

Зміст

Вступ

Розділ 1. Аналіз напрямків підвищення енергоефективності системи тепlopостачання

1.1. Підвищення енергоефективності котлоагрегатів

1.2. Зменшення тепловтрат в трубопроводах

1.3. Енергоефективні системи опалення будівель

Розділ 2. Аналіз характеристик джерел теплоти для забезпечення тепlopостачання будівель

2.1. Огляд джерел теплової енергії

2.2 Аналіз можливості використання електричної енергії для тепlopостачання

2.3 Використання джерел низькотемпературної теплоти

2.4. Аналіз характеристик основних видів теплових насосів

2.4.1. Теплові насоси, які використовують теплову енергію землі

2.4.2. Повітряні теплові насоси, які використовують як джерело енергії навколишнє повітря

2.4.3. Теплові насоси, які використовують теплову енергію підземних вод

2.4.4. Інші типи теплових насосів

2.5. Комбінований обігрів (природний газ + тепловий насос)

2.6. Альтернативні джерела енергії

2.7. Нетрадиційні вуглеводні

2.8. Природний паливний газ

Розділ 3. Вибір джерела теплової енергії для системи тепlopостачання будівлі бізнес-центру

3.1. Аналіз можливих варіантів джерел теплової енергії

3.2. Вихідні дані для розробки техніко-економічного обґрунтування

3.3. Вибір джерела тепlopостачання.

Розділ 4. Проектування дахової котельні

4.1. Вибір обладнання для автономної газової дахової котельні

4.2. Огляд конденсаційних котлів

4.3. Навісні каскадні рішення для дахових котелень

4.4. Технічні характеристики котлів

4.5. Нормативна база

4.6. Технічні рішення

Розділ 5. Економічні розрахунки

5.1. Попереднє визначення техніко-економічних показників котельні

5.2. Порівняння техніко-економічних показників варіантів джерел теплової енергії для системи тепlopостачання будівлі

5.3. Результати порівняння ТЕП

5.4. Специфікація обладнання

5.5. Комерційна пропозиція

Розділ 6. Охорона праці та навколишнього природного середовища

Загальний висновок

Список використаної літератури

Загальний висновок

Список використаної літератури

ВСТУП

Система газопостачання повинна забезпечувати безперебійну подачу газу споживачам, бути безпечною в експлуатації, простою та зручною в обслуговуванні, повинна передбачати можливість відключення окремих її елементів або ділянок газопроводів для здійснення аварійних або ремонтних робіт.

На теплоелектростанціях переваги використання газу полягають в можливості більшої маневреності і регулювання виробництва енергії в залежності від потреб споживача. При цьому майже не утворюється твердих відходів, а тому не варто проблема з їх утилізацією, як при спалюванні вугілля. Централізоване теплопостачання базується на використанні крупних районних котельних, що характеризуються значно більшими ККД, чим дрібні опалювальні установки.

Теплофікація, тобто централізоване теплопостачання на базі комбінованого вироблення тепла і електроенергії, вважається конкурентоздатною формою централізованого теплопостачання. Вона дозволяє скоротити витрату палива.

При централізованому теплопостачанні використовуються крупні джерела тепла, газові викиди яких містять менші концентрації токсичних речовин порівняно з дрібними установками, де використовували в якості джерела тепла тверде паливо.

Але при централізованому теплопостачанні мають місце значні тепловтрати. Це обумовлено значною протяжністю теплових мереж, погіршенням стану теплоізоляції, що виникає в процесі експлуатації тощо. Також при централізованому теплопостачанні досить важко здійснювати регулювання інтенсивності теплового потоку в залежності від змін погодних умов протягом доби, тижня, декади, місяця тощо. Тим паче, що коливання температури часто може бути значним і різким. Централізовані системи мають

високу інерційність. Альтернативою централізованому теплопостачанню є застосування дахових газових котелень, які мають значну низку переваг.

Раціональне використання газоподібного палива з найбільшою реалізацією його технологічних переваг дозволяє отримати значний економічний ефект, який пов'язаний з підвищенням ККД агрегатів і скороченням витрати палива, легшим регулюванням температурних полів і складу газового середовища в робочому просторі печей і установок, внаслідок чого вдається значно підвищити інтенсивність виробництва і якості отримуваної продукції. Застосування газу як паливо дозволяє здійснити і значно поліпшити умови побуту населення, підвищити санітарно-гігієнічний рівень виробництва і оздоровити повітряний басейн в містах і промислових центрах.

Розділ 1. Аналіз напрямків підвищення енергоефективності системи тепlopостачання

1.1. Підвищення енергоефективності котлоагрегатів

Вироблення теплової енергії здійснюється у на теплоелектроцентралі або в котельні.

Основним обладнанням котельні є котлоагрегат, який служить для трансформації хімічної енергії палива в теплову, яка передається теплоносію - у нашому випадку ним є вода. У котлоагрегаті послідовно відбуваються фізико-хімічні процеси і кожен має свій ККД. Ніяка найбільш покращена конструкція котлоагрегату не позбавляє втрат енергії палива в перетвореннях, що відбуваються.

Нормальна робота котлоагрегату супроводжується такими основними втратами теплової енергії:

1. На неповне згоряння газу припадає, як правило, не більше 18%;
2. Втрата енергії через обмуровку котла (спеціальне зовнішнє теплоізолююче покриття) становлять не більше 4%;
3. Втрати енергії, пов'язані з продуванням та забезпеченням власних потреб котельні досягають 3%.

Таким чином, звичайний, не новий котел вітчизняного виробництва за вказаних втрат має ККД близько 75 %. У сучасних покращених котлоагрегатів описані втрати зведені до мінімуму, що дозволяє їм мати ККД у діапазоні 80-85%. Однак, підтримка ККД на такому рівні вимагає ретельного аналізу всього процесу з метою виявлення факторів, що ведуть до зниження ККД [13]. У таблиці 27 наведено перелік найбільш характерних проблем, що впливають на зниження ККД, та вживані заходи щодо їх усунення.

Фактори, що впливають на зниження ККД газових котлів
та заходи їх усунення

Чинники, що впливають на зниження ККД	Зниження ККД, %	Заходи для підвищення економічності котлоагрегату
Не проведено своєчасне та якісне режимне налагодження котлоагрегату з інвентаризацією шкідливих викидів (недопал газу).	6-8	Провести комплексне обстеження котлоагрегатів, включаючи газовий аналіз продуктів згорання. Розробити режимні карти роботи котлоагрегатів на різних навантаженнях та заходи, які забезпечать роботу котлоагрегатів тільки в економічному режимі.
Диметр сопел пальників, встановлених на котлоагрегаті середньої потужності, зазвичай не перераховується під реальне навантаження котла. Однак, підключене до котла навантаження відрізняється від того, на яку розрахований пальник. Ця невідповідність завжди призводить до зниження тепловіддачі від факелів до поверхонь нагріву і зростання втрат з хімічним недопалом палива і газами, що йдуть.	2-5	Здійснити перерахунок сопел пальників під реальне навантаження.
Забруднені поверхні котла збільшують втрати з газами, що йдуть, а реальне чищення поверхонь котлоагрегатів проводиться, як правило, один раз на 2-3 роки.	4-5	Здійснити чищення зовнішніх і внутрішніх поверхонь котлоагрегатів, не порушуючи регламентних термінів чищення.
Недостатня ефективність роботи системи хімводоочищення (ХВО) призводить до появи хімічних відкладень (накипу) на внутрішніх поверхнях котлоагрегату.		Перевірити та по можливості модернізувати систему ХВО котельні.
Котел не обладнаний повним комплектом засобів контролю та	5	Обладнати котельню робочими приладами контролю та

регулювання (паромірами, теплолічильниками, системами регулювання процесу горіння та теплового навантаження) або засоби регулювання котлоагрегату налаштовані не оптимально.		регулювання, оптимально налаштувати автоматику котлоагрегатів.
Порушення цілісності обмуровки котла викликає додаткові присоси повітря в топку і збільшує втрати з недопалом і газами, що йдуть.	2-5	Відновити обмурівку котлоагрегату, виявити та усунути неконтрольовані джерела присосів повітря у топку.
Відсутність сучасного насосного обладнання збільшує витрати електроенергії на потреби котельні в 2-3 рази. При цьому зростають і витрати на ремонт та обслуговування застарілого обладнання.		Обладнати котельню ефективним та економічним насосним обладнанням, надійною трубопровідною запірною-регулювальною арматурою.
На кожен цикл "пуск-зупинку" котлоагрегату витрачається значна кількість палива.		Ідеальний варіант експлуатації котельні - її безперервна робота в діапазоні потужностей, визначених режимною картою, використання надійної запірної арматури, високоякісної автоматики та регулюючих пристроїв, що дозволяє мінімізувати втрати, що виникають через коливання потужності та виникнення позаштатних ситуацій у котельні.

З наведених у таблиці 1.1 даних видно, що перелічені в ній джерела додаткових втрат енергії в котельні не завжди явно проглядаються і можуть у сукупності призвести до зниження ККД на 20-25%.

У разі проектування та будівництва нової котельні потрібно оснащувати її таким спеціалізованим обладнанням, яке, маючи високий ККД та надійність, створювало б можливість роботи котла в умовах нерозривного зв'язку із сучасними технологіями автоматичного регулювання процесу виробництва тепла.

1.2. Зменшення тепловтрат в трубопроводах

Наступним етапом діяльності системи тепlopостачання є транспортування теплової енергії споживачеві, що здійснюється трубопроводами теплових мереж. Як правило, при цьому тепла енергія, отримана в котельні теплоносієм, надходить у теплотрасу і спрямовується на об'єкти споживачів.

