МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА КІБЕРФІЗИЧНИХ СИСТЕМ

Кваліфікаційна робота

перший бакалаврський
(рівень вищої освіти)

на тему «Підвищення ефективності системи теплопостачання промислового виробництва»

Виконав: студент V курсу,
групи 6.1449-з
спеціальності 144 «Теплоенергетика»
освітньої програми
Теплоенергетика
(код і назва освітньої програми)
спеціалізації _____
(код і назва спеціалізації)
Е.В.Коршняков
(ініціали та прізвище)
Керівник к.т.н, доц. А.А.Єрофєєва
(посада, вчене звання, науковий ступінь, підпис, ініціали та прізвище)

Рецензент Таратута В.О.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, підпис, ініціали та прізвище)

Запоріжжя
2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра__електричної інженерії та кіберфізичних систем_____
Рівень вищої освіти перший бакалаврський_____
Спеціальність 144 Теплоенергетика_____
(код та назва)
Освітня програма ___144 Теплоенергетика_____
(код та назва)
Спеціалізація _____
(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

д.т.н., доцент В.Л. Коваленко

«_____»_____2024 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Коршнякова Едуарда Валентиновича
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проекту) «Підвищення ефективності системи теплопостачання промислового виробництва»

керівник роботи к.т.н., доцент Єрофєєва Аліна Анатоліївна
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом ЗНУ від «26» грудня 2023 року №2212-с
2 Строк подання студентом роботи 16.05.2024 р.

3 Вихідні дані до роботи: розрахункова температура мережної води в подаючому трубопроводі 90 ^{0}С; розрахункова температура мережної води в подаючому трубопроводі в точці зламу температурного графіку- 70 ^{0}С; розрахункова температура мережної води у зворотньому трубопроводі -70 ^{0}С, номінальна теплопродуктивність одного водогрійного котла – 40 МДж/с, ентальпія деаерованої води -293,3кДж/кг, температура на вході у водогрійні котли - 70 ^{0}С.

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1 Загальна характеристика систем теплопостачання. 2. Розрахунок системи теплопостачання промислового виробництва.

3. Вибір основного і допоміжного обладнання котельні

5 Перелік графічного матеріалу: 1) План на позн. 0,000. 2) Розрізи 1-1, 2-2. 3) Теплова схема котельні. 4) Водогрійний котел I.VAR SuperRAC 580. Модуль-регулятор температури ФРД-80. 5) Загальний вигляд модулю МН-120Е. Насос DAB DCP 65/2650T. 6) Блок безпеки. Компенсатор об'єму закритого типу "Zilmet" об'ємом 800 л. 7)Пристрій водопідготовки з автоматичною регенерацією DHF-60/1F. 8) Висновки.

6 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	к.т.н., доцент Єрофєєва А.А.		
2	к.т.н., доцент Єрофєєва А.А.		
3	к.т.н., доцент Єрофєєва А.А.		

7 Дата видачі завдання 12.02.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Приміка
1	ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ	18 березня 2024	
2	РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА	22 квітня 2022	
3	ВИБІР ОСНОВНОГО І ДОПОМІЖНОГО ОБЛАДНАННЯ КОТЕЛЬНІ	13 травня 2024	

Студент Е.В.Коршняков
(ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проєкту) А.А.Єрофєєва
(ініціали прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер С.В.Башлій
(ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка 63 сторінки, 12 рисунків, 6 таблиць, 25 джерел посилання.

Об’єкт дослідження – система теплопостачання промислового виробництва.

Мета роботи – підвищення ефективності системи теплопостачання промислового виробництва.

Метод дослідження – розрахунково – графічний з використанням стандартних методик.

У першому розділі роботи розглянуті особливості систем теплопостачання та світовий досвід централізованого теплопостачання споживачів.

У другому розділі роботи виконано розрахунок системи теплопостачання промислового об’єкта.

У третьому розділі роботи зроблено вибір основного та допоміжного обладнання котельні для підвищення її енергоефективності та розраховані техніко-економічні показники.

КОТЕЛ, ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ, ТЕПЛОНОСІЙ, ТЕМПЕРАТУРА, ОПАЛЕННЯ, ТРУБОПРОВІД, ТЕПЛОВА МЕРЕЖА, КОТЕЛЬНЯ, ДЖЕРЕЛО ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ, МОДУЛЬ НАГРІВУ.

ЗМІСТ

ВСТУП……6
1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ……8
1.1 Особливості систем теплопостачання ……8
1.2 Аналіз проблем роботи систем теплопостачання ……...14
1.3 Вивчення світового досвіду централізованого теплопостачання споживачів ……16
1.4 Обґрунтування необхідності модернізації наявних систем теплопостачання……21
1.5 Вимоги до мікроклімату……22
1.6 Загальна інформація про котельню промислового об’єкта ……...23
2 РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА…….....28
2.1 Розрахунок теплової схеми котельні для максимального зимового режиму……28
3 ВИБІР ОСНОВНОГО І ДОПОМІЖНОГО ОБЛАДНАННЯ КОТЕЛЬНІ..43
ВИСНОВКИ……...59
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ……61

ВСТУП

В ринкових умовах господарювання перспективи розвитку централізованого теплопостачання визначатимуться попитом на теплову енергію, яку споживачі купують від централізованих джерел. Ключовою проблемою подальшого розвитку систем централізованого теплопостачання в країні є попит на теплову енергію, яку вони постачають. Перспективи розвитку систем централізованого теплопостачання визначатимуться їхньою техніко-економічною конкурентоспроможністю з децентралізованими та індивідуальними теплоджерелами. Є великі технічні можливості зниження витрат палива та енергії у вітчизняних системах централізованого теплопостачання; першочерговим завданням є великомасштабна реалізація їх на практиці. Необхідно удосконалити саму систему теплопостачання.

Внаслідок тривалого використання систем централізованого опалення теплові мережі перестали відповідати нормам. Необхідність прокладання довгих, багатокілометрових трубопроводів для теплоносія, потребує великих капітальних затрат на труби, запірну арматуру, теплоізоляцію, будівельно-монтажні роботи, а також значних експлуатаційних витрат, які викликані гідравлічними втратами, лінійними втратами тепла і великими витратами на ремонт тепломереж.

Питання розробки енергозберігаючих технологій і устаткування завжди займали значне місце в теоретичних і прикладних дослідженнях наших учених і інженерів, але на практиці в енергетику передові технічні рішення впроваджувалися не досить активно.

Більшість індустріально розвинених країн ішло другим шляхом: удосконалювали теплогенеруючого встаткування підвищуючи рівень його безпеки й автоматизації, КПД газопальникових пристроїв, санітарно гігієнічні, екологічні й естетичні показники; створили всеосяжну систему обліку енергоресурсів всіма споживачами; приводили нормативно-технічну

базу у відповідність із вимогами доцільності й зручності споживача; оптимізували рівень централізації теплопостачання; перейшли до широкого впровадження альтернативних джерел теплової енергії. Результатом такої роботи стало реальне енергозбереження у всіх сферах економіки.

Наша країна перебуває на початку складного шляху перетворення, що зажадає приведення в життя багатьох непопулярних рішень. Поступове збільшення частки децентралізованого теплопостачання, максимальне наближення джерела тепла до споживача, облік споживачем всіх видів енергоресурсів дозволять не тільки створити споживачеві більш комфортні умови, але й забезпечити реальну економію газового палива.

Традиційна для нашої країни система централізованого постачання теплом через ТЕЦ і магістральні теплопроводи, відома й володіє рядом переваг. Але в умовах переходу до нових господарських механізмів, відомій економічній нестабільності , багато що з достоїнств системи централізованого теплопостачання обертаються недоліками. Головним з яких є довжина теплотрас.

Актуальне питання часу - розумна децентралізація теплопостачання. Децентралізація теплопостачання - найбільш радикальний, ефективний і дешевий спосіб усунення багатьох недоліків. Обґрунтоване застосування автономного теплопостачання у сполученні з енергозберігаючими заходами при будівництві й реконструкції котельних дасть більшу економію енергоресурсів. У сформованих складних умовах єдиним виходом є створення й розвиток системи децентралізованого теплопостачання за рахунок застосування автономних теплоджерел.

Вимоги сьогодення вимагають використовувати автономне опалення, системи регулювання, для економії теплової енергії та газу. В них зведені до мінімуму витрати тепла, гідравлічні втрати, а також питомі капітальні і експлуатаційні витрати.

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

1.1 Особливості систем теплопостачання

Системою теплопостачання називається сукупність джерел теплоти, пристроїв для її транспортування і безпосередніх споживачів теплоти.

Основне призначення систем теплопостачання - забезпечення споживачів необхідною кількістю теплоти необхідних параметрів.

Існують різні системи теплопостачання: централізовані та децентралізовані. Централізована система теплопостачання включає в себе джерело і споживачів. Вони можуть розташовуватися один від одного на значній відстані, передача теплоти здійснюється тепловими мережами. Децентралізована система теплопостачання - включає в себе джерело теплоти і теплоприймачі споживачів, які поєднані в одному агрегаті або розташовані так близько один від одного, що не потрібно спеціальних пристроїв для транспорту теплоти.

Централізоване теплопостачання ділиться на:

- групове - теплопостачання групи будівель від одного джерела теплоти;
- районне - теплопостачання району міста від одного джерела теплоти;
- міське - теплопостачання кількох районів міста або міста в цілому від одного джерела теплоти;
- міжміське - теплопостачання кількох міст від одного джерела теплоти.

Централізоване теплопостачання являє собою сукупність таких операцій: підготовка теплоносія, транспорт теплоносія; використання теплоносія.

Підготовка теплоносія проводиться в теплопідготовчих установках на теплоелектроцентралях, а також у міських, районних, квартальних або промислових котелень. Транспортується теплоносій тепловими мережами і використовується в теплоприймачах споживачів.

Децентралізоване теплопостачання поділяється на індивідуальне та місцеве. Індивідуальне - приміщення має окреме власне джерело теплоти. Місцеве - опалення всіх приміщень будівлі здійснюється від відокремленого, загального джерела теплоти.

Системи теплопостачання класифікують:

- за видом транспортованого теплоносія - парові, водяні, газові, повітряні;

- за кількістю паралельно прокладених трубопроводів - одно-, дво- і багатотрубні;

- за способом приєднання систем гарячого водопостачання до теплових мереж - закриті та відкриті;

- за видом споживача теплоти - комунально-побутові і технологічні.

Теплоносій характеризується санітарно-гігієнічними, техніко-економічними та експлуатаційними показниками.

Гази: утворюються під час згоряння палива, мають високу температуру, проте транспортування газів ускладнює систему опалення і призводить до значних теплових втрат.

Із санітарно-гігієнічного погляду під час використання газів важко забезпечити допустимі температури нагрівальних елементів. Однак, при змішуванні в певній пропорції з холодним повітрям, гази у вигляді газо-повітряної суміші можуть бути використані в різних технологічних установках.

Повітря: використовується в системах повітряного опалення, дає змогу досить просто підтримувати постійну температуру в приміщенні. Внаслідок малої теплоємності маса повітря, що нагріває приміщення, має

бути значною, що призводить до суттєвого збільшення габаритів каналів для його переміщення, зростанню гідравлічних опорів і витратам електроенергії на транспортування. Тому повітряне опалення на промислових підприємствах здійснюється або суміщеним із системами вентиляції, або шляхом встановлення в цехах спеціальних опалювальних установок. Пара: при конденсації в нагрівальних пристроях віддає значну кількість теплоти за рахунок високої питомої теплоти перетворення. Тому маса пари при даному тепловому навантаженні зменшується порівняно з іншими теплоносіями. Під час використання пари температура зовнішньої поверхні нагрівальних пристроїв буде вищою за 100°С, що призводить до сублімації пилу, що осів на цих поверхнях, до виділення в приміщеннях шкідливих речовин і появи неприємних запахів. Крім того, парові системи є джерелами шумів; діаметри паропроводів досить значні внаслідок великого питомого об'єму пари.

Вода: має високу теплоємність і щільність, що дає змогу передавати великі кількості теплоти на значні відстані за невисоких теплових втрат, малих діаметрів трубопроводів і невисоких температур поверхні нагрівальних пристроїв. Переміщення води вимагає великих витрат енергії. Використовується як теплоносій для сезонного навантаження опалення та гарячого водопостачання.

