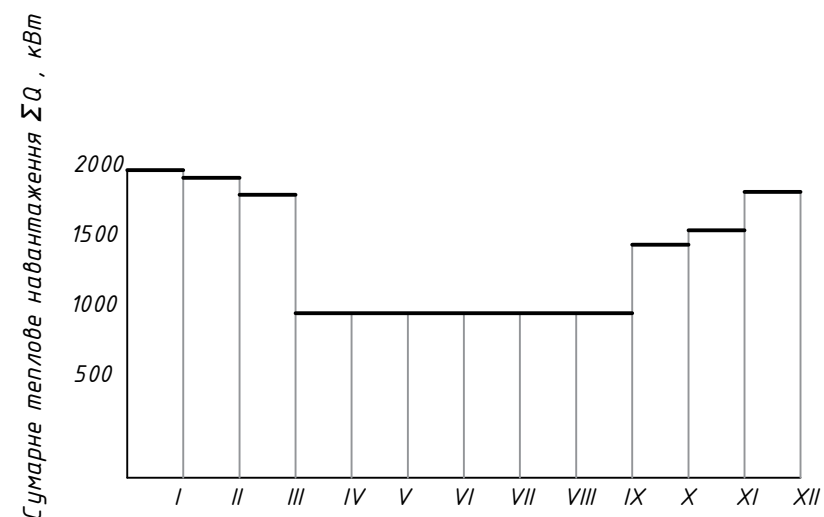
Характеристика споживачів
що обслуговуються

№ п/п	Найменування будинків	Опалювальна площа квартир з, м²	Кіл-ть жителів	Загальний об'єм, м³	Опалювальна характеристика qo, Вт/м³	Вентиляційна характеристика qв, Вт/м³
1	Житл.буд. 250 кв.	7412,75	936	20755,7	0,480	-
2	Житл.буд. 110 кв.	3319,30	417	9294,04	0,480	-
3	Житл.буд. 110 кв.	3166,11	401	8865,108	0,480	-
4	Житл.буд. 110кв.	3407,95	412	9542,26	0,480	-
5	Житл.буд. 100кв.	3356,91	407	9399,348	0,440	-
6	Житл.буд. 110 кв.	3357,48	406	9400,944	0,440	-
7	Дит.ясла 280 місць	768,40	280	2151,52	0,440	0,13

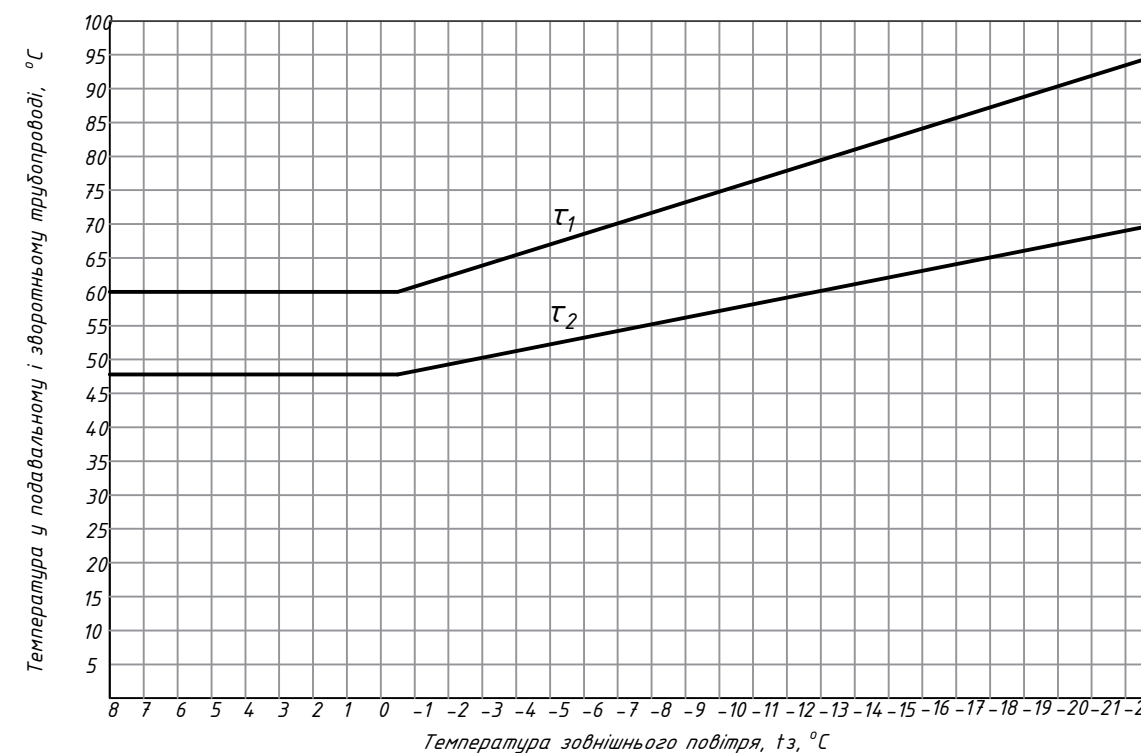


					201нТ-20240.ДП							
Зм. Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		Застосування енергозощаджувальних технологій в роботі теплових мереж м.Кременчук	Літера			Арк.		Аркушів	
Виконав	Філик Б.П.								2	9		
Перевір.	Гузик Д.В.											
Н. контр.	Гузик Д.В.											
Затверд.	Голік Ю.С.											
						НУПП ім Ю.Кондратюка						