Величина ККД цієї ділянки залежатиме від ККД мережевих насосів, що здійснюють рух теплоносія (води) теплотрасою, і від втрат теплової енергії по довжині теплотраси.

У таблиці 1.2 відображені чинники, що викликають втрати теплової енергії, та запропоновані заходи щодо їх усунення.

Таблиця 1.2.

Фактори що спричиняють втрати теплової енергії та заходи щодо їх усунення

Фактори, що приводять до втрат теплової енергії	Заходи щодо їх усунення
Для України традиційно характерне підземне прокладання труб у непрохідних каналах - 84 % загального обсягу робіт, при якому як теплоізоляційні матеріали використовуються, як правило, морально застарілі волокнисті матеріали, руйнування яких і подальша зовнішня корозія труб значно скорочує термін їхньої служби: замість нормативного терміну, рівного 25 років, термін служби магістральних мереж становить 12-15 років. розподільних – від 7 до 8 років. мереж гарячого водопостачання – від 3 до 5 років.	Відновити або посилити теплоізоляцію теплотраси, або при економічній доцільності перекласти існуючі трубопроводи, використавши для заміни попередньо ізольовані трубопроводи. Забезпечити широке застосування під час будівництва та ремонту теплових мереж трубопроводів з пінополіуретановою ізоляцією (ППУ).

<p>Перевищення нормативних термінів експлуатації теплової ізоляції та її руйнування вплоть до повного оголення трубопроводу через нестачу фінансових коштів.</p>	<p>Знайти засоби для своєчасного регламентного обслуговування трубопроводу або проводити заміну труб на сучасні з ППУ ізоляцією. Крім пінополіуретану можна успішно використовувати пінобетон. АПБ-У ізоляція універсальна і може використовуватися як для наземних, так і для підземних трубопроводів у каналній та безканалній прокладці..</p>
<p>Значне підвищення вологості теплової ізоляції трубопроводів підземної прокладки через проникнення ґрунтових та стічних вод у зв'язку з незадовільним станом дренажної (водовідвідної) системи теплових мереж.</p>	<p>Забезпечити якісний стан дренажної системи або здійснити заміну труб на труби із прогресивною (ППУ) ізоляцією.</p>
<p>Для трубопроводів надземної прокладки (6 % загального обсягу) можливі такі варіанти порушень теплоізолюючого матеріалу:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Розграбування покривного шару з алюмінію та жерсті як достатньо цінних матеріалів; 2. Заміна необхідного металевого покривного шару трубопроводу на матеріали, що продуваються (склотканина та інші) через нижчу вартість; 3. Значне підвищення теплових втрат через зволоження ізоляції за рахунок атмосферних опадів та продування ізоляції вітром (особливо якщо тепла ізоляція з мінеральної вати) у зв'язку з порушенням покривного шару. 	<p>Вжити заходи для відновлення покривного шару ізоляції трубопроводу.</p>
<p>Розподіл тепла між об'єктами-споживачами не відповідає їх потребам. У цьому випадку тепла енергія перестає ефективно використовуватися на об'єктах споживання і виникає ситуація з поверненням частини теплової енергії зворотним теплопроводом на котельню. Крім зниження ККД</p>	<p>Гідравлічна система теплотраси є основним фактором, визначальним економічність її роботи. Під'єднані до теплотраси об'єкти теплоспоживання повинні бути правильно шайбовані таким чином, щоб розподілялося тепло по них рівномірно.</p>

<p>котлоагрегатів, це викликає погіршення якості опалення в найбільш віддалених по ходу тепломережі об'єктах.</p>	
<p>Використання вітчизняних мережевих насосів із низьким ККД практично завжди призводить до значних перевитрат електроенергії.</p>	<p>Замінити низькоефективні вітчизняні мережеві насоси на сучасні аналоги імпортованих, ККД яких у 2-3 рази більше. При використанні насосів із великою потужністю асинхронних електродвигунів доцільно застосовувати пристрої частотного модулювання для автоматичного керування швидкістю вращения двигунів, що підвищує економічність роботи насосного обладнання у кілька разів.</p>
<p>Аварійні та позаштатні ситуації супроводжуються неконтрольованими витокami теплоносія та витратами на авральні ремонтні роботи на теплотрасі. Причинами частих аварій на тепломережах є втомні напруги, що виникають у трубопроводі через постійний перепад температур, тиску і різного роду вібрацій. Нагріваючись від теплоносія, що передається, за законами фізики труби розширюються і подовжуються, що викликає виникнення механічних напруг значної величини.</p>	<p>Щоб вирішити проблему деформації теплопроводу і не допустити розриву труби, в систему вбудовують спеціальні пристрої - компенсатори, які локалізують стиск та розтяг труб і тим самим усувають вплив цих змін на цілісність єдиної зварної труби. У тепломережах встановлюють трубні, сальникові та сильфонні компенсатори. Донедавна у вітчизняних тепломережах найчастіше використовувалися сальникові компенсатори, які на сьогоднішній день є морально та технічно застарілими. Найбільш оптимальним нині стає застосування компенсаторів сильфонного типу, які не дають витоків і не вимагають обслуговування. Термін служби їх зазвичай відповідає терміну служби трубопроводу. Застосування сильфонних компенсаторів забезпечує надійний та ефективний захист трубопроводів від статичних</p>

	та динамічних навантажень, що виникають при деформаціях, вібрації та гідроударі. Здійснити заміну запірної арматури на трасі з використанням сучасних надійних поворотних заслінок, що значно знизить теплові втрати, а також виключить появу витоків теплоносія через сальники засувки.
Присутність тупикової схеми гарячого водопостачання (ГВП) фактично означає, що близько 35-45% теплової енергії, що потребує ГВП, витрачається марно..	Якщо вода для систем ГВП підігрівається на відстані від об'єкта споживання, то трубопроводи трас ГВП обов'язково повинні бути виконані за циркуляційною схемою.
Неоптимальний температурний графік прямої та зворотної води.	Оптимізація температурного графіку прямої та зворотної води..

Таблиця 1.2. містить досить докладний перелік факторів, що впливають тією чи іншою мірою на втрати в теплових трубопроводах. Якщо система теплотрас грамотно спроектована і гідравлічно налагоджена, видалення найдалшого споживача від місця виробництва енергії рідко становить більше 1,5-2 км і загальна величина втрат зазвичай не перевищує 5-7 %, але фактична величина втрат може становити 25 % і вище.

1.3. Енергоефективні системи опалення будівель

Завершальний етап роботи системи теплопостачання відбувається на об'єктах споживача теплової енергії. Якщо розглядати теплові втрати в теплоенергетичній системі в цілому, то найбільш суттєвими складовими теплових втрат є втрати у споживачів.

Споживання теплової енергії відбувається у двох напрямках: на опалення об'єктів та забезпечення цих об'єктів гарячою водою.

Технічна вода, що надходить на ТЕЦ, влітку нагрівається до 70°, а взимку – до 120°. Далі нагріта вода насосами подається в центральну магістраль, а з неї трубопроводами підводиться до об'єктів споживання і далі надходить у труби системи опалення. Відпрацьована вода, що віддала значну

частину тепла, повертається на ТЕЦ, де запаси холодної води постійно поповнюються. У системі опалення нагрівання повітря на об'єктах здійснюється з використанням радіаторів різних конструкцій.

Система гарячого водопостачання забезпечує населення гарячою водою, що використовується для побутових потреб, і вимоги до цієї води забезпечують її придатність для пиття, існує два варіанти надходження гарячої води до системи ГВП: вода нагрівається на відстані від об'єкта споживання або виробництво гарячої води здійснюється прямо в теплових пунктах (бойлерах) будівель-споживачів. Ефективним і прогресивним обладнанням для цього служать пластинчасті теплообмінники, що мають багато істотних переваг перед традиційно кожухотрубним.

Таблиця 1.3.

Фактори, що викликають втрати теплової енергії в системі опалення і гарячого водопостачання будівель та заходи щодо їх усунення

Фактори, що знижують ККД	Зниження ККД, %	Заходи для підвищення економічності котлоагрегату
Невідповідність характеру опалення поточним погодним умовам (у системах опалення).	15-20	Встановити автоматичну систему регулювання теплового навантаження будівлі за погодними умовами. Використання «погодного» регулювання здатне до 30% знизити споживання тепла при одночасному підвищенні комфортності в його приміщеннях.
Нерівномірний розподіл тепла по об'єкту споживання та нераціональність внутрішньої теплової схеми об'єкта (у системах опалення).	5-15	Налаштувати гідравліку внутрішньої системи опалення за допомогою шайбування або балансувальних клапанів, циркуляційних насосів внутрішнього контуру. При необхідності внести зміну в схему підключення опалювальних приладів, використовувати більш економічні радіатори. По можливості обладнати

		опалювальні прилади радіаторними регуляторами температури у приміщеннях, що дає можливість зниження теплового навантаження до 20 %.
Невідповідність характеру опалення поточним погодним умовам (у системах опалення).	15-20	Встановити автоматичну систему регулювання теплового навантаження будівлі за погодними умовами. Використання «погодного» регулювання здатне до 30% знизити споживання тепла при одночасному підвищенні комфортності в приміщеннях.
Відсутність рециркуляції гарячої води (у системах ГВП).	25	Забезпечити надійну роботу рециркуляції ГВП всередині об'єкта, що дозволяє заощадити теплову енергію, що витрачається на нагрівання води.
Відсутність чи непрацездатність регуляторів гарячої води на бойлерах ГВП (у системах ГВП).	до 15 % навантаження ГВС	Забезпечити ефективну роботу регуляторів температури на бойлерах ГВП. Працездатний регулятор температури на бойлері заощаджує теплову енергію, що йде на потреби ГВП.
Використання трубчастих (швидкісних) бойлерів через наявність внутрішніх витоків, забруднення поверхонь теплообміну та труднощів регулювання.	до 10-15 % навантаження ГВС	Провести ревізію існуючих бойлерів ГВП та при необхідності замінити їх на високоефективні пластинчасті теплообмінники.
Теплопункти (бойлери) оснащені застарілою запірною-регулювальною арматурою.		Обладнати теплопункти надійною та сучасною запірною-регулювальною арматурою.
Відсутність на об'єктах теплоспоживання приладів обліку кількості тепла, що споживається.		Встановити пристрої обліку теплової енергії на об'єктах споживання тепла. Поява картини споживання тепла будівлею в часі дасть можливість провести аналіз ситуації, що склалася, і вибрати найбільш ефективний спосіб використання теплової енергії.