Водяні системи теплопостачання поділяють на закриті та відкриті. У закритих системах вода циркулює в замкнутому контурі "джерело теплопостачання - теплова мережа - споживач теплоти - джерело теплопостачання". Вода в таких системах використовується тільки як теплоносій, з мережі не відбирається ні на побутові, ні на технологічні потреби. У відкритих циркулююча вода частково розбирається споживачами для гарячого водопостачання.

Перед потраплянням теплоносія безпосередньо до споживача відбувається його підведення до теплових пунктів, які своєю чергою мають підрозділи на: ІТП - індивідуальні теплові пункти і ЦТП - центральні

теплові пункти, які споруджують для двох або більше будівель.

На ЦТП здійснюється приєднання теплоспоживаючих установок групи житлових і громадських будівель до теплової мережі. У ЦТП встановлюються:

- блоки підігрівачів ГВП;
- групові змішувальні установки мережевої води;
- підкачувальні насоси холодної водопровідної води, а за потреби і мережевої;
- регулятори та контрольно-вимірювальні прилади.

У разі використання ЦТП зменшуються витрати на спорудження підігрівальної установки ГВП, насосних установок і систем автоматичного регулювання, але зростають витрати на спорудження ділянки теплової мережі між ЦТП та окремими будинками, бо замість двотрубної мережі потрібно споруджувати чотиритрубну або тритрубну за тупикової схеми ГВП.

Закриті системи теплопостачання - це системи, в яких вода, що циркулює в трубопроводі, використовується тільки як теплоносій, і не забирається з тепломережі для потреб забезпечення гарячого водопостачання. За такої схеми система повністю закрита від навколишнього середовища. У такій системі витоку теплоносія можливі, але вони незначні, всі втрати води автоматично заповнюються за допомогою регулятора підживлення.

Подача тепла в закритій системі теплопостачання регулюється централізованим способом, при цьому кількість теплоносія, тобто води, залишається в системі незмінною. Витрата тепла в системі залежить від температури циркулюючого теплоносія.

У закритих системах теплопостачання використовуються можливості теплових пунктів. На них від постачальника теплової енергії, ТЕЦ, надходить теплоносій, а його температуру регулюють до необхідної величини для потреб опалення та гарячого водопостачання центральні

теплові пункти, які й розподіляють її по споживачах.

Перевагою закритої системи теплопостачання є гідравлічна ізольованість водопровідної води від мережевої води, що циркулює в тепловій мережі [3].

Основними недоліками закритих систем є:

1. Складність обладнання та експлуатації систем ГВП внаслідок встановлення підігрівачів.

2. Накипоутворення в підігрівачах и трубопроводах ГВП у разі використання водопровідної води, що має високий рівень жорсткості.

3. Корозія установок підготовки гарячої води в ІТП і ЦТП внаслідок використання в них недеаерованої водопровідної води.

Основними типами відкритих систем є двопровідні системи теплопостачання.

Відкрита система теплопостачання за способом приєднання до тепломереж може бути залежною, тобто з'єднуватися через елеватори і насоси, або приєднуватися за незалежною схемою - через теплообмінники.

Залежні системи теплопостачання, це такі системи, в яких теплоносій трубопроводом потрапляє відразу в систему опалення споживача. Така схема приєднання конструктивно проста. Вона нескладна в обслуговуванні і не потребує жодного додаткового обладнання, наприклад, циркуляційних насосів, автоматичних приладів регулювання і контролю, теплообмінників тощо. У цій схемі відсутня можливість регулювання подачі теплової енергії на початку і наприкінці опалювального сезону, коли з'являється її надлишок. Це впливає на комфорт споживача, призводить до втрат і надмірної витрати теплової енергії на кожну будівлю. При впровадженні методик переходу від залежної системи теплопостачання до незалежної економія тепла зростає майже на 30%.

Незалежними системами теплопостачання називають системи, в яких опалювальне обладнання споживачів ізольоване гідравлічно від виробника

тепла, а для теплопостачання споживачів використовують додаткові теплообмінники центральних теплових пунктів.

Незалежна система теплопостачання має кілька переваг:

- можливість регулювання кількості тепла, доставленого до споживача за допомогою регулювання вторинного теплоносія;

- вища надійність;

- енергоощадний ефект, за такої системи економія тепла становить близько 30%;

- поліпшення експлуатаційних і технічних якостей теплоносія, що істотно підвищує захист теплових установок від забруднень.

Тому, незалежні системи теплопостачання стали активно застосовуватися у великих містах, де теплові мережі мають велику протяжність і розкид теплових навантажень. Нині успішно впроваджуються технології реконструкції залежних систем теплопостачання в незалежні.

Опалювальні установки приєднуються до теплової мережі за тими ж схемами, що і в закритих системах теплопостачання.

Більша частина води з теплової мережі витрачається на споживачів ГВП, внаслідок чого витрати води, підігрітої приблизно до 70ºС, на підживлення мережі збільшується.

Недоліками відкритих систем є:

- ускладнення и подорожчання підготовки води в джерелі теплопостачання;
- нестабільність води ГВП за запаху, кольоровості и санітарними якостями;
- ускладнення експлуатації через нестабільний гідравлічний режим теплової мережі внаслідок змінної витрати води зворотної лінії;
- складність контролювання непродуктивних витоків води;
- збільшення обсягу санітарного контролю води в системі

теплопостачання [4].

1.2 Аналіз проблем роботи систем теплопостачання

Як ми знаємо, на сьогодні в системах теплопостачання дуже багато проблем. Почнемо з того, що багато систем теплопостачання застаріли. Старе зношене обладнання, яке зі свого боку тягне за собою великі втрати. У централізованих теплових мережах спостерігаються втрати тепла в трубопроводах за рахунок великої протяжності теплових мереж. Так само неякісне технічне обслуговування і несвоєчасний ремонт теж створюють проблеми в системі теплопостачання.

Низька якість теплової ізоляції трубопроводів, пошкодження теплопроводів, неможливість постійного візуального контролю стану теплової мережі в процесі експлуатації всі ці проблеми з року в рік стають дедалі актуальнішими проблемами. Розвиток системи ЦТ призвів до великого збільшення протяжності трубопроводів в теплових мережах, що відповідно здорожувало їх будівництво та експлуатацію, а так само зростання теплових втрат.

У теперішній час витрати на транспорт тепла становлять понад 40 % у його собівартості [3]. Зростання протяжності трубопроводів, які потребують заміни, стрімко випереджає зростання загальної довжини парових і теплових мереж.

У багатьох регіонах проблема зносу теплових мереж на сьогодні є великою проблемою. Теплопостачальні організації самостійно не в змозі здійснити потрібне технічне переозброєння, тому що обмежені регульованими тарифами на тепло, які орієнтовані на низьку платоспроможність більшості споживачів.

Як відомо, темпи зростання цін на енергоносії, теплоізоляційні

матеріали та обладнання не відповідають темпам підвищення тарифів. Об'єкти систем централізованого теплопостачання розділені між власниками різних форм власності в результаті ринкових перетворень. Через технологічні особливості організація ЦТ передбачає і централізовану систему управління.

Однією з серйозних проблем під час транспортування тепла від джерел централізованого теплопостачання є низька надійність роботи теплових мереж. Питома пошкоджуваність трубопроводів водяних теплових мереж до 20 - 25 років експлуатації становить: для трубопроводів із діаметром (понад 500 мм) - 0,5 до 1 пошкодження на рік на 1 км траси двотрубної мережі. Для трубопроводів діаметра (200 - 400 мм) – 1 - 2 пошкодження і для трубопроводів малого діаметра (150 мм і менше) – 3 - 5 пошкоджень на рік на 1 км траси [7].

Експлуатація теплових мереж на сьогодні супроводжується тепловими втратами від зовнішнього охолодження в розмірі 12 - 20 % теплової потужності (нормоване значення 5 %).

З витоками теплоносія від 5 до 20 % витрати в мережі (при цьому норма втрат з витоками до 0,25 % від об'єму теплоносія в системі теплопостачання, з урахуванням об'єму місцевих систем, або 2 % від витрати мережевої води). На перекачування теплоносія експлуатаційні витрати електроенергії становлять 6 - 10 %. Витрати на хімводопідготовку 15 - 25 % у вартості теплової енергії, що відпускається.

Перевищення нормативних втрат безпосередньо пов'язане з високим ступенем зносу обладнання ЦТ і особливо теплових мереж, до 70 % і більше [18].

Вище сказане визначає завдання науково-технічного прогресу, а так само вдосконалення управління в галузі теплопостачання.

1.3 Вивчення світового досвіду централізованого теплопостачання споживачів

Вивчаючи досвід розвинених країн Європи, потрібно зазначити, що специфіка теплопостачання в них неоднорідна. В Іспанії, Франції, Італії, пріоритетним є поквартирне теплопостачання з настінними газовими котлами. В Англії, Бельгії, Німеччині, Австрії дуже добре розвинена поквартирна система теплопостачання і в активному темпі розвиваються індивідуальні будинкові котельні.

У країнах Східної Європи широко використовується централізоване теплопостачання. Скандинавські країни, особливо Данія, індивідуальному опаленню віддають перевагу централізованим джерелам середньої потужності. Данія має близько 670 централізованих і децентралізованих ТЕЦ. На сьогодні 63 % опалення в приватних будинках Данії забезпечується центральним теплопостачанням - не тільки для опалення, а й для постачання гарячої води.

Відносно великі центральні райони Данії, як правило, складаються з декількох розподільчих мереж, з'єднаних між собою за допомогою мережі передачі. Тепло виробляється на основі безлічі різних мереж, зокрема й великих екстракційних установок (на основі вугілля, біомаси або природного газу), муніципальних заводів з переробки відходів, надлишку тепла від промисловості, а також пікових бойлерів. Прикладом великого центрального теплопостачання є система центрального теплопостачання Великого Копенгагена [24].

Централізоване теплопостачання застосовують у багатьох країнах, у таких як Австрія, Данія, Ісландія, Китай, Монголія, Польща, Румунія, США, Фінляндія, Швеція, Чехія, Болгарія, Югославія, Угорщина, Німеччина, і багато інших. Є країни, це насамперед Румунія, де централізоване теплопостачання поступово припиняє існувати. З іншого боку, в Європі ухвалено директиву про збільшення частки когенерації

(зараз вона в середньому по Європі - 10 %).

Кожна країна розробляє свої методи заохочення когенерації. У Німеччині, наприклад, є закон, який за рахунок інших споживачів дає преференції електроенергії, що купується від ТЕЦ. І всі відверто кажуть, що якби таких преференцій не було за тарифами, то централізоване теплопостачання в Німеччині існувало б недовго - у чистому вигляді воно не конкурентоздатне, і підтримують його розвиток (у вигляді когенерації) тільки через врахування проблем екології.

У Китаї дуже добре розвивається централізоване теплопостачання. Хоча обмежень немає, можна будувати локальні джерела (і споживачі будують), але при цьому на рік вводять 50 - 70 км тільки магістральних мереж. Китай нині посідає друге місце за величиною встановленої потужності центрального теплопостачання. Частка ринку центрального теплопостачання коливається на рівні 30 % від потенційної області центрального теплопостачання, оскільки центральне теплопостачання призначене для централізованого опалення районів тільки Північного Китаю [24,25].

Усе-таки триває розвиток централізованого теплопостачання в Казахстані. У них вважаються енергоощадними проєкти з переведення котлів із газу на вугілля, оскільки газ дуже дорогий. У 1995-1996 роках усі ТЕЦ і мережі були продані фірмам різних країн: ізраїльським, американським, бельгійським.

Поступово частка іноземних власників скорочується, але там, де вони залишилися, наприклад в Альметьєвську, основні проблеми вирішено. У Теміртау індійська фірма володіє і комбінатом, і ТЕЦ, відповідно вона командує і теплопостачанням, і електропостачанням міста - за російськими критеріями вони роблять це чудово. У Вільнюсі, наприклад, чисельність персоналу теплопостачальної організації - 900 чоловік., з них приблизно 120 чоловік. займаються тільки споживачами (безпосередньо жителями - ходять по квартирах, розпитують, перевіряють прилади обліку). Їхнє

завдання - знімати скарги, створювати імідж організації тощо [3].