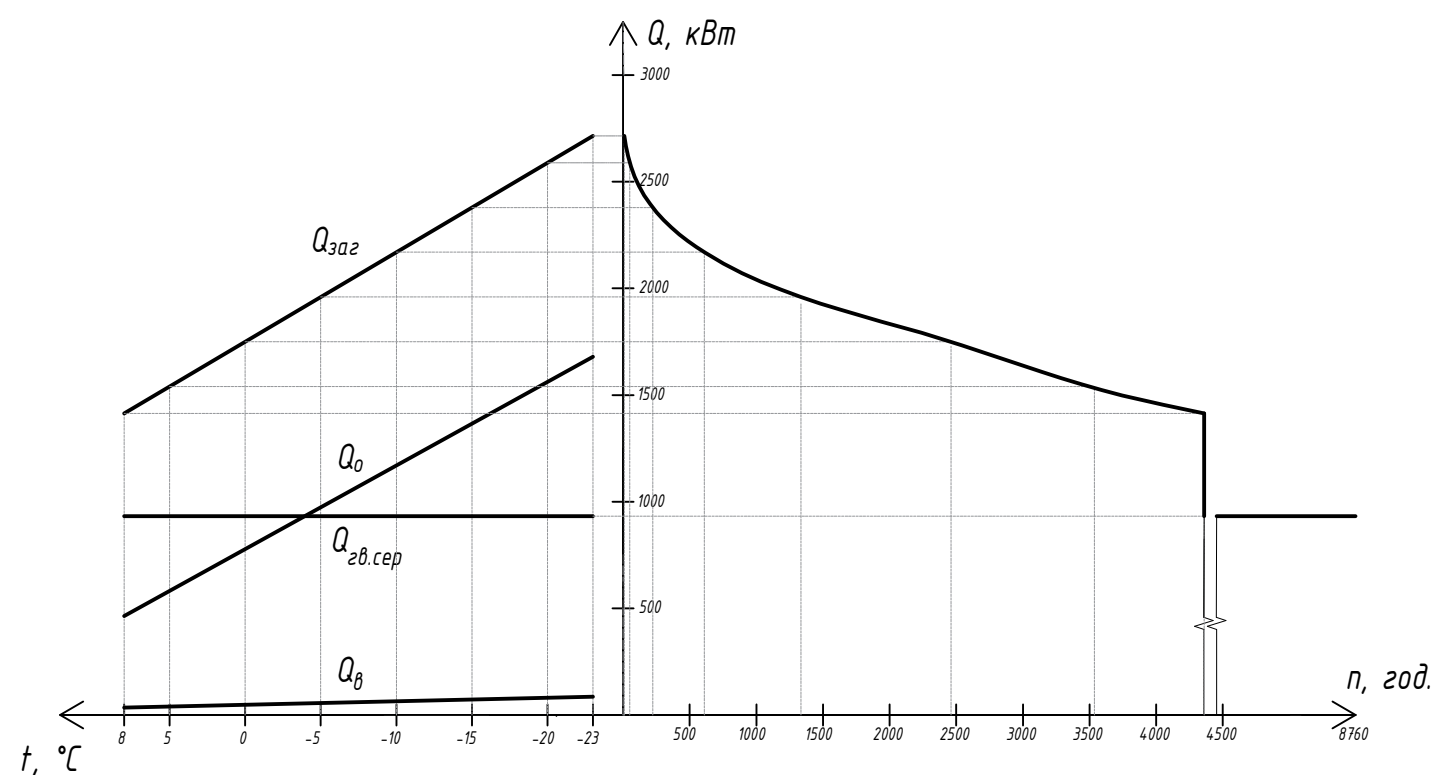
Календарний графік відпуску теплоти



Температурний графік



Графік відпуску теплової енергії

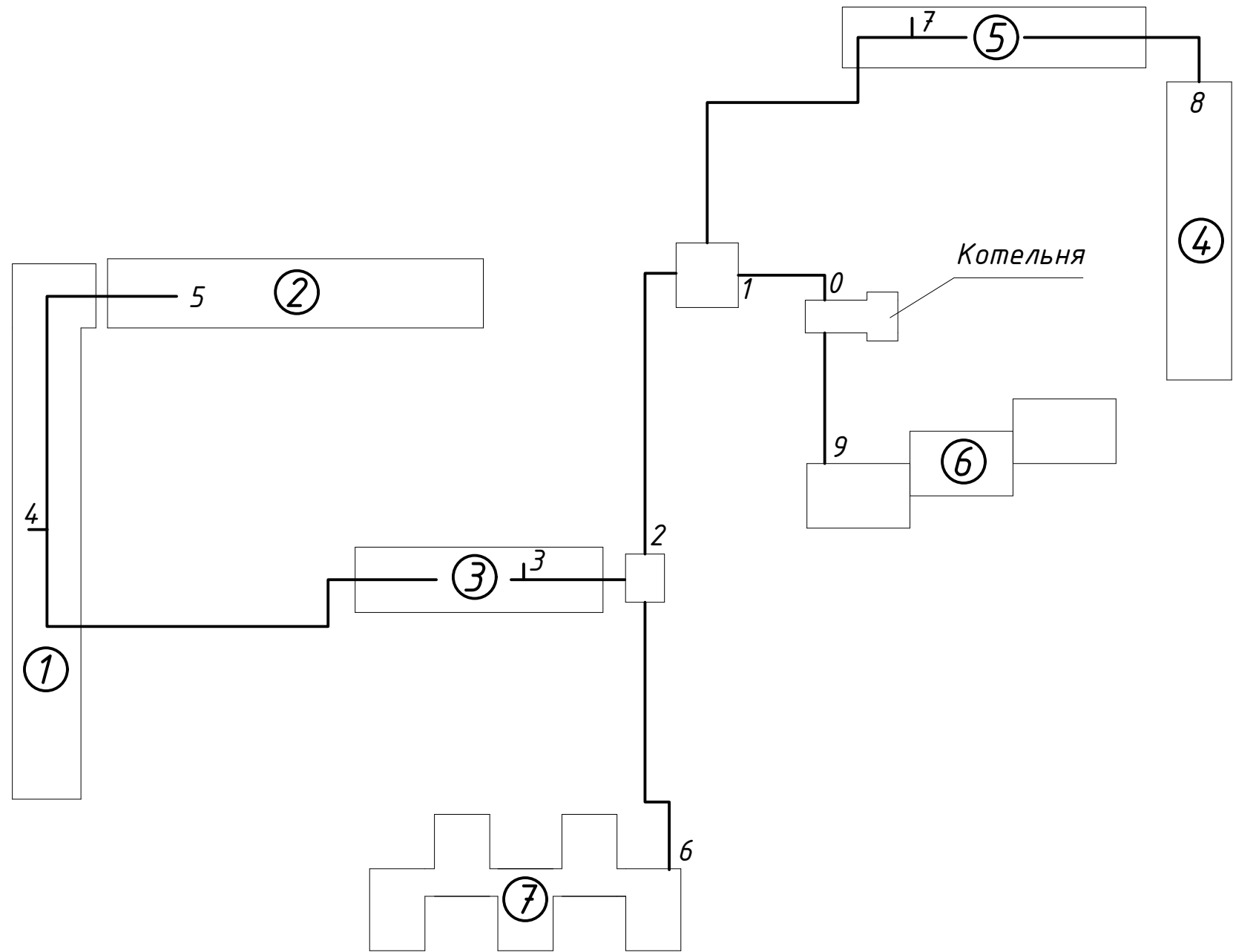


Календарний графік відпуску теплоти

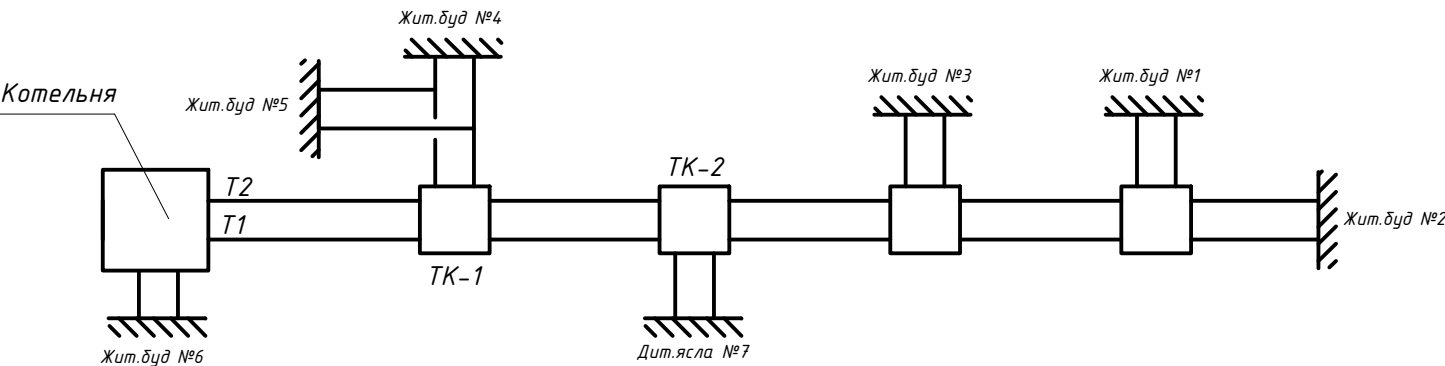
Місяць року	Середня температура повітря, °C	Середня витрата теплоти, кВт год			
		Q _o , кВт год	Q _в , кВт	Q _{твп} , кВт	Разом кВт год
I	-5,4	979,0	7,6	955,5	1942,1
II	-4,7	952,0	7,4	955,5	1914,9
III	0,3	759,3	5,9	955,5	1720,7
IV	9,0	-	-	955,5	955,5
V	15,4	-	-	955,5	955,5
VI	18,7	-	-	955,5	955,5
VII	20,5	-	-	955,5	955,5
VIII	19,7	-	-	955,5	955,5
IX	14,3	-	-	955,5	955,5
X	7,7	474,1	3,7	955,5	1433,3
XI	1,3	720,8	5,6	955,5	1681,9
XII	-3,4	901,9	7,0	955,5	1864,4