Витіки тепла, спричинені недосконалістю теплоізоляції самої будівлі.		Провести комплекс робіт із утеплення будівлі.
--	--	---

Загальні неявні непродуктивні втрати на об'єкті споживання можуть становити до 35% теплового навантаження. В основі всіх перелічених у таблиці 29 втрат непрямою причиною може бути відсутність на об'єктах теплоспоживання приладів обліку кількості споживаного тепла.

Подані таблиці містять досить докладний перелік всіх можливих втрат теплової енергії на всіх ділянках системи тепlopостачання. Усунення цих втрат забезпечує підвищення ефективності використання теплової енергії, а зрештою і газу, витраченого на її виробництво.

Ліквідація виявлених тепловтрат безпосередньо пов'язана з підвищенням енергоефективності системи тепlopостачання, а зрештою і використання газу, оскільки підвищує ККД усїєї системи.

Рекомендовані заходи щодо підвищення енергоефективності системи тепlopостачання:

1. Заміна основного обладнання ТЕЦ на прогресивне може підвищити її ККД із 75 % до 85 %;

2. Заміна старих тепломереж на сучасні труби, теплоізоляція яких здійснюється відразу в процесі виробництва – труби з ППУ-ізоляцією. При цьому тепловтрати скорочуються в 10 разів – зі 120 Вт/м до 13,21 Вт/м;

3. Встановлення високоефективного обладнання для індивідуальних котелень у приватних будинках, що дозволяє довести ККД усїєї системи до 99 %.

Розділ 2. Аналіз характеристик джерел теплоти для забезпечення теплопостачання будівель

2.1. Огляд джерел теплової енергії

Джерелом теплоти називається комплекс устаткування і пристроїв, за допомогою яких здійснюється перетворення природних і штучних видів енергії в теплову енергію з потрібними для споживачів параметрами.

Потенційні запаси основних природних видів енергії в мільярдах тон умовного палива в світі складають: органічне паливо – $24,7 \cdot 10^3$; ядерне паливо (уран і торій) – $231 \cdot 10^3$; термоядерне паливо (дейтерій) – $56,1 \cdot 10^9$; геотермальна енергія – 500; промениста енергія Сонця (за рік) – $247 \cdot 10^3$; гідроенергія річок (за рік) – 3,35; енергія приливів і відливів (за рік) – 2,31; енергія вітру (за рік) – 7,92.

Для теплопостачання практичне значення на перспективу матимуть органічне і ядерне паливо, геотермальна і сонячна енергія.

До штучних видів енергії, які використовуються для вироблення теплоти на теплопостачання, відносяться «вторинні енергоресурси» промислових підприємств і електрична енергія.

В даний час найширше застосовуються джерела теплоти, що використовують органічні палива: тверде, рідке і газоподібне.

Основними джерелами теплоти є теплоелектроцентралі (ТЕЦ), що виробляють комбінованим способом електричну і теплову енергію, і котельні, що виробляють теплову енергію.

При комбінованому способі виробництва електроенергії і теплоти на ТЕЦ витрачається менше палива в порівнянні з роздільним способом: виробленням електроенергії на конденсаційних електричних станціях (КЕС) і теплоти в котельних. Проте при цьому необхідні великі капітальні витрати на джерело теплоти і теплові мережі, тому з техніко-економічних міркувань теплові ТЕЦ застосовуються зазвичай при теплових навантаженнях $500 \div 800$ МВт і вище, а котельні - при менших навантаженнях.

В залежності від виду робочого тіла, що використовується в циклі станції, ТЕЦ бувають паротурбінні, газотурбінні і парогазові.

Паротурбінні ТЕЦ мають досить високі техніко-економічні показники.

Геотермальна енергія у вигляді гарячої води і пари застосовується для теплопостачання і вироблення електроенергії в багатьох країнах світу.

Використання геотермальної енергії не впливає безпосередньо на навколишнє середовище. Труднощі зазвичай в обмеженості доступних для практичного використання запасів і неоднорідному (іноді агресивному) складі різноманітних геотермальних джерел.

Проведені під егідою ООН дослідження показали, що геотермальна енергія може бути отримана практично скрізь (у одних районах Землі геотермальні води і порожнини високого тиску знаходяться відносно близько від поверхні, в інших – глибше).

Крім того, низькопотенційне тепло у вигляді гарячої води або пари може бути отримано шляхом закачування води до гарячих магматичних шарів літосфери вулканів, тому геотермальна енергія віднесена до найбільш перспективних видів енергії для отримання низькопотенційного тепла.

Вторинні енергоресурси (ВЕР) в даний час знаходять використання на деяких промислових підприємствах для вироблення теплоти на теплопостачання і електроенергії. ВЕР утворюються на промислових підприємствах побічно – в процесі виробництва при випуску основних видів продукції.

До них відносять: фізичне тепло, надлишковий тиск відходів і продукції, а також горючі відходи, потенціал яких не використовується в технологічних циклах.

Вироблення теплоти і електроенергії за рахунок такого потенціалу дозволяє економити паливо на установках, що заміщаються, внаслідок чого підвищуються енергетичні показники промислових підприємств.

Вибір виду палива залежить від ряду факторів: доступності сировини, ціни, зручності у використанні, наявності обладнання.

2.2 Аналіз можливості використання електричної енергії для теплопостачання

Електрична енергія є найбільш досконалим видом енергії, але її вироблення відбувається з великими витратами палива порівняно з витратами його на вироблення тепла: ККД КЕС складає $\approx 40\%$; котельних – $70\div 90\%$, тому пряма трансформація електроенергії в теплоту в різних електродкотлах і електронагрівачах енергетично недоцільна.

Застосування електроенергії для теплопостачання має певні переваги:

- екологічність;
- можливість використання енергії безпосередньо у споживачів;
- відносна простота подачі і використання;
- простота в обслуговуванні обладнання;
- легкість регулювання і вимірювання величини навантаження;
- витрати на виробництво електроенергії оплачують споживачі

тепла.

Недоліки:

- висока вартість;
- для підключення обладнання необхідно велика кількість дозволів та документації;
- періодичне відключення електроенергії;
- потреба в значних потужностях електромережі.

Можливість застосування електроенергії для теплопостачання може розглядатися в окремих випадках, пов'язаних з труднощами доставки палива або прокладки трубопроводів, при достатній потужності електричних станцій і ліній електропередач, при крайній неритмічності і короткочасності режимів роботи теплових споживачів, при значних провалах в графіках електроспоживання в ізольованих станціях і енергосистемах з важкорегулюємими джерелами тощо.

2.3 Використання джерел низькотемпературної теплоти

Для теплопостачання може використовуватися і низькотемпературна теплота (природна і штучна) будь-якого середовища (повітря, води, ґрунту і ін.) за допомогою теплових насосів. Останні підвищують низькотемпературний потенціал середовища до рівня, необхідного для теплопостачання, витрачаючи при цьому деяку кількість електричної, теплової або іншої енергії.

Принцип функціонування теплового насосу

Робоче тіло випаровується і перетворюється в пару, забираючи при цьому необхідне тепло (енергію) із земляного колектора, підземних вод, повітря, використовуючи для цього природне тепло (заощаджену сонячну енергію). Шкраль-компресор стискує газоподібне робоче тіло. При цьому його температура підвищується до необхідної при користуванні.

Через теплообмінник енергія робочого тіла передається в опалювальну систему. При цьому вода в опалювальній системі нагрівається, а робоче тіло охолоджується і в процесі охолодження конденсується до рідкого стану. Охолоджена рідина (робоче тіло) може потрапити в подальшому до компресора тільки через регульовану дюзку (система вприскування, вентиль, експансії).

2.4. Аналіз характеристик основних видів теплових насосів

2.4.1. Теплові насоси, які використовують теплову енергію землі

1. Теплові насоси з горизонтальним плоским колектором (прямого випаровування).

На відповідній кліматичному районі глибині у відповідності до потужності теплового насосу закладається необхідна кількість земляних контурів. Ця система дозволяє відбирати до 82% енергії з землі, безкоштовно. Коефіцієнт використання природної енергії до 5,6. Земляні теплові насоси використовують безкоштовно тепло землі. Дуже сприятливо використовувати

на новобудовах. При цьому досягається високий коефіцієнт використання природної енергії і витрати в порівнянні з бурінням свердловин незначні.

2. Теплові насоси з самоциркулюючими зондами CO₂.