У Берліні підключають безплатно за умови довготривалого договору на 10 років, якщо споживач відключається раніше, він зобов'язаний компенсувати понесені витрати.

Аналогічна ситуація в Ризі, де споживач може вибирати: або власним коштом підключатися, здійснюючи все необхідне будівництво, або теж укладає договір на 10 років. Але при цьому, якщо він відключається раніше терміну, то у відповідній частці оплачує витрати, яких зазнав на його підключення, і 1/3 вартості енергії, яку він спожив би за термін, що залишився. Щоб забезпечити збільшення обсягу реалізації теплової енергії, підприємство в м. Рига залучає нових клієнтів для під'єднання об'єктів, що будуються, до системи централізованого теплопостачання.

АТ "Рігас Сілтумс" висилає потенційним клієнтам інформаційні листи про переваги централізованого теплопостачання, проводить техніко-економічні розрахунки. При цьому розглядається можлива співпраця, зокрема і зі споживачами, у яких об'єкт будівництва перебуває у стадії планування. Як перспективні оцінено 383 об'єкти з приблизним загальним тепловим навантаженням 1178 МВт. У балансі теплового навантаження в фактична встановлена потужність становить 2125,29, підключене навантаження - 178 МВт, зокрема за технічними умовами - 739, за перспективними договорами - 267 та укладеними договорами й угодами (наразі використання теплової енергії не розпочато) - 172 МВт. Підключення відбувається згідно з розробленою методикою "Про довгострокові інвестиції та договори про порядок підключення до теплопостачання". Пропонуючи клієнту під‘єднатися до централізованої системи теплопостачання нового об'єкта, фахівці АТ "Рігас Сілтумс" проводять згідно з розробленою методикою техніко-економічні розрахунки з будівництва теплових мереж. Якщо розрахунки показують, що проєкт вигідний, то потенційним клієнтам пропонується укласти довгостроковий договір з постачання тепла на 10 років з урахуванням того, що АТ "Рігас

Сілтумс" побудує теплові мережі за власні кошти або частково за рахунок коштів клієнта. Рішення про укладення довгострокового договору та під'єднання клієнта до теплових мереж АТ "Рігас Сілтумс" ухвалюється на Правлінні підприємства [17].

У Варшаві здійснювалася практика пайової участі, тобто половину оплачує споживач, половину - теплопостачальна організація. У Казахстані ухвалено закон про те, що споживач оплачує своє приєднання, а енергопостачальна організація повинна протягом 10 років компенсувати йому ці витрати через зниження тарифу.

За практикою, що склалася, ніде не буває такого, щоб тільки споживач ніс витрати (це рідкісні випадки), вони в основному стосуються тих випадків, коли підключати невигідно - тут не знаходять компромісу. Величина тарифів (тарифи, як правило, багатоставочні) різна.

При цьому треба враховувати у них вартість палива, тобто якщо ми віднімемо витрати на паливо, залишимо тільки транспортну складову, то ця частина дорівнює наявним тарифам на передачу енергії, але за зовсім іншої якості теплопостачання споживачів. Цих грошей при зниженні витрат виявляється достатньо для того, щоб розвиватися, будуватися і вдосконалювати систему. В основному застосовується тарифне меню, тобто складні тарифи.

У Вільнюсі використовують одноставковий тариф. Також одноставковий тариф застосовують у Китаї, але він подібний до плати за потужність, у даному випадку вимір здійснюється у квадратних метрах - 28 юанів за 1 $м^2$ на рік, і плата ділиться пропорційно між муніципальними підприємствами з розвідними мережами та тепловими пунктами, теплопостачальною організацією Пекіна, яка володіє магістральними мережами і ТЕЦ, які також отримують плату за квадратні метри. Вони розуміють недосконаліть цього тарифу, хоча в теплому кліматі обсяги теплоспоживання за роками можуть різнитися втричі, і такий тариф є виходом [3].

Існують різні варіанти: від громадського володіння джерелами і мережами, як у Данії, до спільного володіння з муніципалітетами. Наприклад, у Гельсінкі дві компанії є акціонерними товариствами з переважною частиною акцій у муніципалітету. І до них приєднано великий район, де все належить приватним власникам із Німеччини.

У Парижі застосовуються концесійні схеми, а договір концесії на експлуатацію теплових мереж у Парижі за обсягом становить близько 1 700 сторінок. Жодна схема володіння не має принципових переваг. Наприклад, у Ризі потрійне володіння: 49 % акцій перебуває у держави, 49 % - у муніципалітету, а 2 % - свого часу віддали банку, щоб він слугував арбітром, наразі ці 2 % викупила іноземна компанія.

Щоб забезпечити збільшення обсягу реалізації теплової енергії, підприємство в м. Рига залучає нових клієнтів для під'єднання об'єктів, що будуються, до системи централізованого теплопостачання. АТ "Рігас Сілтумс" висилає потенційним клієнтам інформаційні листи про переваги централізованого теплопостачання, проводить техніко-економічні розрахунки. При цьому розглядається можлива співпраця, зокрема і зі споживачами, у яких об'єкт будівництва перебуває на стадії планування. Підключення відбувається згідно з розробленою методикою "Про довгострокові інвестиції та договори про порядок підключення до теплопостачання".

Пропонуючи клієнту підключитися до централізованої системи теплопостачання нового об'єкта, фахівці АТ " Рігас Сілтумс" виробляють згідно з розробленою методикою техніко-економічні розрахунки з будівництва теплових мереж.

1.4 Обґрунтування необхідності модернізації наявних систем теплопостачання

У зв'язку з вищевказаними проблемами ми повинні переходити на новий рівень постачанням тепла споживачам. Щоб поліпшити якість продукту, що подається.

Головне завдання це - поліпшення ефективності роботи системи загалом, зниження експлуатаційних витрат і витрат на енергоносії, підвищення продуктивності та надійності, зниження ризиків виникнення аварійних ситуацій тощо.

Очевидно, що в ринкових умовах господарювання перспективи розвитку централізованого теплопостачання визначатимуться попитом на теплову енергію, яку споживачі купують від централізованих джерел. Ключовою проблемою подальшого розвитку систем централізованого теплопостачання в країні є попит на теплову енергію, яку вони постачають. Перспективи розвитку систем централізованого теплопостачання визначатимуться їхньою техніко-економічною конкурентоспроможністю з децентралізованими та індивідуальними теплоджерелами. Є великі технічні можливості зниження витрат палива та енергії у вітчизняних системах централізованого теплопостачання; першочерговим завданням є великомасштабна реалізація їх на практиці. Необхідно удосконалити саму систему теплопостачання.

Найефективнішим рішенням сьогодні є перехід систем централізованого теплопостачання на системи незалежного приєднання опалення та гарячого водопостачання (ГВП) закритого типу, експлуатація яких не пов'язана з режимом роботи джерела тепла та гідравлічним режимом теплових мереж.

Основний ефект, як згадувалося вище, це збільшення терміну служби

системи централізованого теплопостачання та супутнього обладнання. Крім цього поліпшується якість води в системі гарячого водопостачання [4]. Досвід експлуатації таких систем показав рівномірність розподілу теплоносія по системі, і можливість забезпечити незалежність роботи режимів споживання від режиму теплової мережі, забезпечити економію теплової енергії.

На підставі вищевикладеного, можна зробити висновок, що перехід на незалежне підключення джерел і споживачів є на сьогодні актуальним.

Для покриття необхідних теплових навантажень і підтримки заданої температури всередині приміщень адміністративно-побутових будівель і теплиць, а також забезпечення раціонального використання енергетичних і грошових ресурсів передбачається реконструкція існуючої системи теплопостачання. А саме, заміна морально застарілого і фізично зношеного котла НІІСТУ-5 на енергоефективний газовий водогрійний котел I.VAR SuperRAC 580 (Італія) тепловою потужністю 580 кВт.

1.5 Вимоги до мікроклімату

У приміщенні котельні немає вибухо- і пожежонебезпечних зон. Категорія надійності по теплопостачанню – II, електропостачанню - II. У таблиці 1.1 представлені умови будівництва.

Архітектурно-планувальні рішення:

У місцях монтажу існуючої будівлі котельні Запорізького міського дитячого ботанічного саду ґрунти майданчика будівництва − суглинки, 2й тип просідання. Ґрунтові води розкриті на глибині 4 - 6 м. Підставою для фундаменту служать ґрунти природного складання з умовним розрахунковим опором R = 1,0 кгс/см^2.

Таблиця 1.1 − Умови будівництва

Кліматичний район	III В
Розрахункова негативна температура	-21 °С
Швидкісний напір вітру	46 кг/м^2
Прийнята нормативна снігове навантаження	111 кг/м^2
Розрахункова глибина промерзання	0,9 м
Розрахункова сейсмічність по СНиП II-7-81	до 6 балів
Ступінь вогнестійкості за ДБН В.1.1-7-2002	II
Категорія виробництва	«Г»

1.6 Загальна інформація про котельню підприємства

Приміщення котельні 01 – окремо стояче, одноповерхове, існуюче, розмірами в плані 18,0 х 6,0 м, висота до низу плит перекриття – 4,5 м.

Стіни з білої силікатної цегли на цементно-піщаному розчині. Покриття зі збірних залізобетонних плит, за якими виконана м'яка покрівля. Покрівля плоска, водовідведення зовнішнє не організоване.

Підлога бетонна, гідроізольована, з ухилом в бік існуючого трапу.

Внутрішнє оздоблення: стіни - штукатурка, фарбування вапняним розчином на всю висоту; стеля - вапняна побілка. Виходів з котельні передбачено два.

Двері протипожежні металеві відкриваються назовні. Існуючі вікна металопластикові з фрамугами, обладнані сітками для захисту від розкиду скла при аваріях. Існуюча труба для відводу димових газів D = 600 мм, висотою 20 м, теплоізольована.

Котельня призначена для автономного теплопостачання систем опалення промислового виробництва. Резервні котли НИИСТУ-5 відпрацювали свій розрахунковий термін, мають повний моральний і фізичний знос і низький ККД - менше 60 %.

План котельні на відмітці 0.000 представлено на рисунку 1.1.

Компонування обладнання котельні представлено на рисунку 1.2.

План трубопроводів котельні представлено на рисунку 1.3.