					201пНТ-20240.ДП				
Зм. Арк.		№ докум.	Підпис	Дата	Застосування енергозощаджувальних технологій в роботі теплових мереж м.Кременчук				
Виконав		Філик Б.П.							
Перевір.		Гузик Д.В.							
Н. контр.		Гузик Д.В.							
Затверд.		Голік Ю.С.			Літера Арк. Аркушів				
					НУПП ім Ю.Кондратюка				

Схема теплової мережі

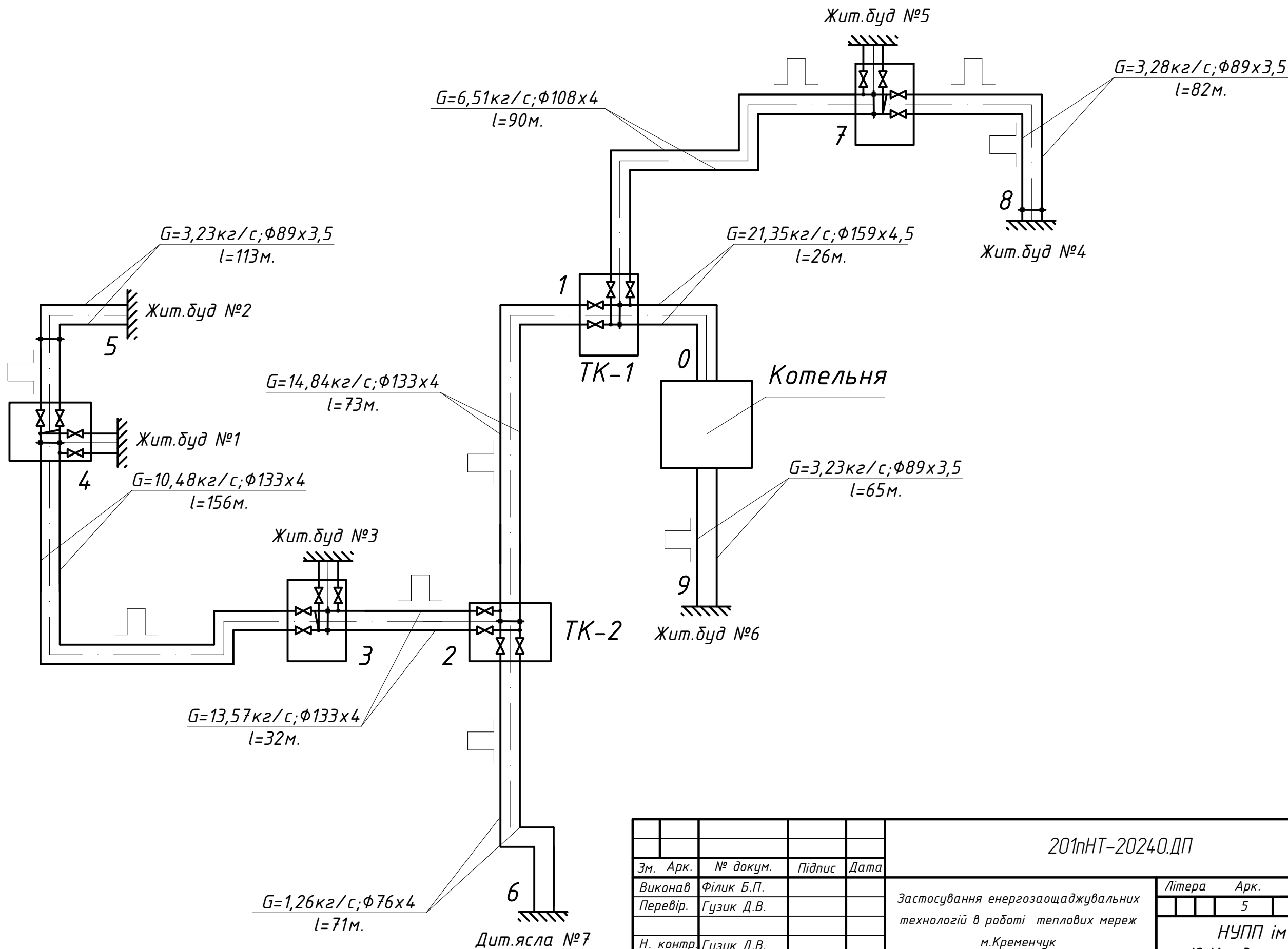


Розгорнута схема теплової мережі