Ця система функціонує з зондами, заправленими CO₂, які відбирають тепло землі в процесі самоциркуляції. Це найбільш сприятлива у природоохоронному сенсі система і рекомендується до застосування в заповідних зонах. Коефіцієнт використання природної енергії до 5,0.

При відборі теплоти зондами з CO₂ функціонують два незалежні контури з робочими речовинами. В CO₂-зонді оксид вуглецю випаровується від стінок зонда теплом землі і самостійно по центру зонда піднімається вгору, де CO₂ в теплообміннику віддає тепло у контур холодоагенту теплового насосу. При віддачі теплоти CO₂ скраплюється і знову стікає по стінках зонда, знову відбираючи тепло землі.

У газоподібній формі (другий контур) робоча речовина потрапляє до компресора теплового насосу, де у процесі стискання отримується висока температура. Потім висока температура газу передається через теплообмінник воді контурів обігріву (обігрів в підлогах). При цьому робоча речовина скраплюється. Через дросель (dsi-Technik) робоча речовина в рідинному стані подається в контури колектору і круговий процес відбору природного тепла починається знову.

Переваги теплових насосів з глибинними зондами CO₂:

- Зонди з CO₂ – самоциркулюючі, тому немає потреби у насосі циркуляції.
- Використання теплових насосів з самоциркулюючими CO₂-зондами рекомендується до застосування в санітарних і заповідних зонах.
- Середньорічний коефіцієнт використання природної енергії можливий до 5,5. Таким чином, 82% отриманої теплової енергії це – безкоштовна енергія землі.
- Використання закритих контурів забезпечує високу ступінь надійності і абсолютно не потребує обслуговування.

- З Heliotherm DSG-корпусом тепловий насос працює особливо тихо.
- Відсутність теплових втрат через додатковий теплообмінник.

2.4.2. Повітряні теплові насоси, які використовують як джерело енергії навколишнє повітря

Це теплові насоси з виносним випаровувачем. Така система ефективна за відсутності земельної ділянки, або при реновації будівлі.

Повітряні теплові насоси використовують тепло навколишнього повітря. В даному випадку тепловий насос має внутрішню і зовнішню частини, які зв'язані системою циркуляції холодоагенту. Внутрішня частина встановлюється у технічному приміщенні, зовнішня – у сприятливому, визначеному проектом, зовнішньому середовищі.

Вентилятор, який працює дуже тихо, всмоктує навколишнє повітря і обдуває ним випаровувач, в якому циркулює робоча речовина, що за своїми фізичними властивостями може випаровуватись при навколишній температурі до -15°C . У газоподібному стані робоча речовина поступає до компресора теплового насосу, в процесі стискання нагрівається і віддає цю енергію через плоский теплообмінник системі обігріву.

Переваги повітряних теплових насосів:

- Відсутність обмежень в кількості повітря, яке виступає в якості енергетичного джерела.
- Система підходить у випадку відсутності земельної площі при санації будівель.
- Оптимізований вентилятор і Helio-therm-DSG-корпус робить роботу установки виключно тихою.
- Не потребує офіційних дозволів.
- Закритий круговий процес забезпечує високий ступінь надійності у роботі, відсутність потреби в обслуговуванні.

- Відсутність втрат теплової енергії через додаткові теплообмінники.

2.4.3. Теплові насоси, які використовують теплову енергію підземних вод

Такі теплові насоси облаштовуються мінімум двома свердловинами. Одна із них подає воду з водоносних пластів ґрунту до теплообмінника теплового насосу, де віддається теплота води, інша сприймає цю воду від теплового насосу і повертає назад в водоносний пласт ґрунту.

Підземні води мають практично постійну річну температуру 7–12° С і є стабільним і надійним джерелом енергії без будь-якої шкоди навколишньому середовищу.

Процес теплообміну відбувається в двох незалежних теплообмінниках. В одному теплообміннику відбирається тепла енергія підземних вод, яка використовується для випаровування холодоагенту, фізична властивість якого випаровуватись при температурі до –15° С. В подальшому круговому циклі холодоагент в газоподібному стані поступає у компресор і в процесі стискання отримує теплову енергію до 65° С і через свій теплообмінник віддає цю енергію на обігрів приміщення, або підготовку гарячої води. Віддавши теплову енергію холодоагент скраплюється і в рідкому стані через дросель (dsi-Technik) в дозі, необхідній для забезпечення теплових потреб будівлі, поступає в теплообмінник, де випаровується під дією теплоти підземних вод і, таким чином, процес повторюється по новому колу.

Переваги теплових насосів, які використовують енергію ґрунтових вод:

- Ґрунтові води протягом року мають стабільну температуру.
- Незначна площа для облаштування свердловин, що має вирішальне значення на обмежених земельних площах при новому будівництві і при установці теплових насосів у діючих будівлях.
- Це – закритий контур циркуляції води, який не потребує

постійного обслуговування і має високий ступінь надійності.

- З корпусом Heliotherm-DSG робочий шум практично нижчий, ніж усі інші побутові шуми.

2.4.4. Інші типи теплових насосів

Це, в першу чергу, абсорбційні теплові насоси, робочими тілами в яких є вода і аміак. Схему роботи такого насосу можна порівняти з компресійним. Випаровувач, конденсатор і регулюючий вентиль відіграють ту ж саму роль. Решта елементів установки виконує функції термохімічного компресора, відсмоктуючи пари аміаку із випаровувача і стискаючи його перед подачею в конденсатор.

Термоелектричні теплові насоси. Їх робота базується на ефекті Пельтьє, суть якого в тому, що при проходженні постійного струму по електричному колу із двох напівпровідників, теплота виділяється на одному із спайів і поглинається на іншому. Холодний спай термоелементу відбирає теплоту із навколишнього середовища, а гарячий спай передає цю теплоту в приміщення, або воду для теплопостачання. Коефіцієнт використання природної енергії таких теплових насосів 2–4. Термоелементи виготовляють зі сплавів на основі вісмуту, телуру, селену, свинцю і сурми.

2.5. Комбінований обігрів (природний газ + тепловий насос)

Гібридні теплові насоси це ті, які використовують як джерело енергії природний ресурс і традиційні джерела енергії. Наприклад, якщо протягом сезону обігріву переважає стабільно плюсова температура і тільки незначний період потребує підвищеної потужності обігріву, такі насоси є економічно вигідні для використання.

Технологія використання газу як джерела теплової енергії детально опрацьована і застосована в практичному використанні. Тут давно використовується як теплота, вироблена у котлах, так і теплота відпрацьованих газів.

В Helioplus-гібридному обігріві використовується теплотворність газу (природного або скрапленого) і тепло землі, ґрунтових вод, навколишнього повітря. Helioplus-гібридний обігрів працює на абсорбційному принципі, використовуючи тепло процесу абсорбції аміаку водою. Для цього процесу в тепловому насосі використовується енергія горіння газу і енергія навколишнього середовища.

Можливий гібрид з використанням ґрунтових вод і газу. Для цього потрібно мати можливість в місці установки теплового насосу забезпечити відповідний водний ресурс. Можливий гібридний тепловий насос зовнішнього розташування. Як правило, такий насос використовує навколишнє повітря, всмоктуючи його вентилятором і відбираючи теплову енергію повітря і як доповнення газ. Така версія дуже придатна, як для обігріву взимку, так і для охолодження влітку.

У разі потреби додаткової термічної енергії використовується або природній або скраплений газ. Холодова потужність використовується для охолодження у системі кондиціонування повітря, а теплова енергія – на гаряче водопостачання. Створюється здорова атмосфера з найвищими показниками при найменших енергетичних витратах.

В процесі отримання 73% холодової енергії відповідно виробляється і використовується 164% теплової енергії.

Теплові насоси це – окремий вид техніки обігріву, де теплота отримується у закритому фізичному процесі стискання газоподібного холодоагенту.

Теплові насоси монтуються одночасно з системою забезпечення природним енергетичним ресурсом.

Система обігріву від теплового насосу використовує низькотемпературний теплоносій, має свої характерні особливості і є його складовою частиною.

Підключення до теплового насосу систем обігріву від опалювального на основі процесу горіння обладнання різко знижує ефективність його роботи.

Приміщення для установки теплових насосів не потребують спеціального додаткового устаткування в порівнянні з опалювальною технікою.

Теплові насоси не мають взагалі ніяких викидів, тим більше шкідливих.

Теплові насоси не потребують обслуговуючого персоналу.

2.6. Альтернативні джерела енергії

При використанні сонячної енергії проводиться перетворення сонячного випромінювання у теплову енергію в сонячних колекторах. Ця теплота використовується для побутових потреб і доповнює потреби на опалення будівель або окремих приміщень.

Найчастіше використовують плоский сонячний колектор як доволі ефективний, сприятливий по ціні і надійний в експлуатації. Він складається із плоского абсорбера, прозорого мало відбиваючого світло застклення, теплоізоляції задньої (нижньої сторони) і рами (найчастіше із алюмінію, або нержавіючого заліза).

Широке розповсюдження отримали також вакуумні колектори, де темний метал посаджено у скляну трубку з додатковими стінками. При цьому теплота виділяється ніби в термосі і по схемі з плоским колектором, заощаджується для подальшого використання в побуті. Такі колектори значно дорожче плоских, але потребують значно меншої площі на свою установку, є більш продуктивними і мають менші теплові втрати. Склопакет колектора зберігає колектор від дії навколишнього середовища і мінімізує теплові втрати (парниковий ефект).