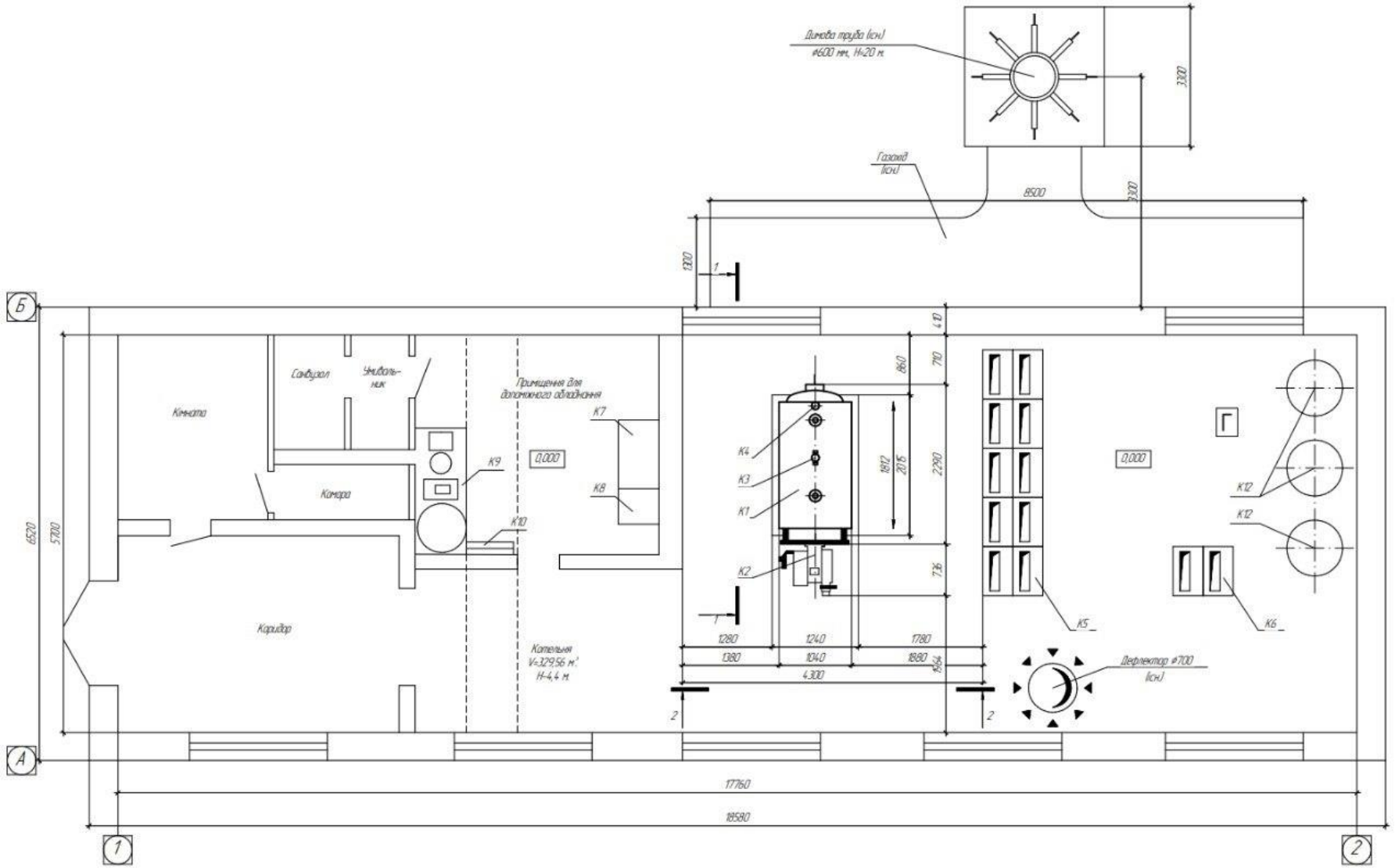


Рисунок 1.1 План котельні на позначці 0.000

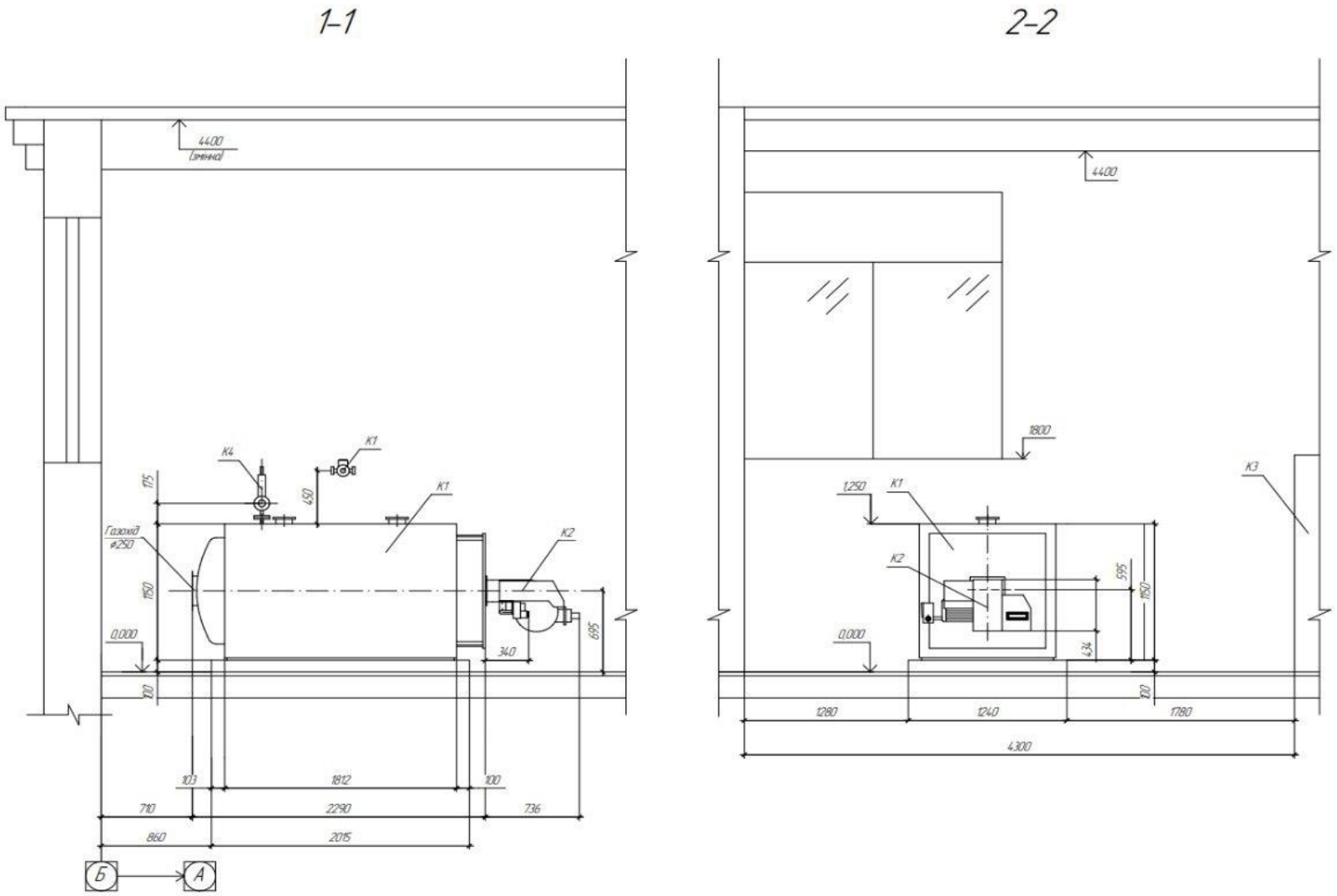


Рисунок 1.2 Компоновка обладнання котельні

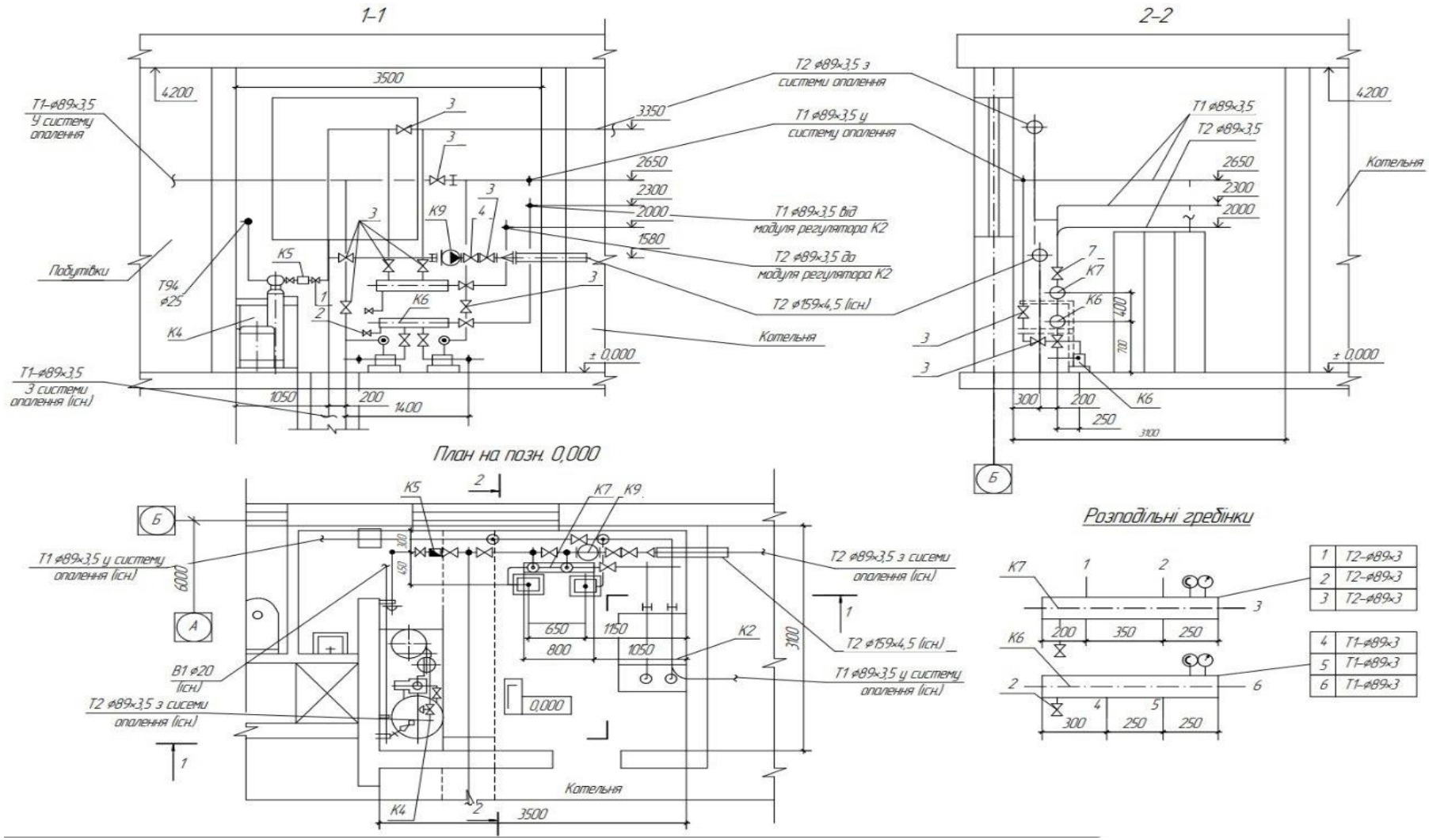


Рисунок 1.3 План трубопроводів котельні

2 РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА

2.1 Розрахунок теплової схеми котельні для максимального зимового режиму

Розрахунок теплової схеми котельні розробляється з метою визначення витрати води для окремих вузлів при певних режимах роботи котельні й складання загального матеріального балансу води. Розрахунком також визначається температура різних потоків води (мережевої, підживлюючої, пом'якшеної, сирої).

Результати розрахунку є вихідними даними для вибору устаткування окремих вузлів теплової схеми й основних трубопроводів котельні.

Розрахунок теплової схеми ведеться для наступних режимів:

- максимального зимового при розрахунковій температурі зовнішнього повітря для проектування опалення;
- зимового режиму при температурі зовнішнього повітря в точці зламу опалювального графіка мережної води;
- зимового режиму при температурі зовнішнього повітря -10;-5; 0 ^{0}C;
- літнього режиму.

Початкові дані розрахунку теплової схеми водогрійної котельні для закритої системи теплопостачання наведено у таблиці 2.1, результати розрахунку теплової схеми [9,10] наведені у таблиці 2.2.

Коефіцієнт зниження витрат теплоти на опалення і вентиляцію в залежності від температури зовнішнього повітря

$$K_{\text{ов}} = \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{н.зл}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{нр}}} = \frac{20 - (-21)}{20 - (-21)} = 1 \ , \qquad (2.1)$$

де $t_{\text{вн}}$ – розрахункова температура в приміщенні, ^{0}С;

$t_{\text{нр}}$ – розрахункова температура повітря в м. Запоріжжя, ^{0}С;

$t_{\text{н.изл}}$ – розрахункова температура повітря на лінії зламу, ^{0}С.