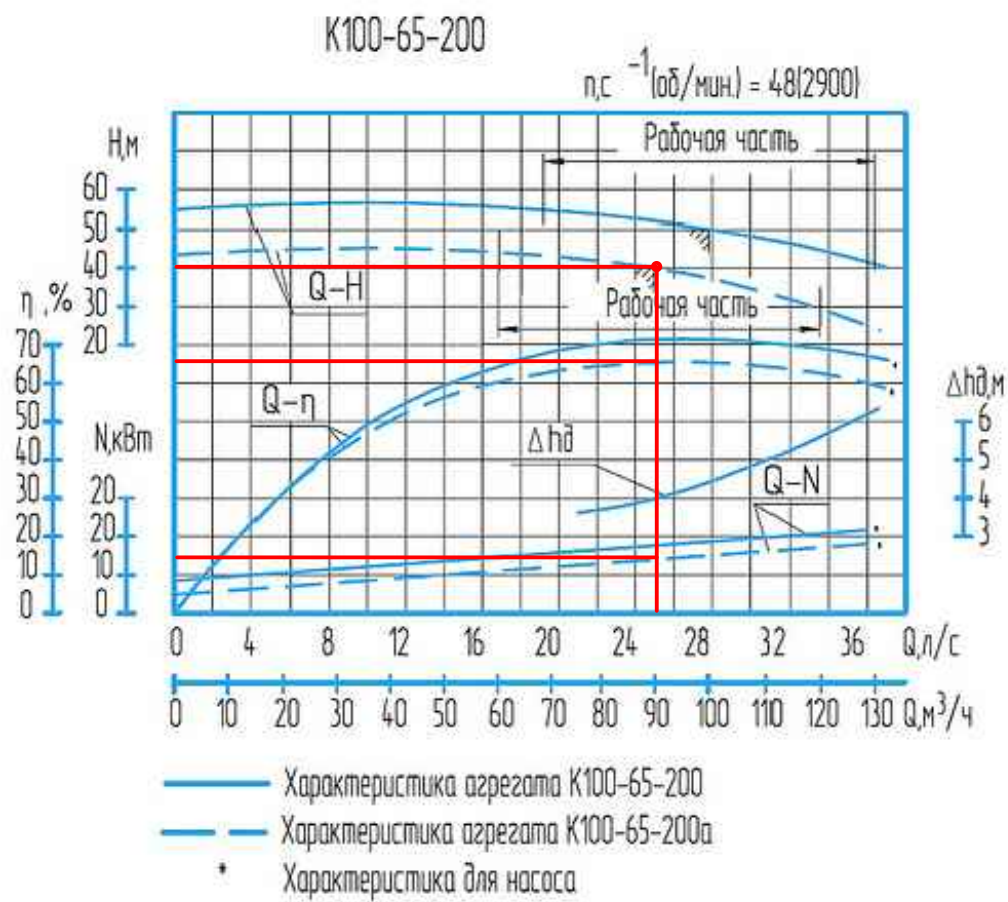
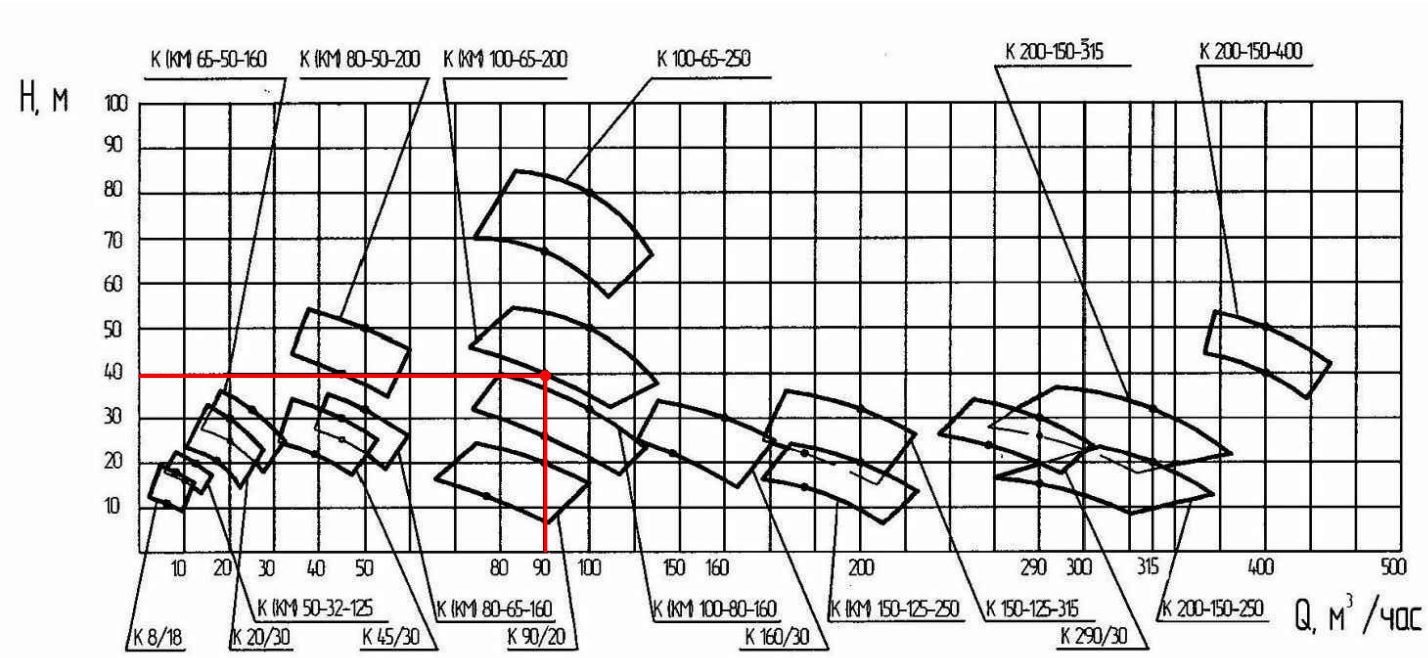
				201nHT-20240.ДП			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Виконав	Філик Б.П.				Застосування енергозощаджувальних технологій в роботі теплових мереж м.Кременчук		
Перевір.	Гузик Д.В.						
Н. контр.	Гузик Д.В.						
Затверд.	Голік Ю.С.						
					Літера	Арк.	Аркушів
						4	9
					НУПП ім Ю.Кондратюка		