Сонячна енергія як джерело енергії має ряд переваг: чистоту, нескінченність в часі, «безкоштовність», суттєве зменшення або повна відсутність витрат на енергопостачання. Експлуатація панелей сонячного типу виключає значні викиди парникових газів.

Проте широке її застосування зустрічає технічні труднощі унаслідок малої щільності (питомій потужності) і неритмічності дії в часі, тому

використання сонячної енергії активно здійснюється переважно на півдні України, в Середній Азії, Казахстані. Також для покриття всіх потреб великого об'єкту необхідно використовувати значну кількість панелей, що займає велику площу і має значну вартість. Термін експлуатації такого обладнання невеликий.

З економічної точки зору вигідним варіантом може бути ядерна енергія. Джерелами теплоти на ядерному паливі є атомні ТЕЦ і атомні котельні. Вони особливо перспективні для крупних централізованих систем теплопостачання, оскільки економічно доцільні при великих одиничних потужностях.

2.7. Нетрадиційні вуглеводні

Крім природного паливного газу в Україні є і запаси нетрадиційних вуглеводнів. До таких Законом України «Про угоди про розподіл продукції» від 14.09.1999 N 1039-XIV віднесено газ сланцевих товщ, газ (метан) вугільних родовищ, газ центрально-басейнового типу, нафта, конденсат або інша вуглеводнева сировина, яка залягає в нетрадиційних колекторах.

Відповідно і до тексту спеціального дозволу на користування надрами було включено: «Газ природний, Газ природний вугільних шахт (метан), Газ сланцевих товщ, Газ центрально-басейнового типу, Конденсат, Нафта».

Метан вугільних пластів (“coal bed methane” – СВМ) – це газ, який вилучають до початку виїмки вугілля або навіть і без його видобутку, шляхом різноманітних технологій впливу на вугільні пласти через пробурені з поверхні до вугільного покладу свердловини: гідророзриву, спрямованого мультиратерального буріння бурових свердловин, відкачування води і т.д.

Метан вугільних шахт “coal mine methane” (СММ) – газ, який вилучають у процесі розробки вугільних родовищ методами поточної дегазації.

“Coal abandoned methane” (САМ) – вільний і десорбований метан виробленого простору шахтних лав і закритих шахт, який відкачується

вакуумними помпами через пробурені у виробки свердловини.

Промисловим вважається видобуток метану вугільних пластів (СВМ).

Утилізація та використання шахтного метану пов'язані з його супутнім вилученням на діючих шахтах. Підземна дегазація здійснюється на 44 шахтах України. Загальний обсяг метану дегазації складає 330 млн м³. При цьому утилізується лише 140 млн м³, тобто лише 42 %. Для порівняння, у Німеччині цей показник становить 80 %.

Супутній метан – може стати надійним альтернативним джерелом енергії та тепла. Але цей вид енергії має свої недоліки: нестабільний склад метано-повітряної суміші та її висока вибухонебезпечність; недостатня геологічна вивченість умов залягання метану; значна собівартість кінцевого продукту, яка визначається не лише дорогою вартістю самої технології вилучення, а й відсутністю державних і податкових стимулів для її розвитку.

Зараз в Україні почали використовувати перше родовище газу щільних порід Святогірське, яке знаходиться в центрі Юзівської ділянки на території Донецької та Харківської областей. Потужність видобутку може сягати до 20 млрд куб. м газу на рік.

2.8. Природний паливний газ

Найпоширеніший вид опалення в Україні - опалення газом. Україна посідає 4-і місце у світі після США, Росії та Німеччини за рівнем споживання природного газу.

Природний газ має ряд переваг в порівнянні з іншими видами палива:

- вартість видобутку природного газу значно нижча, ніж інших видів палива; продуктивність праці при його видобутку значно вища, ніж при видобутку вугілля і нафти;
- висока теплота згорання робить доцільним транспортування газу по магістральним газопроводам на значні відстані;
- забезпечується повнота згорання і полегшуються умови праці обслуговуючого персоналу котелень;

- відсутність в природних газах оксиду вуглецю запобігає можливості отруєння при витоках газу, що особливо важливе при газопостачанні комунальних і побутових споживачів;

- газопостачання міст і населених пунктів значно покращує стан їх повітряного басейну;

- забезпечується можливість автоматизації процесів горіння, досягнення високих ККД, причому найбільше збільшення ККД досягається в житлово-комунальному господарстві;

- природний газ є кошовною сировиною для хімічної промисловості;

- висока жаропродуктивність (більш 2000° С) дозволяє ефективно застосовувати природний газ як енергетичне і технологічне паливо.

Природний газ має наступні **технологічні переваги**:

- при спалюванні природного газу потрібний мінімальний надлишок повітря для горіння і досягаються високі температури в газовикористовуючих пристроях;

- природний газ містить найменшу кількість таких шкідливих хімічних домішок, як сірководень;

- при спалюванні природного газу можна забезпечити точніше регулювання необхідної температури, чим при спалюванні інших видів палива, що має велике значення в процесах, що вимагають високої точності температурного режиму.

Крім того, це дозволяє економити паливо, оскільки із-за ширших коливань регулювання діапазонів температур при спалюванні інших видів палива доводиться часто вести процес на верхньому температурній межі, що спричиняє за собою перевитрату палива;

- використання природного газу дозволяє здійснити порівняно швидке розігрівання теплових агрегатів і звести до мінімуму теплові втрати при зупинці цих агрегатів, що також сприяє економії палива;

- при використанні природного газу відсутні втрати від

механічного недопалювання;

- при спалюванні природного газу пальник можна розташувати в будь-якому місці печі, що створює сприятливі можливості для тепловіддачі і необхідний температурний режим;

- форма газового полум'я порівняно легко регулюється і піддається змінам, що особливо важливе, коли виникає необхідність швидко зосередити і розвинути в певному пункті високий ступінь нагріву.

В той же час газовому паливу властиві і **негативні властивості**: природний газ вибухо- і пожежебезпечний.

Досить висока вартість підключення абонентів до елементів газопостачання;

Нестабільний тиск в системі призводить до збоїв в роботі обладнання;

Підключення та поточне обслуговування здійснюють тільки сертифіковані організації.

Запаси природного газу обмежені.

Постійне зростання цін на даний вид палива дуже ускладнює розрахунок вартості опалення навіть на один опалювальний сезон;

Крім того, ціна на газ коливається в значному діапазоні.

Вартість природного газу в 2023 році 16802,50 грн за 1 тис м³.

В сучасних реаліях вартість і доступність паливо-енергетичних ресурсів напряму впливає на стабільність країни, забезпечуючи сталу роботу як промислових підприємств, так і підприємств, що генерують тепло для забезпечення комунально-побутових потреб населення. Тому питання вибору і доступності обраного джерела тепlopостачання дуже актуальне.

Розділ 3. Вибір джерела теплової енергії для системи тепlopостачання будівлі бізнес-центру

3.1. Аналіз можливих варіантів джерел теплової енергії

В мікрорайоні міста у відповідності до перспективного плану заплановано реконструкцію адміністративної будівлі з перепрофілюванням об'єкту в бізнес-центр.

При відсутності центральних інженерних комунікацій або відсутності технічної можливості по приєднанню додаткових споживачів проблема теплозабезпечення може бути вирішена за допомогою автономних інженерних систем. Це пов'язане з появою на ринку великої різноманітності автоматизованих газових котлів, в основному малої та середньої потужності.

Тому для вирішення проблеми підвищення енергоефективності системи тепlopостачання будівель пропонується при проектуванні та реконструкції систем тепlopостачання вибирати схеми газо- і тепlopостачання з локальними джерелами тепlopостачання. Це може бути дахова або блочно-модульна котельня, що обслуговує один або декілька будівель (рис. 3.1.).

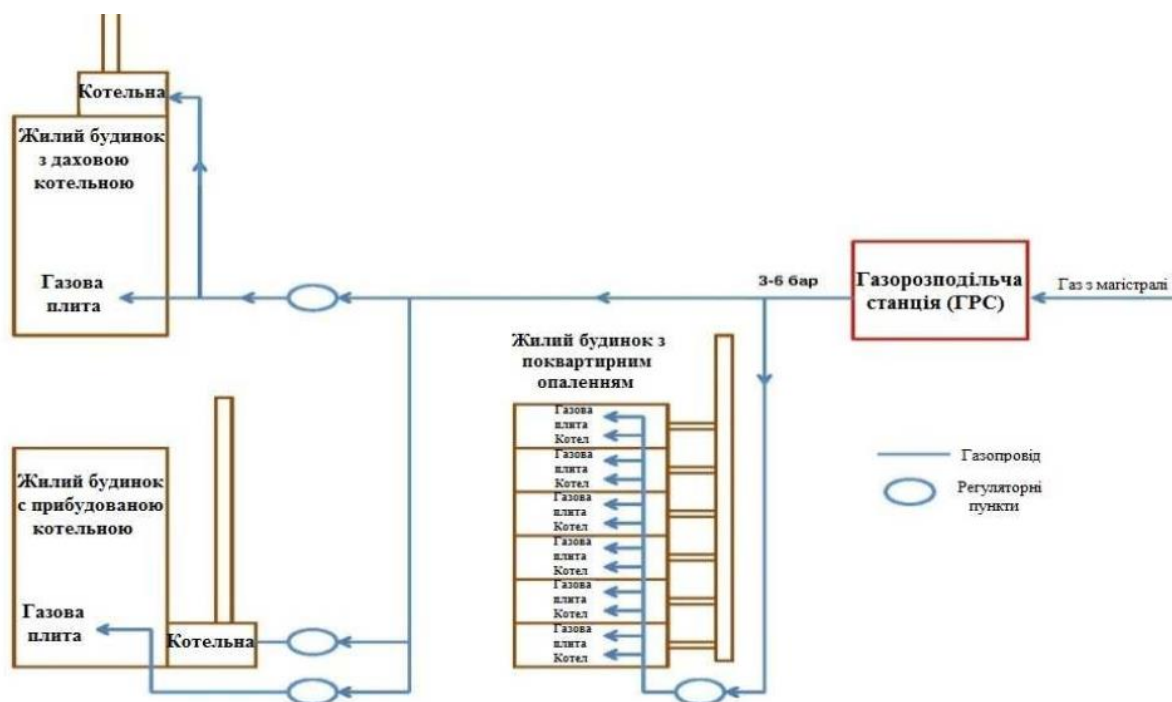


Рис. 3.1. Схема газо- і тепlopостачання при автономних (локальних) джерелах тепlopостачання

Визначення ефективності застосування дахової котельні буде проводитися на підставі техніко-економічне обґрунтування вибору джерела енергії для забезпечення теплопостачання бізнес-центру.