Розрахунковий відпуск тепла на опалення і вентиляцію, $\frac{\text{МДж}}{\text{с}}$

$$Q\text{ов} = (Q^{\text{ж}}_{\text{ов.макс}} + Q^{n}_{\text{ов.макс}}) = (33{,}6 + 12{,}3) = 45{,}9. \quad (2.2)$$

Значення коефіцієнта $К_{ов}$ в ступені 0,8

$$К_{ов}{}^{0{,}8}=1^{0{,}8}=1.$$

Температура прямої мережевої води на виході з котельні, ^{0}С

$$t_1 = 20 + 64{,}5 \cdot К^{0{,}8}_{\text{ов}} + 57{,}5 \cdot K_{\text{ов}} = 20 + 64{,}5 \cdot 1 + 57{,}5 \cdot 1 = 150. \quad (2.3)$$

Температура зворотної мережної води на вході в котельню, ^{0}С

$$\text{t}_2 = \text{t}_1 - 80 \cdot К_{\text{ов}} = 150 - 80 \cdot 1 = 70. \quad (2.4)$$

Сумарний відпуск тепла на опалення, вентиляцію і гаряче водопостачання, $\frac{\text{МДж}}{\text{с}}$

$$Q_{\text{гв.ов}} = Q_{\text{ов}} + \left(Q^{\text{ср.ж}}_{\text{г.в.}} + Q^{\text{ср.}n}_{\text{г.в}}\right) = 45{,}9 + (29{,}5 + 1{,}16) = 76{,}56. \quad (2.5)$$

Розрахункова витрата мережної води, $\frac{\text{кг}}{\text{с}}$

$$G_{\text{гв.ов}} = \frac{Q_{\text{гв.ов}} \cdot 10^3}{(t_1 - t_2)} = \frac{76{,}56 \cdot 10^3}{(150-70)} = 228{,}4. \quad (2.6)$$

Розрахунок підживлювальної води на заповнення втрат в тепломережі, $\frac{\text{кг}}{\text{с}}$

$$G_{\text{ут}} = \frac{0{,}5}{100} \cdot \left[\left(Q^{\text{ж}}_{\text{ов.макс}} + Q^{\text{ср.ж}}_{\text{гв}}\right) \cdot q^{\text{ж}}_{\text{сист}} + \left(Q^{n}_{\text{ов.макс}} + Q^{\text{ср.}n}_{\text{гв}}\right) \cdot q^{n}_{\text{сист}}\right] \cdot \frac{K_{\text{ут}}}{3600}$$

$$= \frac{0{,}5}{100} \times$$

$$\times \left[(33{,}6 + 29{,}5) \cdot 43{,}1 + (33{,}6 + 29{,}5) \cdot 0\right] \cdot \frac{1}{3600} = 15{,}6. \qquad (2.7)$$

Кількість зворотної мережної води, $\frac{\text{кг}}{\text{с}}$

$$G_{\text{сет.обр}} = G_{\text{гв.ов}} - G_{\text{ут}} = 228{,}4 - 15{,}6 = 212{,}7. \qquad (2.8)$$

Температура гріючої води, що поступає до деаератора, ^{0}C

$$t_{\text{д}} = t_{\text{вк1}} = 90. \qquad (2.9)$$

Кількість гріючої води, що поступає в деаератор, $\frac{\text{кг}}{\text{с}}$

$$G'_{\text{д}} = \frac{1{,}002 \cdot G_{\text{ут}} \cdot (\text{T}_5 - \text{T}_4)}{(t_{\text{вк1}} - \text{T}_5) \cdot 0{,}98} = \frac{1{,}002 \cdot 15{,}6 \cdot (70 - 60)}{(90 - 70) \cdot 0{,}98} = 7{,}9. \qquad (2.10)$$

Продуктивність деаератора, $\frac{\text{кг}}{\text{с}}$

$$G_{\text{д}} = G_{\text{ут}} + G'_{\text{д}} = 15{,}6 + 7{,}9 = 23{,}6. \qquad (2.11)$$

Випар з деаератора, $\frac{\text{кг}}{\text{с}}$

$$D_{\text{вип}} = 0{,}002 \cdot G_{\text{д}} = 0{,}002 \cdot 23{,}6 = 0{,}04. \qquad (2.12)$$

Кількість пом’якшеної води, що поступає в деаератор, $\frac{\text{кг}}{\text{с}}$

$$G_y = G_{\text{ут}} + D_{\text{вип}} = 15{,}6 + 0{,}04 = 15{,}6. \quad (2.13)$$

Кількість сирої води, відповідно витраті пом’якшеної води, $\frac{\text{кг}}{\text{с}}$

$$G_{\text{св}} = \text{К}_{\text{хво}}^{\text{сн}} + G_{\text{у}} = 1{,}1 + 15{,}6 = 16{,}7. \quad (2.14)$$

Витрата теплоти на підігрів сирої води перед водопідготовкою, $\frac{\text{МДж}}{\text{с}}$

$$Q_c = \frac{G_{\text{св}} \cdot (\text{T}_3 - \text{T}_1) \cdot 10^{-3} \cdot 4{,}19}{0{,}98} = \frac{16{,}7 \cdot (25-5) \cdot 10^{-3} \cdot 4{,}19}{0{,}98} = 1{,}4. \quad (2.15)$$

Кількість нагріваючої води, відповідно витраті $\text{Q}_\text{с}$, $\frac{\text{кг}}{\text{с}}$

$$G'_c = \frac{Q_c \cdot 10^3}{(t_{\text{вк1}} - t_5) \cdot 4{,}19} = \frac{1{,}4 \cdot 10^3}{(90-70) \cdot 4{,}19} = 16{,}7. \quad (2.16)$$

Витрата теплоти на підігрів пом’якшеної води перед деаератором, $\frac{\text{МДж}}{\text{с}}$

$$Q_y = \frac{G_y \cdot (\text{T}_4 - \text{T}_3) \cdot 10^{-3} \cdot 4{,}19}{0{,}98} = \frac{15{,}6 \cdot (60-25) \cdot 10^3 \cdot 4{,}19}{0{,}98} = 2{,}3. \quad (2.17)$$

Кількість гріючої води, відповідно величині $\text{Q}_\text{у}$, $\frac{\text{кг}}{\text{с}}$

$$G'_{y=} \frac{Q_y \cdot 10^3}{(t_{\text{вк1}} - t_5) \cdot 4{,}19} = \frac{2.3 \cdot 10^3}{(90-70) \cdot 4.19} = 27{,}9. \quad (2.18)$$

Загальна витрата теплоти на підігрів сирої, пом’якшеної води і на деаерацію, $\frac{\text{МДж}}{\text{с}}$

$$Q_o = Q_c + Q_y + G'_д \cdot (t_{вк1}^{пост} - t_{2макс}) \cdot С_в \cdot 10^{-3} =$$

$$= 1{,}4 + 2{,}3 + 7{,}9 \cdot (90 - 70) \cdot 4{,}19 \cdot 10^{-3} = 4{,}4. \quad (2.19)$$

Загальна витрата гріючої води відповідно величині Q_o, $\frac{кг}{с}$

$$G_o = G'_с + G'_у + G'_д = 16{,}7 + 27{,}9 + 7{,}9 = 53{,}5. \quad (2.20)$$

Сумарний відпуск теплоти водогрійними котлами, $\frac{МДж}{с}$

$$Q_т = Q_{ов+гв} + Q_0 = 27{,}9 + 53{,}5 = 81{,}04. \quad (2.21)$$

)

Теплове навантаження на котел, що працює в постійному режимі, $\frac{МДж}{с}$

$$Q_т^{пост} = Q_к^{ном} \cdot N_{кр} = 40 \cdot 1 = 40. \quad (2.22)$$

Відсоток завантаження водогрійного котла, що працює в постійному режимі, %

$$K_{загр}^{пост} = \frac{Q_т^{пост} \cdot 100}{Q_к^{ном}} = \frac{40 \cdot 100}{40} = 100. \quad (2.23)$$

Кількість води, яка пропускається крізь кожний працюючий водогрійний котел, $\frac{кг}{с}$

$$G_{вк} = \frac{Q_т^{пост} \cdot 10^3}{С_в \cdot (t_{вк1}^{пост} - t_{вк2})} = \frac{Q_т^{пер} \cdot 10^3}{4{,}19 \cdot (90 - 70)} = 477{,}3. \quad (2.24)$$

Сумарна кількість води, що пропускається через працюючі водогрійні котли, $\frac{кг}{с}$

$$G_{\text{вк}\,\Sigma} = G_{\text{вк}} \cdot N_{\text{кр}}^{\text{в}} = 477{,}3 \cdot 2 = 967{,}1. \qquad (2.25)$$

Додаткова кількість мережної води на ГВП, $\frac{\text{кг}}{\text{с}}$

$$\Delta G_{\text{гв}} = G_{\text{ов+гв}} - G_{\text{ов+гв}max} = 228{,}4 - 0 = 228{,}4. \qquad (2.26)$$

Кількість води, яка проходить через нерегульований перепуск, $\frac{\text{кг}}{\text{с}}$

$$G_{\text{нп}} = N_{\text{кр}}^{\text{в}} \cdot N_{\text{вк}} + \Delta G_{\text{гв}} = 2 \cdot (-10{,}45) + 228{,}4 = 207{,}5. \qquad (2.27)$$

Температура мережної води на виході з водогрійного котла, що працює в постійному режимі, $t^{\text{пост}} = 90\ ^0\text{C}$.

Сумарна кількість води перед мережними насосами, $\frac{\text{кг}}{\text{с}}$

$$\Sigma G_{\text{обр}}^{\text{сет}} = G_{\text{с.обр}}^{\text{ов.гв}} + \left(G_{\text{підж}} + G'_{\text{д}}\right) + G'_{y} + G'_{\text{с}} =$$

$$= 212{,}7 + (15{,}6 + 7{,}9) + 27{,}9 + 1{,}4 = 254. \qquad (2.28)$$

Температура мережної води в зворотному трубопроводі перед мережним насосом, ℃

$$t_3 = \frac{G_{\text{обр}}^{\text{сет}} + t_2}{\Sigma G_{\text{обр}}^{\text{сет}}} + \frac{\left(G_{\text{підж}} + G'_{\text{д}}\right)\text{T}_5 + \left(G_y + G'_c\right)T_4}{\Sigma G_{\text{обр}}^{\text{сет}}} =$$

$$= \frac{212{,}7+70}{254} + \frac{(15{,}6+7{,}9)\cdot 70+(15{,}6+1{,}4)\cdot 60}{254} = 64{,}5. \qquad (2.29)$$

Кількість води на рециркуляцію, $\frac{\text{кг}}{\text{с}}$

$$G_{\text{рц}} = G_{\text{вк}\Sigma} \cdot \frac{t_{\text{вк2}} - t_3}{t_{\text{вк1}}^{\text{пост}} - t_3} = 967{,}1 \cdot \frac{70-64{,}5}{90-64{,}5} = 207{,}5. \qquad (2.30)$$

Кількість води на регульований перепуск, $\frac{\text{кг}}{\text{с}}$

$$G_{\text{рп}} = G_{\text{рц}} = 207{,}5. \tag{2.31}$$

°Таблиця 2.1 - Вихідні дані

Найменування	Позначення	Одиниця виміру	Розрахункові режими
1	2	3	4
Розрахункова відпустка теплоти з котельної на опалення та вентиляцію для міст і житлових районів	$Q^{ж}_{ов.макс}$	МДж/с	33,6
Розрахункова відпустка теплоти з котельної на опалення та вентиляцію для промислових підприємств	$Q^{п}_{ов.макс}$	МДж/с	12,3
Відпустка теплоти на гаряче водопостачання в добу найбільшого споживання для промислових підприємств	$Q^{п}_{гв}$	МДж/с	1,16
Відпустка теплоти на гаряче водопостачання в добу найбільшого споживання для міст і житлових районів	$Q^{ср.ж}_{гв}$	МДж/с	29,5
Розрахункова температура мережної води в подаючому трубопроводі	$t_{1.мах}$	◦С	90
Розрахункова температура мережної води в подаючому трубопроводі в точці зламу температурного графіку	$t_{1.изм}$	◦С	70

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4
Розрахункова температура мережної води у зворотньому трубопроводі	$t_{2.мах}$	◦С	70
Розрахункова температура зовнішнього повітря для проектування опалення	$t_{пр}$	◦С	-21
Розрахункова температура повітря усередені опалювальних будівель	$t_{вн}$	◦С	20
Розрахункова температура гарячої води в місцевій системі гарячого водопостачання	$t_{гв}$	◦С	70
Температура сирої води на вході в котельню	T_1	◦С	5
Питомий об’єм води в системі теплопостачання в тоннах на 1 МДж/с сумарної відпустки теплоти на опалення, вентиляцію і гаряче водопостачання житлових районів	$g^{ж}_{сист}$	МДж/с	43,1
Коефіцієнт зниження витоків в системі теплопостачання	Кут	-	1
Номінальна теплопродуктивність одного водогрійного котла	$Q^{ном}_{к}$	МДж/с	40
Температура мережної води на виході з водогрійних котлів, що працюють в постійному режимі	$t^{пост}_{вк1}$	◦С	90
Температура на вході у водогрійні котли	$t_{вк2}$	◦С	70