Монтажна схема трубопроводів теплової мережі

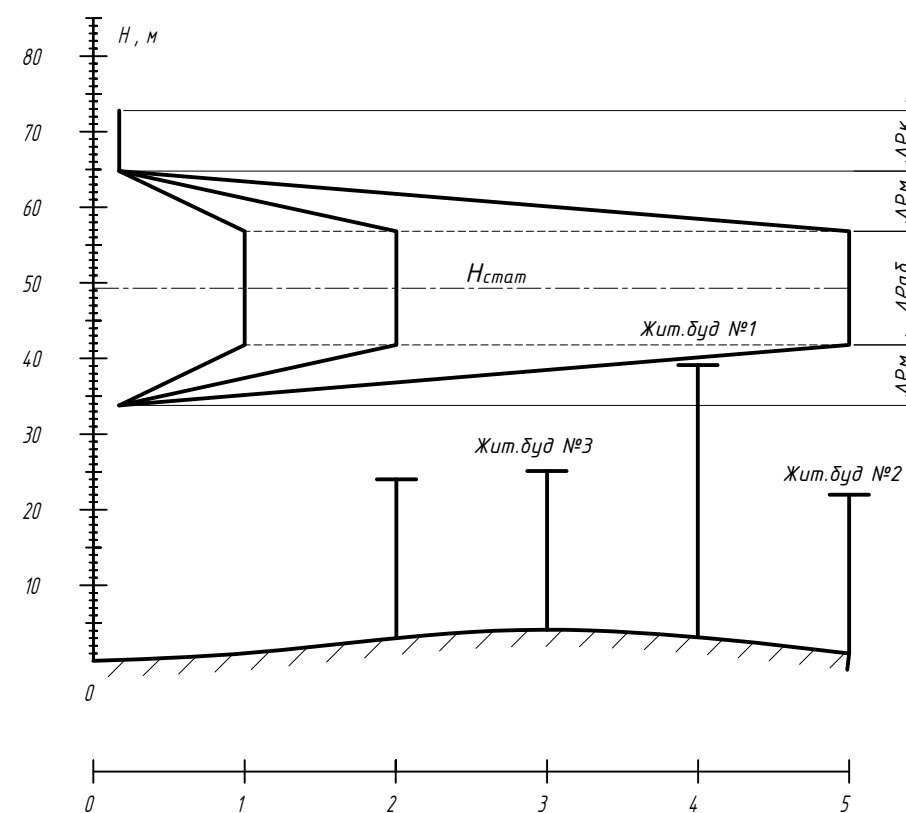


				201нНТ-20240.ДП										
Зм. Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Застосування енергозощаджувальних технологій в роботі теплових мереж м.Кременчук				Літера			Арк.	Аркушів		
Виконав	Філик Б.П.										5	9		
Перевір.	Гузик Д.В.													
Н. контр.	Гузик Д.В.													
Затверд.	Голік Ю.С.							НУПП ім Ю.Кондратюка						