У відповідності до вихідних даних будівля бізнес-центру 6-ти поверхова, висотою 23,41 м.

Необхідна теплова потужність для забезпечення потреб з опалення і гарячого водопостачання будівлі 1370 МВт.

Для проведення вибору варіанта джерела теплопостачання необхідно враховувати наступне:

- 1) чи є в даному мікрорайоні система централізованого теплопостачання і її характеристики;
- 2) джерело теплопостачання повинно мати високу енергоефективність і не мати негативного впливу на експлуатаційні характеристики наявної в мікрорайоні системи теплопостачання;
- 3) джерело теплопостачання повинно забезпечувати мінімальну кількість викидів забруднюючих речовин в атмосферу;
- 4) доступність, вартість і можливість застосування сучасного обладнання з високим ККД і безпеки і низьким рівнем викидів;
- 5) можливість мінімізації тепловтрат і працевитрат при застосуванні тільки попередньо ізольованих трубопроводів;
- 6) мінімізація витрат палива і експлуатаційних витрат.

Для бізнес центру розглядається наступні варіанти джерел теплопостачання:

- 1) централізоване теплопостачання від існуючої теплової мережі;
- 2) місцеве теплопостачання від власної котельні, що використовує електричну енергію;
- 3) місцеве теплопостачання від власної котельні, що використовує природний газ;

4) місцеве теплопостачання від власної котельні, що використовує джерела низькотемпературної теплоти.

На підставі інформації про загальну площу ділянки, де розташований бізнес-центр, щільність забудови, можливість підключення нового об'єкту до існуючих мереж тепло-, газо- і електропостачання зроблено наступний висновок.

З огляду на обмежені можливості існуючих мереж теплопостачання та відомі усім труднощі з прокладанням нових тепломереж (особливо в місцях з існуючою історичною забудовою), зараз широко використовуються рішення по організації локальних теплових пунктів, що розраховані на опалення та гарячу водопідготовку лише для одного приміщення. Не завжди вдається розмістити цю котельню поруч з будівлею – потрібно витримувати протипожежний розрив, а це, інколи, неможливо, з огляду на обмеженість площі прилеглої ділянки землі біля приміщення.

Так як загальна площа ділянки будівництва бізнес-центру невелика (15 га), можливість для розташування теплових насосів, що використовують низькотемпературне тепло ґрунту, на даному об'єкті відсутня.

Для забезпечення необхідних параметрів для роботи котельні, що використовує електричну енергію, необхідно забезпечення додаткових електричних потужностей в кількості 4-5 МВт.

Також розмір ділянки будівництва не дозволяє забезпечити і розміщення необхідної кількості баків – акумуляторів для накопичення тепла, відібраного вночі при використанні економного «нічного тарифу», акумуляції тепла та його використання в денний час.

Обмежений розмір ділянки робить пріоритетним застосування дахової котельні, яка добре підходить для будівництва у великих містах, відмінною рисою яких є щільне будівництво і висока вартість землі, що утруднює забезпечення теплом нових будівель за рахунок будівництва наземних котелень.

В такому разі котельні, що розміщуються на даху будівлі (так звані

«дахові» котельні), виявляються чи не єдиним рішенням, на яке можна розраховувати. Застосування дахових котелень також має ряд переваг в порівнянні з наземними, а саме:

- за рахунок відсутності довгих теплотрас дахові котельні мають високу енергоефективність;
- вартість 1 Гкал тепла дахових котелень у середньому коштує в 1,4 рази нижче, порівняно із вартістю теплової енергії від централізованих систем;
- дахові котельні не вимагають витрат на землевідведення та спорудження окремого будинку для котельні;
- ефективна економія газу знижує локальні викиди в атмосферу;
- забезпечується оптимальний керований тепловий режим «за потребою»;
- немає необхідності будувати окреме приміщення, економиться земельний простір;
- висока ефективність (ККД до 95%),
- мінімальні тепловтрати;
- наявність сприятливих умов для відведення димових газів і подачі первинного і вторинного повітря в котли.
- автономна робота системи не потребує обслуговування оператора;
- відсутня необхідність в спорудженні димовідвідних каналів значної висоти;
- швидкий і недорогий монтаж;
- відсутність небезпеки аварійного надходження природного газу або димових газів в приміщення; надійність;
- екологічність.

Дахові котельні також актуальні в якості додаткового джерела тепла з метою використання їх як основного джерела тепла від відновлювальних джерел, наприклад, геліоколекторних систем. Цей спосіб використання відновлювальної енергії, особливо для ГВП, наразі стає все більш популярним.

Але через особливості клімату на території України, самостійно забезпечити потреби в теплі, особливо в зимовий максимум, одна сонячна геотермальна система нездатна, вона потребує «підтримки» від інших систем опалення. З огляду на те, що сонячні установки розташовуються на даху багатоповерхового будинку, а дахові котельні розміщуються поруч з ними, з'являється можливість ефективно і оперативно регулювати спільну комбіновану подачу тепла. При цьому, дахове перекриття самої дахової котельні також може бути використано як площа для монтажу геліоколекторів і / або фотовольтаїчних панелей.

Дахові котельні розташовуються на даху будівлі або над дахом на спеціально встановленій основі. Автономні дахові котельні можуть бути стаціонарними, в блокових і модульних рішеннях або блочно-модульними.

Блочно-модульна це конструкція з двох і більше модулів, оснащених необхідним обладнанням заводського збирання.

Модульні варіанти автономних котелень і блокових котелень значно скорочують час монтажу, оскільки це збірки високої заводської готовності, які не вимагають значного часу для влаштування і введення в експлуатацію котельні.

Фахово запроектована автономна система теплопостачання характеризується високою ефективністю і продуктивністю і надійністю.

3.2. Вихідні дані для розробки техніко-економічного обґрунтування

Техніко-економічне обґрунтування розроблено у відповідності до:

1. ДБН А.2.2-3:2014 Склад та зміст проектної документації на будівництво;
2. ДБН В.2.5-77:2014 Котельні;
3. ДБН В.2.5-39:2008 Теплові мережі;
4. ДБН В.2.5-20:2018 Газопостачання;
5. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування;
6. ДБН В.2.6-31:2016 Теплова ізоляція будівель;
7. ДСТУ - Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія;
8. ДСТУ Н.Б.В.2.5-35:2007 Теплові мережі та мережі гарячого водопостачання з використанням попередньо теплоізольованих трубопроводів. Настанова з проектування, монтажу, приймання та експлуатації;
9. НАПБ А.01.001-2015 Правила пожежної безпеки;
- 10.НПАОП 0.00-1.76-15 Правила безпеки систем газопостачання;
- 11.НПАОП 0.00-1.81-18 «Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском»;
12. Ситуаційний план.

Сумарне теплове навантаження офісного центру – 1 370 кВт.

Теплопостачання передбачено від автономної дахової котельні.

Схема теплопостачання – замкнута.

Параметри теплоносія – 80\60 С.

Потреба в тепловій енергії будівлі бізнес-центру

№	Найменування	На опалення, кВт	На вентиляцію, кВт	На ГВП, кВт		Всього разом з ГВП макс, кВт
				макс	серед	
1	Будівля бізнес-центру	1370	-	-	-	
2	Всього	1370	-	-	-	1370

Споживачі теплової енергії за надійністю теплопостачання відносяться до другої категорії згідно ДБН В.2.5-39:2008.

Кліматологічні умови будівництва об'єкту згідно ДСТУ Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія»:

- розрахункова температура повітря найбільш холодної п'ятиденки (-22 °С);
- середня температура повітря найбільш холодного місяця (- 4,7 °С);
- середня температура повітря за опалювальний період (- 0,1 °С);
- температура повітря найтеплішої доби (+ 28 °С);
- температура повітря найтеплішої п'ятиденки (+23 °С);
- тривалість опалювального періоду 176 діб.
- розрахункова швидкість вітру: холодний період - 3,2 м/с, теплий період - 1,7 м/с.

3.3. Вибір джерела теплопостачання

Техніко-економічним обґрунтуванням передбачається розгляд таких варіантів джерел теплопостачання для будівлі бізнесцентру:

1. Централізоване теплопостачання

джерелом теплопостачання є існуючі теплові мережі КП «Київтеплоенерго».

2. Автономне теплопостачання від газової дахової котельні.