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4
Температура деаерованної води після деаератора і температура підживлюючої води	T_5	◦С	70
Ентальпія деаерованої води	$\overline{T}_5$	кДж/кг	293,3
Температура сирої води перед хімводоочищенням	T_3	◦С	25
Температура пом'якшеної води перед деаератором підживлюючої води	T_4	◦С	60
Питомий обєм води в системі теплопостачання в тоннах на 1 МДж/с сумарної відпустки теплоти на опалення, вентиляцію і ГВП, промислових підприємств	$g^{п}_{сист}$	МДж/с	30,17
Питомі втрати пари з випаром з деаераторів в т. на 1 т. деаерованної води	$d_{вип}$	м/м	0,002
Коефіцієнт власних потреб хімводоочищення	$К^{сн}_{хво}$	-	1,1
Температура зворотної мережевої води після підігрівачів сирої води і пом'якшенної води	t_5	◦С	70

Таблиця 2.2 − Результати розрахунку теплової системи котельної з водогрійними котлами для закритої системи теплопостачання

Найменування	Позначення	Одиниця виміру	Розрахунковий режими
1	2	3	4
Температура зовнішнього повітря в точці зливу температурного графіка мережної води	$t_{н.изл}$	°С	7,61
Коефіцієнт зниження витрати теплоти на опалення і вентиляцію залежно від температури зовнішнього повітря	$К_{ов}$	-	1
Значення коефіцієнта Ков в ступені 0.8	$К_{ов}^{0,8}$	-	1
Температура мережевої води в подаючому трубопроводі від споживача на виході з котельної	t_1	°С	150
Температура мережевої води в зворотньому трубопроводі від споживача на виході з котельної	t_2	°С	70
Розрахункова відпустка теплоти на опалення і вентиляцію	$Q_{ов}$	МДж/с	45,9

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4
Сумарна відпустка теплоти на опалення, вентиляцію і ГВП	$Q_{ов+гв}$	МДж/с	76,56
Кількість мережної води в подаючому трубопроводі(опалення, вентиляції і ГВП)	$G_{ов+гв}$	кг/с	228,4
Сумарна кількість мережевої води, що видається з котельної зовнішнім споживачам	$G_{сет}$	кг/с	228,4
Кількість підживлюючої води на заповнення витоків в тепломережі на опалення, вентиляцію та ГВП	$G_{ут1}$	кг/с	15,6
Сумарна кількість підживлюючої води	$G_{підж}$	кг/с	15,6
Кількість мережної води в зворотньому трубопроводі на вході в котельню від споживачів опалення, вентиляції та ГВП	$G_{сет.обр.\ Ов+гв}$	кг/с	212,7
Температура гріючої води, що поступає в девератор	$t_д$	^{0}C	90
Кількість сирої води, відповідна витратам Gy	$G_{св}$	кг/с	17,2
Витрата теплоти на підігрів сирої води перед водопідготовкою	$Q_с$	МДж/с	1,4
Кількість гріючої води що поступає в деаератор	$G_д'$	кг/с	7,9

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4
Кількість води а виході з деаератора (продуктивність деаератора)	$G_д$	кг/с	23,6
Випар з деаератора	$D_{вип}$	кг/с	0,04
Кількість пом’якшеної води що поступає в деаератор	$G_у$	кг/с	15,6
Кількість сирої води відповідна витраті Gу	$G_{ов}$	кг/с	17,2
Кількість гріючої води відповідно Qс	$G_с$	кг/с	17,5
Витрата теплоти підігрів пом’якшеної води перед деаератором	$Q_у$	МДж/с	2,3
Кількість гріючої води відповідно Qу	$G_у$	кг/с	27,9
Загальна кількість теплоти на підігрів сирої води, пом’якшеної води і на деаератор	$Q_о$	МДж/с	4,4

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4
Загальна кількість гріючої води відповідно величині Qo	G_o	кг/с	53,5
Сумарна відпустка теплоти водогрійними котлами	Q_m	МДж/с	81,04
Кількість працюючих водогрійних котлів	$N_{кр}^{в}$	-	2,02
Теплове навантаження на котел, що працює в постійному режимі	$Q_m^{пост}$	МДж/с	40
Теплове навантаження на котел, що працює в змінному режимі	$Q_m^{пер}$	МДж/с	41,0
Відсоток завантаження водогрійного котла, що працює в постійному режимі	$К_{загр}^{пост}$	%	100
Відсоток завантаження водогрійного котла, що працює в змінному режимі	$К_{загр}^{пер}$	%	102,6
Кількість води , що пропускається через кожен працюючий водогрійний котел	$G_{вк}$	кг/с	477,3
Сумарна кількість води , що пропускається через кожен працюючий водогрійний котел	$G_{вк\sum}$	кг/с	967,1
Додаткова кількість мережевої води на гаряче водопостачання	$\Delta G_{вк}$	кг/с	228,4

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4
Кількість води, що пропускається через нерегульований перепуск	$G_{нп}$	кг/с	1934,3
Температура мережевої вод на виході з водогрійного котла, що працює в змінному режимі	$t_{вк1}^{пер}$	^{0}C	90,5
Температура мережевої води на виході з водогрійного котла, що працює в постійному режимі	$t_{вк1}^{пост}$	^{0}C	90
Сумарна кількість води перед мережевими насосами	$\sum G_{сет.обр}$	кг/с	254,0
Температура мережевої води в зворотному трубопроводі перед мережевими насосами	$t_З$	^{0}C	64,5
Кількість води на рециркуляцію	$G_ц$	кг/с	207,5
Кількість води на регульований перепуск	$G_{р.п}$	кг/с	207,5

3 ВИБІР ОСНОВНОГО І ДОПОМІЖНОГО УСТАТКУВАННЯ КОТЕЛЬНОЇ

У кваліфікаційній роботі передбачено розміщення в котельні наступного резервного обладнання:

1. Десять модулів МН-120Е потужністю 120 кВт кожен виробництва СП "Укрінтерм" м. Біла Церква (2 од. − 1-а черга будівництва; 8 од. − 2-га черга будівництва). Модулі працюють на природному газі.

Номінальна теплова потужність модуля МН-120Е − 120 кВт, при ККД – 92 %. Резервна теплова потужність системи опалення 1000,0 кВт.

Застосування газової автоматики забезпечує надійну і безвідмовну роботу модулів без постійної присутності персоналу. Якість згоряння відповідає екологічним нормам.

В модулях серії МН-120Е використовується спеціальний пальник, новий теплообмінник, що дозволяє збільшити теплову потужність, коефіцієнт корисної дії, а також значно знижені викиди шкідливих речовин у зовнішнє середовище.

Модуль МН (рис.3.1) має три окремих елемента, які представляють собою проточні водонагрівачі, до складу яких входять газові пальники (1) з електронним розпалюванням, теплообмінники для нагріву теплоносія (2), циркуляційні насоси (3), запірна і регулююча арматура. Ці елементи незалежні один від одного і відокремлені газовими (4) і водяними (5) кранами від загальних колекторів модуля. Елементи розташовуються один над іншим. Загальні газовий (6) і водяний (7) колектори проходять уздовж поздовжньої горизонтальної осі модуля і закінчуються по обидві сторони модуля приєднувальними фланцями.

Двері (8) надають модулю декоративний вигляд і забезпечують можливість легкого доступу до елементів модуля. Шафа електрична (9) містить пристрої, що забезпечують роботу електричної частини модуля.

Модуль отримує електроживлення від центральної шафи головного розподільного щита електроуправління. Зняття і подача напруги на кожен елемент модуля здійснюється за допомогою свого вимикача.

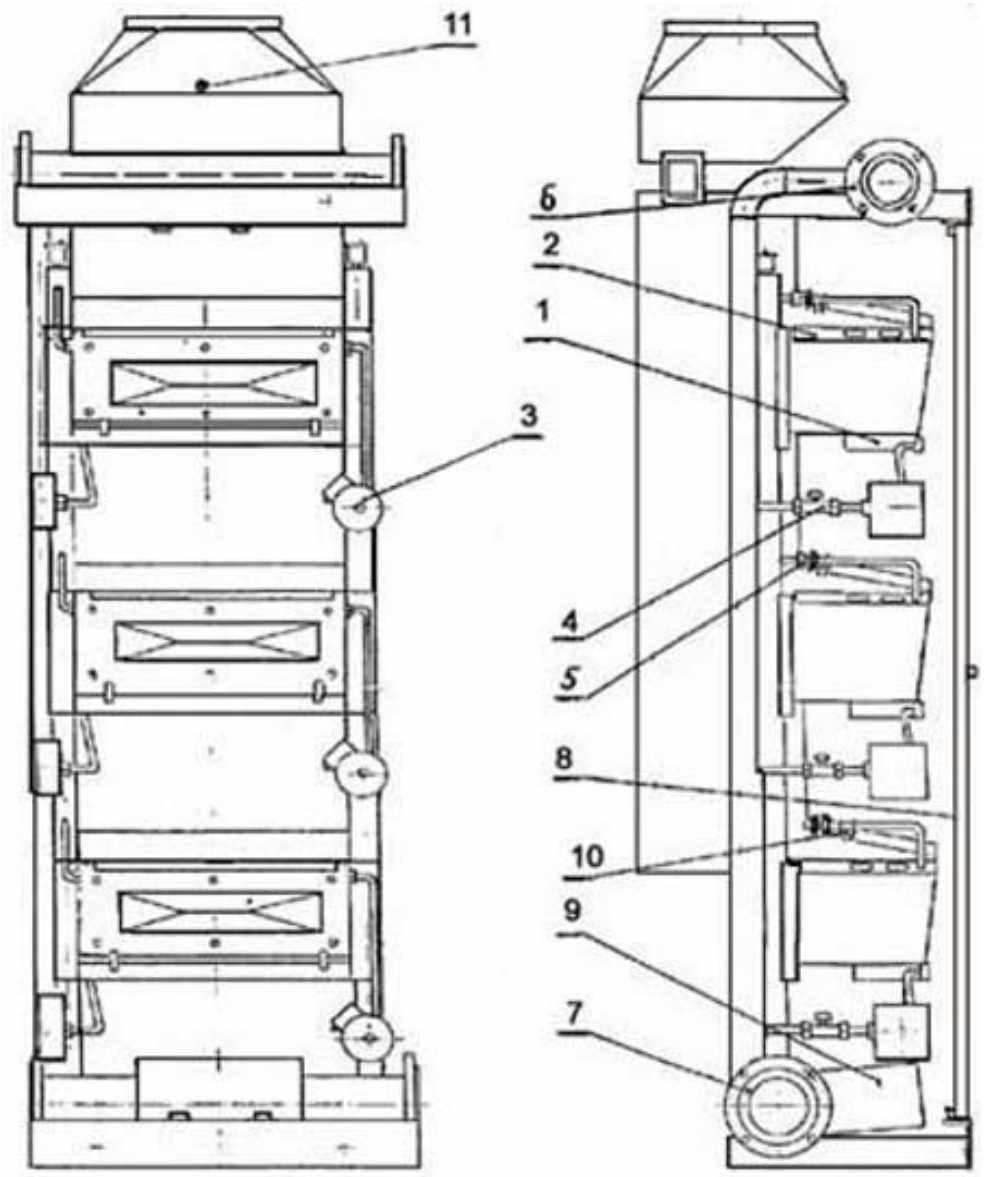


Рисунок 3.1 - Пристрій модуля нагріву МН-120Е

На передній панелі електричної шафи розташовані три вимикача, ручка регулятора температури і чотири індикаторні лампочки, які сигналізують про аварійні ситуації - відсутність тяги або неможливість розпалювання кожного з пальників.

Переваги модулів МН-120Е:

- підвищена надійність модуля: кожен нагрівальний елемент працює автономно. Основні завдання "верхнього" блоку управління - це завдання встановлення температури і індикація режиму роботи/аварії модуля. При виході з ладу "верхнього" блоку модуль продовжує працювати за уставкою, яка була задана раніше;

- за рахунок модуляції пальника, модуль стабільніше працює при малих витратах теплоносія в колекторі і при високих температурах (90 °С) на виході модуля;

- контроль і регулювання температури здійснюється на зворотньому трубопроводі колектора з одночасним контролем температури подачі з елементарного теплообмінника.