--



Графік тиску в закритій тепловій мережі

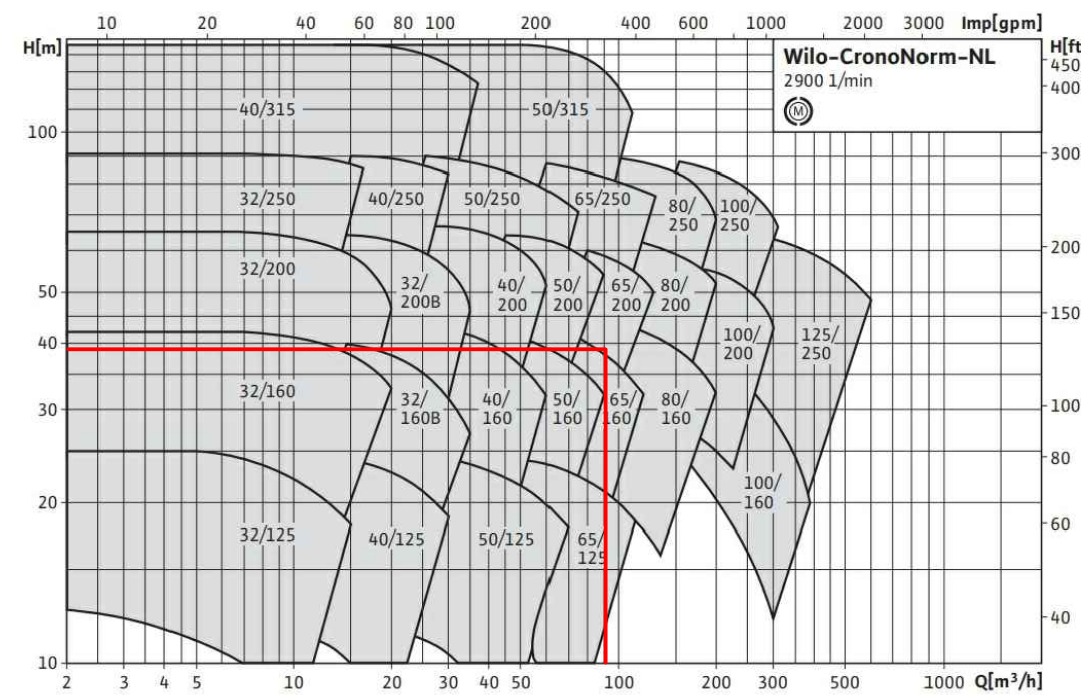


Загальний вид насосу К100 65-200

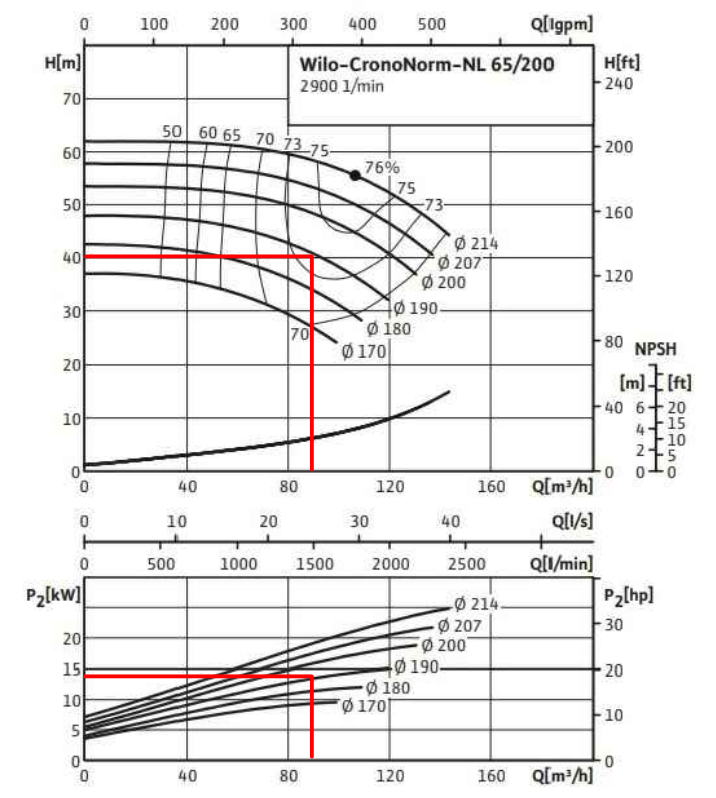


					201пНТ-20240.ДП																
Зм. Арк.		№ докум.		Підпис		Дата		Застосування енергозощаджувальних технологій в роботі теплових мереж м.Кременчук						Літера		Арк.		Аркушів			
Виконав		Філик Б.П.																6		9	
Перевір.		Гузик Д.В.																			
Н. контр.		Гузик Д.В.																			
Затверд.		Голік Ю.С.														НУПП ім Ю.Кондратюка					

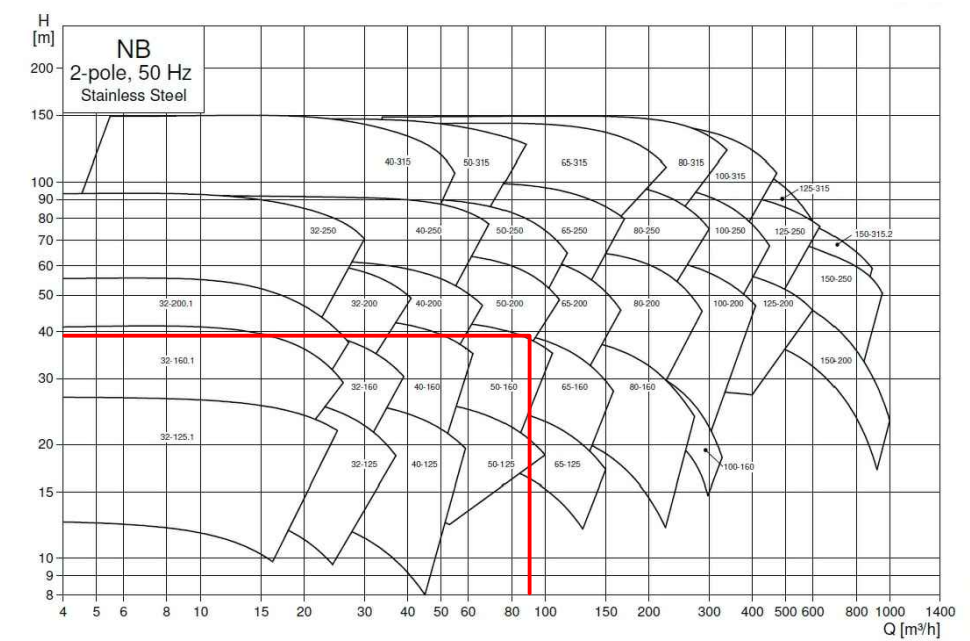
Характеристика насосу Wilo-CronoNorm-NL 65-200