3. Автономне теплопостачання від котельні, що використовує для теплопостачання електричну енергію

Другий і третій варіанти будуть мати ідентичну внутрішню систему теплопостачання. Відсутня необхідність підведення мереж газопостачання до котельні. Вартість електричних котлів менше за вартість газових. Гаряче водопостачання в такому випадку краще влаштувати від індивідуальних емкісних електричних водонагрівачів. Але витрати електричної енергії для теплопостачання збільшаться в декілька разів.

Необхідно також враховувати, що збільшення електричної потужності не завжди має технічну можливість во впровадження, так як темпи збільшення споживання електричної енергії в Києві, в цілому випереджають темпи будівництва нових підстанцій та електричних розподільчих мереж;

Визначення варіанта найефективнішого джерела теплопостачання базується на врахуванні наступних факторів:

1. Наявності технічної можливості підключення до системи централізованого теплопостачання міста;
2. Високий рівень енергозбереження безпосередньо в системі теплопостачання;
3. Мінімізація викидів забруднюючих речовин в атмосферу;
4. Застосування обладнання з високими теплотехнічними і покращеними екологічними показниками;
4. Застосування тільки попередньо ізольованих сталевих труб для теплових мереж;
5. Мінімізація витрат палива на потреби теплопостачання.

Розділ 4. Проектування дахової котельні

4.1. Вибір обладнання для автономної газової дахової котельні

Для тепlopостачання офісного центру розглядається будівництво газової котельні, розташованої на покрівлі будинку.

Необхідна теплова потужність - 1370 МВт.

Будівля котельні на даху геодезична відмітка +23.410, одноповерхова, загальна площа котельної зали 32,52 м², об'єм – 121,95 м³.

Котельня відносяться до другої категорії надійності тепlopостачання, згідно вимог ДБН В.2.5-77:2014. За вибухової, вибухопожежної небезпеки котельні віднесені до категорії «Г».

Для дахової котельні обрано конденсаційні газові котли, які наразі є найбільш ефективним обладнанням для отримання теплової енергії від спалювання газу.

Їх особливість в тому, що теплообмінники використовують енергію, що виділяється водяною парою під час їх конденсації, що підвищує його ефективність до 108-109%.

Цей процес може здійснюватися тільки за рахунок того, що продукти горіння охолоджуються до певної температури, званої точкою роси, зазвичай вона становить 55 градусів. На відміну від традиційного котла, цей тип котла забезпечує високу економію газу близько 20% і тим самим сприяє зниженню вартості всього опалення в цілому.

4.2. Огляд конденсаційних котлів фірми Ferrolі

Серія ECONCEPT КОМБІ 25С-35С - підлогові газові конденсаційні котли, які забезпечують гарячою водою систему опалення і ГВП. Вони оснащені 140-літровим накопичувальним котлом, високоефективним алюмінієвим теплообмінником, керамічним пальником з оборотним полум'ям

і дуже низьким рівнем викидів. Ці котли можуть бути додатково обладнані комплектами для роботи в багатоконтурній системі. При оснащенні цим обладнанням котел може забезпечити одночасну роботу трьох контурів з різними температурами, наприклад: контуру нагріву, двох компонентів опалювальної підлоги плюс контур ГВП. ECONCEPT КОМБІ 25А 25А Чиста потужність (макс/хв.), кВт 24,7/7,3 34,6/10,2



Рис. 4.1 Підлоговий котел ECONCEPT КОМБІ 25С-35С

ECONCEPT ST – настінний конденсаційний котел з вбудованим динамічним котлом (модель С). Котел характеризується високою ефективністю і низькими викидами. У котлі ECONCEPT ST всі робочі параметри і аварійна індикація чітко відображаються на РК-дисплеї з підсвічуванням. Вбудовані метеозалежні функції управління з можливістю підключення блоку управління Romeo роблять процес підтримки визначених користувачем характеристик зручним і простим. Econcept ST 25 ST 25 ST 35 Чиста потужність (макс/хв.), кВт 25,2/5,3 34,8/6,5

ECONCEPT TESH - це новий компактний конденсаційний котел. Моделі як для обігріву, з можливістю підключення зовнішнього котла, так і двоконтурні моделі з високошвидкісним пластинчастим теплообмінником.

Традиційні функції настінних котлів FERROLI: морозостійкий захист, протиблокувальні насоси, метеозалежне регулювання, можливість роботи з блоком дистанційного керування Romeo. Econcept Tech 25 A 25 C 35 A 35 C
Потужність мережі (макс/хв.), кВт 15,0/3,5 24,7/7,3 34,6/10,2 34,8/6,3

ENERGY TOP - це новий настінний опалювальний конденсаційний апарат зі сталевим пальником попереднього змішування і трубчастим алюмінієвим конденсаційним теплообмінником. Дві моделі: 80 і 125 кВт. Мають захист від обмерзання, антиблокування насосів, метеозалежне регулювання, можливість роботи з блоком управління Romeo.

4.3. Навісні каскадні рішення для дахових котелень

Елементами дахової котельні багатопверхового будинку є: котел (котли, каскад котлів), теплообмінник або гідравлічний сепаратор, розширювальний бак, система водопідготовки, насоси, запірні та регулюючі арматура, комплект контрольно-вимірювальних приладів, апаратура керування котлами і котельні в цілому, труби для відводу рештків газів. Теплопункт такої котельні може розміщуватися в одному приміщенні з котельнею або окремо. Дахові котельні використовують стандартні фітинги для підключення, отже, об'єднання їх з системами опалення будівлі не є проблемним. Теплообмінник використовується для того, аби гідравлічно роз'єднатися із системами опалення та системою водопідготовки. До дахових котелень висуваються додаткові вимоги – вони мають обмеження щодо звукоізоляції та вібрації.

Найбільш широковживаним та зручним джерелом енергії для дахових котелень є газ, а котловими агрегатами стають економічні конденсаційні одно- та двоконтурні котли, що поєднуються у каскад.

Вдалим способом облаштування дахових котелень є використання навісних конденсаційних газових котлів. За рахунок навісного монтажу та трубній розводці (із регулюючою арматурою і допоміжними пристроями) є значна економія у площі, що буде займати приміщення дахової котельні.

У каскад можна поєднувати від 2 до 6–8 котлів, при цьому, кожен з них має можливість глибокої модуляції – 1:10. За рахунок цього можна набрати потрібну потужність (від декількох десятків кіловат до 1,2 МВт). Звичайно, дахові котельні можна використовувати не тільки у багатоповерхових будівлях, але й у невеликих будинках.

Для цього можна використовувати котли середньої потужності, як, наприклад, настінний одноконтурний конденсаційний котел серії Genus ONE з модуляцією 1:10 (потужність 24, 30, 35 кВт) та функцією повної модуляції насоса.



Рис. 4.2. Одноконтурний конденсаційний котел серії Genus ONE

Котли серії Genus ONE забезпечують повний контроль за усіма системами: завдяки можливості підключення, приладів Sensys, які керують роботою котла та інших пристроїв управління (гідравлічні модулі, сонячні системи, додаткові пристрої). На рис. 3.2 показаний випадок, коли (умовно) два котла у каскаді доєднані до керуючого пристрою RVS та застосовуються для системи опалення із декількома контурами опалення та ГВП – 2-а високотемпературними контурами, 4-а низькотемпературними та баком-накопичувачем для системи ГВП.

При роботі у каскаді котли серії Genus ONE мають особливості, що надають їм переваги при застосуванні саме у дахових котельнях:

- максимальна тиша і акустичний комфорт: котли Genus ONE System обладнані спеціальним глушником забору повітря, додатковою
- звукоізоляцією і функцією захисту від частих вмикань;
- дуже точне регулювання потужності завдяки модуляції 1:10, відповідно до запиту щодо споживання тепла;
- одноконтурні моделі забезпечені триходовим клапаном із сервоприводом і датчиком температури бака непрямого нагріву для можливості безперервної подачі гарячої води для системи ГВП, що реалізується завдяки підключенню до зовнішнього резервуару.
- котли Genus ONE System виготовляються з надміцних композитних матеріалів: основний теплообмінник (спіральний) і теплообмінник ГВП (пластинчастий) з нержавіючої сталі, тому гарантують високу надійність і дуже тривалий життєвий цикл;

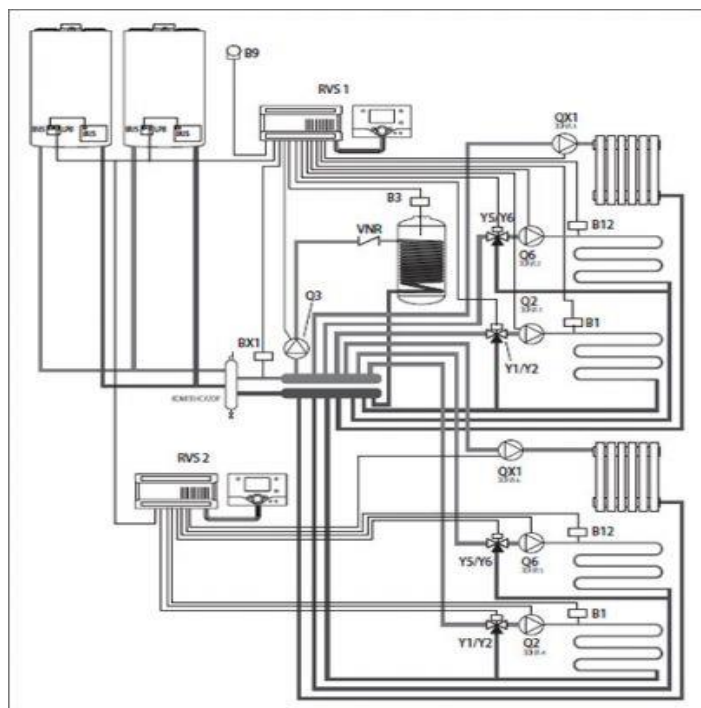


Рис. 4.3. Можливості окремого регулювання різних контурів опалення та ГВП для конденсаційних котлів

- два фільтри механічної очистки – окремо в контурі опалення та ГВП. Система подачі води до ГВП має функцію захисту від утворення накипу і блокування циркуляційного насосу і триходового клапану;
- конструкція запобігає замерзанню води в трубах, захищаючи не тільки настінний котел, але і всю систему в цілому;
- вентилятор з автоматичним плавним регулюванням швидкості подає дуже точну пропорцію повітря у повітряно-газову суміш, що забезпечує повне згорання газу;
- є можливість роботи за умов зниженого тиску газу, низького тиску і малого надходження води.
- Для побудови каскаду навісних котлів та з метою отримання більшої загальної потужності котельні можуть знадобитись агрегати з більшою одиничною потужністю.