Загальний вигляд модулю МН-120Е представлено на рисунку 3.2



Рисунок 3.2 – Загальний вигляд модуля МН-120Е

2. В існуючому ФРД-80 передбачена заміна існуючого насоса на насос DAB DCP 65/2650T.

Корпус насоса DAB DCP 65/2650T і опора двигуна з чавуну. Підключення до системи за допомогою фланців PN16, на них передбачені отвори для підключення манометрів. Робоче колесо з технополімера. Механічне ущільнення - графіт/кераміка. Трифазні двополюсні асинхронні двигуни із зовнішнім повітряним охолодженням.

Робочий діапазон: 54м^3/год., напір 28 метрів.

Перекачується рідина: чиста, без твердих включень і мінеральних масел, не в'язка, хімічно нейтральна, за характеристиками близька до води (макс. вміст гліколю 30 %).

Максимальна температура навколишнього середовища: +40 °C.

Максимальний робочий тиск: 16 бар (1600 кПа).

Ступінь захисту: IP 55.

Категорія ізоляції: F.

Фланці на замовлення: контрфланці PN 16.

Температура рідини: від - 15 ° C до + 120 ° C.

Насос DAB DCP 65/2650T представлено на рисунку 3.3.



Рисунок 3.3 – Насос DAB DCP 65/2650T.

3. Блок безпеки (манометр, клапан запобіжний, відведення повітря) монтується на зворотному трубопроводі в безпосередній близькості від модулів.

Блок безпеки - пристрій, що забезпечує безпечний для людини і для обладнання скидання аварійного тиску з системи опалення при несправності обладнання, а також при відведенні повітря з системи.

Манометри, що встановлюються в групу безпеки мають дві стрілки: одна чорна - показує реальний тиск теплоносія в системі опалення, друга червона - встановлюється вручну, викруткою, для позначення максимального тиску, з перевищенням якого спрацює запобіжний клапан.

Запобіжний клапан - пристрій, що спрацьовує при досягненні певного тиску середовища (пружина стискається і відкриває вихід теплоносія назовні). Після спрацьовування запобіжного клапана тиск в системі знижується до безпечних значень.

Відведення повітря - пристрій, автоматично видаляє повітря з системи опалення. Автоматичний прийнято ставити в самих верхніх точках системи опалення. Якщо верхніх точок декілька, що ставлять кілька клапанів.

Блок безпеки представлено на рисунку 3.4



Рисунок 3.4 – Блок безпеки

4. Система опалення закрита, низькотемпературна, насосна – передбачена установка додатково двох компенсаторів обсягу закритого типу "Zilmet" об'ємом 800 л для компенсації розширення води в системі опалення при нагріванні теплоносія. Установка запірної арматури між модулями і компенсаторами обсягу не рекомендується.

Компенсація (Демпфер) запобігає підвищенню гідравлічного тиску в замкнутій системі опалення. Якби не було демпфера, то окремі елементи системи водяного опалення не витримали б тиску нагрітої води. А так «зайва» вода на час потрапляє в розширювальний бак, при цьому тиск в системі опалення залишається стабільним. Розширювальний бак "Zilmet" призначений для компенсації розширення води при нагріванні в сучасних системах опалення - закритого типу.

Демпфер традиційної системи опалення виконує відразу кілька функцій:

- вміщує надлишок води, що утворюється в результаті її нагрівання (розширення);
- поповнює нестачу води при зниженні її температури або в разі незначного витоку;
- збирає повітря, що проникає в систему водяного опалення;
- збирає повітря, що виділяється з нагрітої води;
- компенсує тиск в системі опалення.

Конструктивні характеристики:

- складається з металевої ємності, всередині якої знаходиться мембрана з термостійкої гуми;
- внутрішня порожнина з'єднується з трубопроводом водопостачання, а в порожнину утворену зовнішньою поверхнею мембрани і внутрішньою порожниною бака, під тиском закачаний повітря;
- мембрана зроблена у вигляді мішка, що дозволяє уникнути зіткнення води з корпусом бака, таким чином гарантується довгий термін життя бака і чистоту прокачується води.

Компенсатор обсягу закритого типу "Zilmet" представлено на рисунку 3.5.



Рисунок 3.5 – Компенсатор обсягу закритого типу "Zilmet"

5. Підживлення системи опалення передбачається в зворотний трубопровід системи теплопостачання.

Якість води в опалювальній системі повинно відповідати вимогам, зазначеним в розділі 13 «Правил будови і безпечної експлуатації парових котлів з тиском пари не вище 0,07 МПа, водогрійних котлів і водонагрівачів температурою нагріву води не вище 115 °С».

Для пом'якшення води застосована установка зарядного типу з автоматичною регенерацією DHF-60/1-F з резервуаром запасу води V = 500 л і насосною станцією HydroJet JP6/24. Кількість підживлювальної води визначається за допомогою лічильника води в складі водомірного вузла.

Характеристика пристрою водопідготовки з автоматичною регенерацією DHF-60/1-F представлена в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Характеристика пристрою водопідготовки з автоматичною регенерацією DHF-60/1-F

Показники	Значення
Продуктивність пом'якшування, л/год	1100 - 2800
Хімічний засіб регенерації - 100% NaCl, кг	12,6
Сольовий розчин для однієї регенерації, л	44,6
Максимальний об'єм пом'ягшеної води до регенерації з вихідною жорсткістю води 7 мг-екв/л, $м^3$	10,1
Робочий тиск (мін-макс), атм.	2,5 - 6
Перепад тиску, м	0,4 - 0,5
Температура зовнішнього середовища, °С	5 - 35
Іонообмінний заряд, л	98
Висота, м	1,9
Діаметр колони, мм	254
Приєднання для сирої води, мм	20
Приєднання для пом'якшеної води, мм	20
Електричне приєднання	220 В, 50 Гц, 100 Вт, заземлення

Загальний вигляд пристрою водопідготовки з автоматичною регенерацією DHF-60/1-F представлено на рисунку 3.6.



Рисунок 3.6 – Пристрій водопідготовки з автоматичною регенерацією DHF-60/1-F

6. Димовидаляння від модулів передбачено по утепленому димоходу. Димохід підключається в існуючу димову труби D = 600 мм висотою H = 20 м.

Вентиляція приміщення котельні припливно-витяжна з природним спонуканням. Приплив через чотири жалюзійні решітки, встановлені у верхній частині вікон з живим перетином не менше $F_{жп}$ = 0,53 м^2 кожна (триразовий приплив плюс по 15 м^3 на 1 м^3 згорілого газу $L_{прип}$ = 1101,6 + 15 х 20 х 14 = 5301,6 м^3/г). Витяжка триразова ($L_{вит}$ = 367,2 х 3 = 1101,6 м^3/г) здійснюється через існуючий дефлектор D = 600 мм в перекритті котельні.

7. Встановлений в котельні модуль-регулятор температури ФРД-80 (2-га черга будівництва) призначений для забезпечення циркуляції води в опалювальній системі і автоматичного регулювання її температури в

залежності від погодних умов. Встановлений в ФРД-80 регулятор теплового потоку дає можливість регулювати температуру теплоносія в залежності від зовнішньої температури повітря. Регулятор забезпечує управління змішуванням води з компенсацією залежно від зовнішньої і внутрішньої температур за допомогою триходового клапана з електроприводом і насоса.

Головною перевагою модуля-регулятора температури ФРД-80 є те, що при розташуванні всіх модулів в один ряд гаряча вода, яка виходить з лівого нагрівального модуля, через спеціальні патрубки, які надаються в комплекті, подається поза габаритами нагрівальних модулів до колектора модуля ФРД-80, а з нього через патрубок на подачу в систему, а " зворотна "вода через патрубок повертається в колектор, з якого йде до колектора правого нагрівального модуля.

До верхніх фланців патрубків підключаються відповідно фланці виходу та повернення води опалювальної системи. Ці фланці відповідають умовним проходу патрубків

Датчик температури зовнішнього повітря установити на північній зовнішній стіні будівлі.

Модуль-регулятор температури ФРД-80 представлено на рисунку 3.7.



Рисунок 3.7 - Модуль-регулятор температури ФРД-80

В якості теплоізоляційного матеріалу для технологічних трубопроводів і встановленої на них арматури застосовується теплоізоляція ROCKWOOL Alfarock.

Ізольовані трубопроводи після монтажу покрити олійно-бітумним покриттям БТ-117 ОСТ 6-10-426-79 в два шари по ґрунту ГФ-021. На трубопроводах вказати умовне позначення середовищ і напрямок потоків. Для контролю загазованості в приміщенні котельні встановлено існуючий газосигналізатор СЗМ-ІР "Лелека" з видачею сигналу на електромагнітний клапан, що відсікає подачу газу, а також з подачею світлових та звукових сигналів.

8. Для прийому аварійних розливів води в підлозі котельні встановлено існуючий трап, який підключений до існуючої каналізації ЗГДБС.

9. Експлуатація модулів МН-120Е повинна здійснюватися відповідно до вимог ДБН 2.5-20-2001 "Газопостачання".

При появі в приміщенні запаху газу необхідно терміново припинити користування модулями. Забороняється користуватися модулями в разі несправності їх газо-, водопровідних і електричних мереж.

Котельня забезпечена засобами пожежогасіння − 8 порошкових вогнегасника ОП-9Б проектованих; 2 порошкових вогнегасника ОП-9Б існуючих і існуюча шафа з пожежним краном.

Зовнішнє пожежогасіння здійснюється від існуючого пожежного гідранта на мережі зовнішнього водопроводу.

Підготовка до монтажу, монтаж, налагодження і випробування систем повинні відповідати вимогам ДБН В.2.5-20-2001, паспортів обладнання та інструкцій заводів-виготовлювачів обладнання і виконуватися спеціалізованими організаціями, які мають ліцензію на виробництво необхідного виду робіт.

У таблиці 3.2 представлені основні показники котельні

Таблиця 3.2 − Основні показники котельні

розрахунковий режим	90 - 70°С
витрата тепла на опалення	1000,0 кВт
витрата тепла на гаряче водопостачання	0 кВт
витрата тепла на вентиляцію	0 кВт
загальна витрата тепла	1000,0 кВт
встановлена потужність електродвигунів	13,45 кВт

З метою економії теплоенергетичних ресурсів та зменшення витрат палива передбачені заходи з енергозбереження.

Для покриття необхідних теплових навантажень і підтримки заданої температури всередині приміщення адміністративно-побутових будівель, а також забезпечення раціонального використання енергетичних і грошових ресурсів передбачається реконструкція існуючої системи теплопостачання. А саме, заміна морально застарілого і фізично зношеного котла НІІСТУ-5 на енергоефективний газовий водогрійний котел I.VAR SuperRAC 580 (Італія) тепловою потужністю 580 кВт з ККД – 90 – 92 %, який представлено на рисунку 3.8. Котел комплектується газовим пальником з прогресивним регулюванням Р61 і газовим блоком електромагнітних клапанів Dungs MB-DLE 412.

Для контролю за ефективністю використання і дисципліною споживання природного газу передбачений лічильник "Курс-01" − 160, встановлений в ШГРП, розташованому на зовнішній стіні котельні.

Загальний вигляд водогрійного котла I.VAR SuperRAC 580 представлено на рисунку 3.8.



Рисунок 3.8 - Водогрійний котел I.VAR SuperRAC 580

З метою забезпечення економічної роботи котельного обладнання передбачена установка погодозалежної автоматики в комплекті з регулюючим клапаном і датчиком в складі модуля-регулятора температури ФРД-80. Залежно від температури зовнішнього повітря в опалювальний період здійснюється регулювання температури теплоносія.

Облік електричної енергії проводиться існуючим лічильником НІК 2303 АРП1.

Облік споживання хімічно-очищеної води проводиться лічильником встановленим на після ХВО. Облік споживання гарячої води проводиться лічильником встановленим на розбірний гребінці ГВС.

Облік споживання господарсько-питної води проводиться лічильником встановленим на введенні в котельню.

Перед початком опалювального сезону провести промивку системи опалення.

Перераховані заходи підвищать енергоефективність, надійність і довговічність конструкцій котельного обладнання і в кінцевому підсумку забезпечить значну економію енергетичних ресурсів і коштів споживачів теплової енергії.