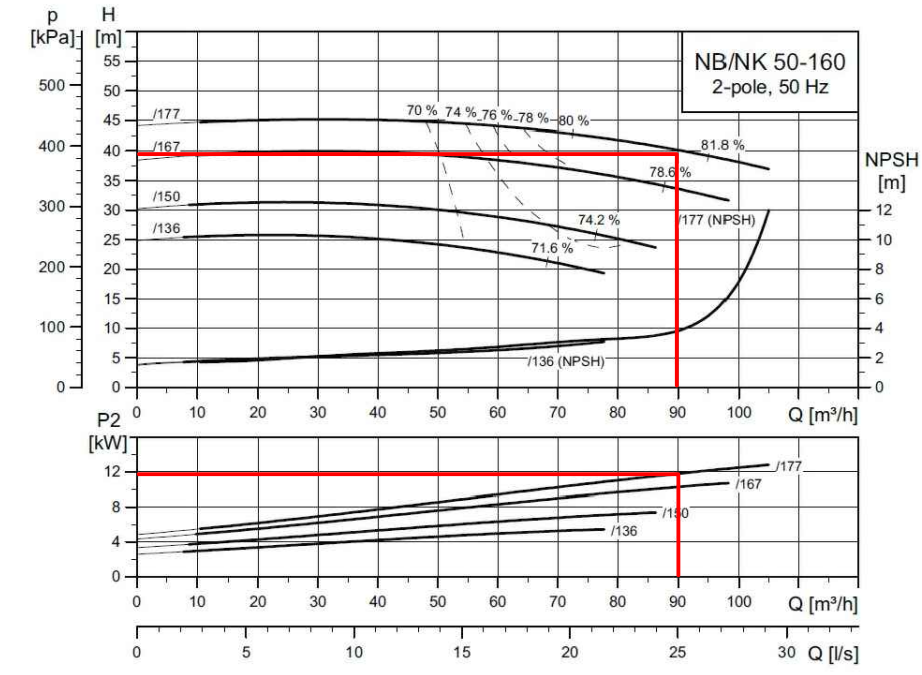
Wilo-CronoNorm-NL 65/200
Частота вращения 2900 об/мин



Характеристика насосу Grundfos NB,NK 50-160



NB, NK 50-160



				201nHT-20240.ДП			
Зм. Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Виконав	Філик Б.П.			Застосування енергозощаджувальних технологій в роботі теплових мереж м.Кременчук			
Перевір.	Гузик Д.В.						
Н. контр.	Гузик Д.В.			Літера Арк. Аркушів			
Затверд.	Голік Ю.С.						
				НУПП ім Ю.Кондратюка			

Економічні показники мережних насосів

Назва насосу	Вартість, грн	Економія, грн	Термін окупності, опалювальних періодів
K 100-65-200	19000	52327,56	0,36
Wilo 65-200	84842	64793,26	1,30
Grundfos 50-160	66297	89724,65	0,73

Загальний вид насосу Grundfos NK



Загальний вид насосу Wilo CgonoNorm NL



					201нНТ-20240.ДП							
Зм. Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Застосування енергозощаджувальних технологій в роботі теплових мереж м.Кременчук					Літера	Арк.	Аркушів	
Виконав	Філик Б.П.										8	9
Перевір.	Гузик Д.В.											
Н. контр.	Гузик Д.В.											
Затверд.	Голік Ю.С.								НУПП ім Ю.Кондратюка			

ВИСНОВКИ

Для підвищення енергетичної ефективності та безпеки експлуатації систем теплопостачання у м.Кременчук котельні №17 необхідно реалізувати захід з модернізації котельні. З метою заміни застарілого насосного обладнання. Реалізація цього проекту дозволить ліквідувати перевитрату електроенергії, збільшити наявний напір у кінцевих споживачів, скоротити експлуатаційні витрати теплопостачальної організації.

- Заміна мережного насосу на котельні, по одному з розглянутих варіантів, дає змогу лквідувати перевитрату до 35%.
- Простий термін окупності може сягати менше 1 опалювального періоду
- Моделі Wilo та Grundfos є більш надійними також слід відмітити що виробники данного обладнання представляють широкий спектр енергозберігаючих заходів та додаткового обладнання що при постійному здороощанні енергоресурсівробить їх вігіднив вкладенням на перспективу.
- Заміна мережних насосів на котельні є одним з найдоступніших шляхів підвищення енергетичної ефективності.

Як бачимо, сучасні системи центрального теплопостачання вимагають комплексного та ындивидуального підходу Саме такий напрям розвитку системи теплопостачання є стійким у середньо та довгостроковій перспективі і саме тому українським містам слід переходити від стратегії «капітальних ремонтів» системи центрального теплопостанчання до стратегії модернізації та розширення.

					201нНТ-20240.ДП						
Зм. Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		Застосування енергозаощаджувальних технологій в роботі теплових мереж м.Кременчук	Літера	Арк.	Аркушів			
Виконав	Філик Б.П.										
Перевір.	Гузик Д.В.						9	9			
						НУПП ім Ю.Кондратюка					
Н. контр.	Гузик Д.В.										
Затверд.	Голік Ю.С.										