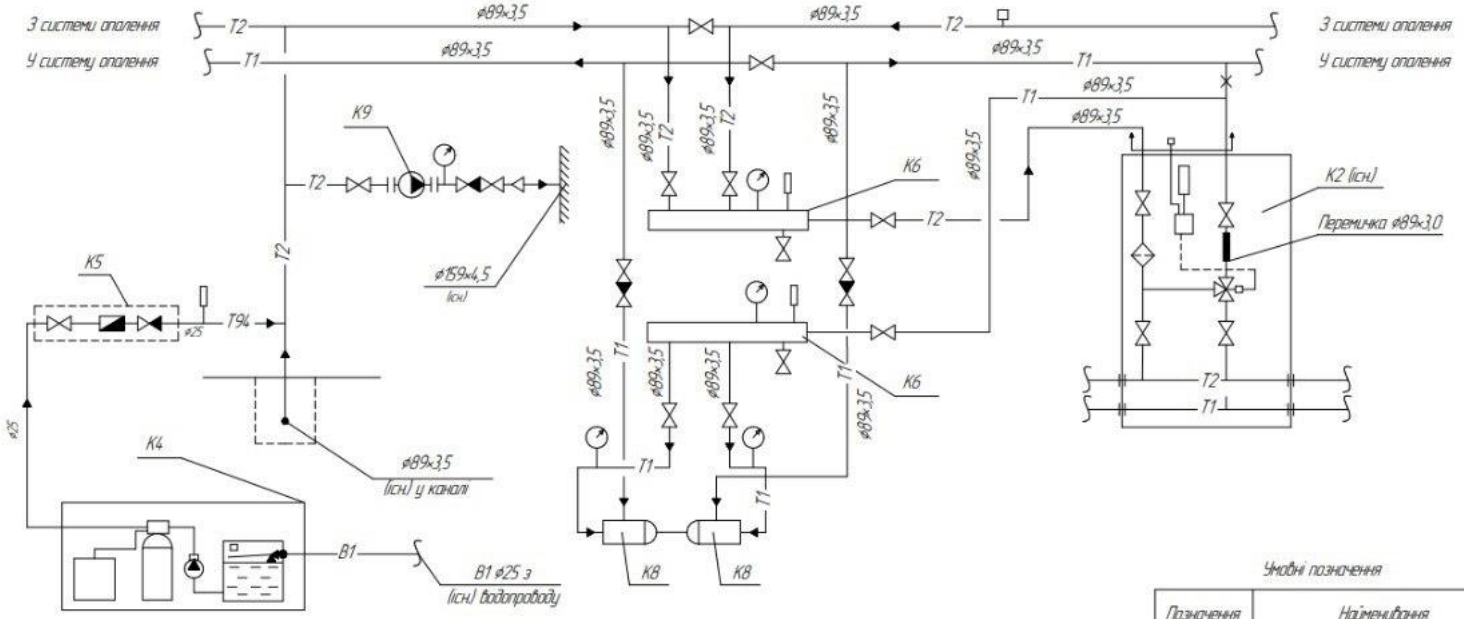
Розраховані техніко-економічні показники представлено у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 − Основні техніко-економічні показники

№ п/п	Споживачі електроенергії	Од.вим.	Значення	
			до реконструкції	після реконструкції
1	Встановлена теплова потужність	кВт/г (Гкал/г)	704 (0,605)	587,7 (0,505)
2	Розрахункове навантаження	кВт/г (Гкал/г)	580 (0,499)	580 (0,499)
3	Коефіцієнт корисної дії котла	%	72	92
4	Річний відпуск тепла	Гкал/рік	762,4	762,4
5	Річний виробіток тепла	Гкал/рік	766,6	766,6
6	Річна витрата палива:	тис.нм^3/рік	133,1	104,2
	− природного газу;			
	− умовного палива;	т у.т./рік	151,8	118,8

7	Питома витрата палива на 1Гкал відпущеного тепла: − природного газа	тис.нм3/рік	0,173	0,136
	− умовного палива	т у.т./рік	0,198	0,155
8	Річна витрата води на підживлення системи та власні потреби водопідготовки	$м^3$/рік	56,3	56,3
9	Річна витрата електроенергії	тис.кВт/рік	8,64	8,41
10	Питома витрата електроенергії	кВт/Гкал	11,3	11,0
11	Річне число годин використання встановленої продуктивності	г	4,032	4,032

Теплова схема котельні представлена на рисунку 3.9.



Експлікація обладнання

Марка поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Маса од., кг	Примітка
K2		Модуль-регулятор температури ФРД80		1	існ.
K4	DHF-30/1-F	Водопідготовка з ручною регенерацією		1	проект.
		з резервуаром v=300л. і насосом			
		G=3,5 м³/год, H=40 м.в.ст, N=775 Вт			
K5		Вузол обліку		1	проект.
K6		Розподільна гребінка			
		яка подає ø159×4,5, L=800 мм.			
K7		Розподільна гребінка		1	проект.
		зворотня ø159×4,5, L=800 мм.			
K8	Fm 50/125C	Насос системи опалення, G=24 м³/год		2	проект.
		H=17 м.в.ст, N=2,2 кВт			
K9		Насос UPS080-120, G=34,39 м³/год, N=1,5 кВт		1	існ.

Умовні позначення

Позначення	Найменування
— T1 —	Трубопровід мережної води який подає
— T2 —	Трубопровід мережної води зворотний
— 94 —	Трубопровід підживлюючий
— B1 —	Трубопровід госп-питної води
	Клапан прохідний
	Клапан зворотний прохідний
	Водомір
	Перехід
	Напрямок руху води
	Межа проектування

Рисунок 3.9 - Теплова схема котельні з розташуванням обладнання

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі виконано розрахунок теплової схеми котельні промислового виробництва з метою визначення витрати води для окремих вузлів при певних режимах роботи й складання загального матеріального балансу води.

Результати розрахунку є вихідними даними для вибору устаткування окремих вузлів теплової схеми й основних трубопроводів котельні.

Для забезпечення раціонального використання енергетичних і грошових ресурсів передбачається реконструкція існуючої системи теплопостачання, а саме, заміна морально застарілого і фізично зношеного котла НІІСТУ-5 на енергоефективний газовий водогрійний котел I.VAR SuperRAC 580 (Італія) тепловою потужністю 580 кВт з ККД − 90-92% Котел комплектується газовим пальником з прогресивним регулюванням P61 і газовим блоком електромагнітних клапанів Dungs MB-DLE 412.

В кваліфікаційній роботі передбачалося розміщення в котельні наступного резервного обладнання:

- десять модулів МН-120Е потужністю 120 кВт кожен виробництва СП "Укрінтерм" м. Біла Церква (2 шт − 1-а черга будівництва; 8 шт − 2-га черга будівництва). Модулі працюють на природному газі по ГОСТ 5542. Застосування газової автоматики забезпечує надійну і безвідмовну роботу модулів без постійної присутності персоналу. Якість згоряння відповідає екологічним нормам;

- в існуючому ФРД-80 передбачена заміна існуючого насоса на насос DAB DCP 65/2650T;

- система опалення закрита, низькотемпературна, насосна − передбачена установка додатково двох компенсаторів обсягу закритого типу "Zilmet" об'ємом 800 л для компенсації розширення води в системі опалення при

нагріванні теплоносія, установка запірної арматури між модулями і компенсаторами обсягу не рекомендується.

Перераховані заходи підвищать енергоефективність, надійність і довговічність конструкцій котельного обладнання і в кінцевому підсумку забезпечить значну економію енергетичних ресурсів і коштів споживачів теплової енергії.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. ДСТУ-Н Б.В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. [Чинний від 2010-11-01] – Київ: Мінрегіонбуд, 2010. – 127 с.

2. ДБН В.2.5-67. Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинний від 2014-01-01]. Київ, 2014. (Інформація та документація)

3. ДСТУ Б В.2.7-107. Будівельні матеріали. [Чинний від 2010-01-01]. Київ, 2010. (Інформація та документація)

4. ДСТУ Б В.2.6-189. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу. [Чинний від 2014-01-01]. Київ, 2014. (Інформація та документація)

5. ДБН В.2.5-39:2008. Теплові мережі. [Чинний від 2009-01-07] - Київ, Мінрегіонбуд України, 2009. – 56 с.

6. Маляренко "Теплотехническая теплофизика ограждающих конструкций зданий и сооружений", Харьков, 2001 г.

7. Варламов Р. Б., Любчик Р. М., Маляренко С. А. Теплоенергетичні установки та екологічні аспекти виробництва енергії: Підручник. – К: ІВЦ "Політехніка", 2003. – 232 с.

8. ДБН В.2.5-77:2014. Котельні. [Чинний від 01.01.2015]. Київ, 2014. Доступно: http://nmcpz.ho.ua/document/biblio_01/DBN_B_25_77_14.pdf [Дата звернення 4 квітня 2022].

9. 17. ДБН В.2.2-24-2009. Проектування висотних житлових і громадських будинків. [Чинний від 2009-09-01]. Київ, 2009. (Інформація та документація).

10. Енергозбереження в теплопостачанні: текст лекцій для студентів спеціальності «Теплоенергетика» [Електронний ресурс] / Уклад. М.Ф. Боженко. Вид. 2-е, перероб. і доп. – Київ : НТУУ «КПІ», ТЕФ, 2015. 225 с.

11. Anatoliy Pavlenko, Valeriy Ivanovich Deshko, Andrii O. Cheilytko, Iryna Sukhodub. Efficiency of using energy in the housing sector. Monografie. Kielce: Kielce University of Technology. 2020. P.147 ISBN 978-83-65719-97-3.

12. Назарова В. І. Сучасні системи опалення : книга. Москва : Вид-во РІПОЛ класик, 2011. 320 с. Доступно:https://www.labirint.ru/books/761839/

13. Левцев А.П., Ванін А.Г. Проектування теплопостачання підприємств (курсове проектування): Навчальний посібник. -Саранськ: Вид-во Мордов. ун-ту, 2000. -160с.

14. Ткаченко С. Й. Розрахунки теплових схем і основи проектування джерел теплопостачання / С. Й. Ткаченко, М. М. Чепурний, Д. В. Степанов. – Вінниця : ВНТУ, 2005. – 137 с.

15. Ільїн С. В. Чейлитко А. О. Кушнір С. М. Черненко Т. В. Енергетична ефективність будівель та інженерних систем: монографія. Запоріжжя: Видавничий дім "Гельветика", 2021. 180 с.

16. Elliott, R. N., Vendors as Industrial Energy Service Providers, American Council for an Energy-Efficient Economy, Washington, D.C., July 2002.

17.Рекомендації з проектування теплових мереж з попередньотеплогідроізольованих труб. Видав. ВАТ “Енергоресурс”. – Львів, 2001 р.

18. Норми та вказівки по нормуванню витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарсько-побутові потреби на Україні. –Київ: КТМ 204 України 244-94, 1996.-636 с.

19. Варламов Р. Б., Любчик Р. М., Маляренко С. А. Теплоенергетичні установки та екологічні аспекти виробництва енергії: Підручник. – К: ІВЦ "Політехніка", 2003. – 232 с.

20. Визначення теплового навантаження будівель та вибір системи теплопостачання : навч. посіб. /В.В.Дубровська, В.І. Шкляр – К.: НТУУ «КПІ», 2011. – 116 с.

21. Ференюк Г.Г. Основи забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огороджувальних конструкцій. – К.: Гама-Принт, 2009. – 216 с.

22. ДБН В.2.2-2005. Житлові будинки. Основні положення. [Чинний від 2010-09-28]. Київ, 2010. (Інформація та документація).

23. Еремкин А. И., Тепловой режим зданий: учебное пособие / А. И. Еремкин, Т. И Королева. – М. : Издательство АСВ, 2000. 368 с.

24. ДБН В.2.6-31:2016 Теплова ізоляція будівель:. [Чинний від 2017-05-01]. Офіц. Вид. Київ : Мінрегіонбуд України, 2017.

25. Кравченко В. С., Саблій Л. А. Гаряче водопостачання будівель: навч. посібник. – Рівне: Рівненський державний технічний університет, 1999. -74с.