Рис. 4.4. Котли Genus Premium Evo HP 85-150 кВт

Конденсаційні котли із підвищеною одиничною потужністю, які можна застосовувати для роботи в каскаді, більш ефективні у порівнянні з традиційними котлами та мають такі особливості:

- утилізацію високої температури димових газів;

- використання прихованого тепла у процесі конденсації водяної пари.

Головний теплообмінник таких котлів виготовлений з високоякісної нержавіючої сталі. Котли комплектуються термостатом перегріву, що розташований у випускному колекторі продуктів згоряння, та термозапобіжником.

Циліндричний преміксний пальник (тобто, пальник із попереднім змішуванням), корпус якого виготовлено з нержавіючої сталі з перфорованими стінками, може працювати як на природньому, так і на скрапленому газі. У деяких випадках використання скрапленого газу є доречним. Горіння відбувається на зовнішній стінці пальника із отворами малого діаметру. Отвори на внутрішній стінці мають більший діаметр, що забезпечує рівномірне постачання газу.

Існує декілька можливих типів монтажу

- «у ряд на раму» (до 6 котлів включно);
- «спина до спини» (до 8 котлів включно).

Тобто, якщо потрібна максимальна потужність одного каскаду 1,2 МВт, а модуляція кожного з котлів 1:4, це означає, що модуляція всього каскаду з восьми котлів складає 1:32, тобто, діапазон регулювання становить від 3% до 100% від загальної встановленої потужності.



Рис. 4.5. Приклад каскадної установки (3 шт. Genus Premium Evo HP 65 кВт)

Каскадна автоматика котлів має функцію рівномірного відпрацювання ресурсів, а саме – після завершення певного відрізка часу (годин, скільки працював котел) головним (першим) у каскаді призначається найменш відпрацьований котел. Точне значення ресурсу можна задати в технічному меню. Головний котел змінюватиметься почергово, один за одним, щоб загалом кожен з котлів у каскаді відпрацював приблизно однаковий робочий час, порівняно з іншими.

Каскадна автоматика котлів дозволяє організувати керування, залежне від погодних умов, з контролем до шести зон включно, з двома зонами нагріву ГВП. Всі датчики під'єднуються до каскадного контролера, також, цей контролер керує насосами, триходовими клапанами, тощо.

Завдяки конденсаційній технології, каскади з котлів серії Genus Premium Evo HP зберігають до 35% енергії та суттєво зменшують витрати на газ. Глибока модуляція кожного з котлів у каскаді забезпечує дуже широкий діапазон регулювання потужності каскаду в цілому, що за умов керування, яке залежить від погодних чинників за потреби дозволяє скоротити.

Для покриття теплових навантажень в котельні проектується встановлення 12 сучасних конденсаційних газових котлів “Energy TOP W125” фірми “Ferrolі” одиничною потужністю 116кВт при температурному графіку 80/60°C. Сумарна встановлена потужність котельні $N_{вст.} = (116 \times 12) = 1392$ кВт.

Котли типу “Energy TOP W125” фірми “Ferrolі” – це високоефективні конденсаційні газові котли. Котли мають систему управління з вбудованими регуляторами температури води в котлі. Це забезпечує заданий режим роботи котл. Також з'єднувальні комплекти котла дозволяють встановити необхідні контрольно- вимірювальні прилади. Котли “Energy TOP W125”обладнані насосами WILO TOP-S 30/10, запобіжними клапанами $\phi 25$ мм, та дренажним зливовим краном . Для температурної компенсації збільшення об'єму води в

водяній системі котельної та приєднаних трубопроводів в котельні встановлюються два мембранних розширювальних баки об'ємом по 1 м³. Кожний котел відключається від трубопроводів котельні запірною арматурою.

Для забезпечення роботи котельні встановлюється система водоприготування води, що усуває з водопровідної води хімічні сполуки, що можуть відкладатись на поверхнях нагріву котлів, в трубах теплових мереж та опалювальних приладах.

Для підвищення енергоефективності роботи котельня обладнується системою автоматизації. Вона забезпечує ефективну роботу котлів в «каскаді» - в кожний момент роботи котельні в роботі знаходиться мінімальна необхідна кількість котлів. Коли навантаження підвищується, вмикається необхідна кількість додаткових котлів. Система автоматики слідкує за тим, щоб кількість годин роботи всіх котлів був рівномірною, це зменшує нерівномірність спрацьовування ресурсу окремих котлів або груп котлів.

Прилади безпеки та контролю забезпечують безаварійний, енергоефективний режим споживання енергоресурсів.

Система газопостачання котельні забезпечена газорегулюючою шафою (ШРП), що забезпечує підтримання тиску газу в котельні та захист обладнання та газопроводів від аварійних режимів газового обладнання.

Перед ШРП встановлюється вузол комерційного обліку газу.

Робота котельні передбачається на природному газі. Резервне паливо не передбачається.

4.4. Технічні характеристики котлів

Технічні характеристики застосованих котлів зведено в таблицю 5.1.

Технічні характеристики обраних котлоагрегатів

№	Назва	Од.виміру	Значення
1	Типоряд котла	Ferrolі	Energy TOP W125
2	Тип котла		Конденсаційний
3	Теплова потужність номінальна (80/60°C)	кВт	116
4	К.К.Д. котла (80/60°C)	%	98
5	Допустима робоча температура	°C	95
6	Габаритні розміри: -довжина -ширина по «фронту»	мм мм мм	440
7	Суша маса котла	кг	51
8	Об'єм котлової води	л	7
9	Максимальний робочий тиск	бар	6
10	Витрата газу	м ³ /год	9,08
11	Витрата димових газів	кг/год	197

4.5. Нормативна база

Прийняті технічні рішення базуються на підставі нормативних документів:

- ДБН В.2.5-77-2014 «Котельні»;
- ДБН А 2.2-3-2014 «Склад, порядок розроблення, погодження та затвердження проектної документації для будівництва»;
- «Рекомендації з проектування дахових, вбудованих і прибудованих котельних установок та встановлення побутових теплогенераторів, що

працюють на природному газі» м. Київ, 1998 р .;

- ДБН В.2.5-20-2001 «Газопостачання»;

- ДНАОП 0.00-1.26-96 «Правила будови і безпечної експлуатації парових та водогрійних котлів з тиском пари не більше 0,07 МПа, водогрійних котлів водопідігрівачів з температурою нагріву води не вище 115 ° С»;

- ДБН в.2.2-9-2009 «Громадські будинки та споруди. Основні положення»;

- ДНАОП 0.00-1.11-98 «Правила будови і безпечної експлуатації трубопроводів пари і гарячої води»;

4.6. Технічні рішення

Даним проектом передбачається влаштування котельні для теплопостачання частини нежитлових приміщень будівлі виробничого та адміністративно-торговельного призначення в м. Києві.

Котельня є вбудована на відм. +23.410.

Котельня по призначенню є опалювальна, по надійності відпуску тепла споживачеві відноситься до другої категорії. Максимальна теплова продуктивність котельні - 1392 кВт.

Теплова схема котельні передбачає отримання теплоносія - води з температурою 80/60 °С яка з котельні надходить до теплового пункту. Регулювання температури теплоносія виконується в індивідуальних теплових пунктах. Відведення димових газів від встановлених котлів передбачено окремими димовими теплоізольованими трубами.

Для будівництва передбачено:

- підземного газопроводу-вводу середнього тиску прийнята поліетиленова труба ПЕ 80 SDR 17,6 - 90x5,2 ДСТУ Б В.2.7-73-98.

- підземного розподільчого газопроводу середнього тиску з ПЕ труб Ø110x6,3мм;

- надземного газопроводу-вводу середнього тиску зі сталевих труб Ø76x3,5мм по фасаду та покрівлі будівлі;

- влаштування ШГРП, ВОГ на покрівлі на стіні котельні.

Джерелом газопостачання котельні є існуючий розподільчий газопровід Ду 300 мм середнього тиску.

Для зниження тиску газу і підтримання його на заданому рівні проектом передбачається встановлення ШГРП з регуляторами тиску газу RG/2MBZ Ду25 фірми «Madas», Італія, з двома лініями редукування (1-робоча, 1-резервна).

Тип газорегуляторного обладнання визначався з врахуванням тиску газу на вході та виході з нього. Пропускна здатність регуляторів приймаємо на 20% більше розрахункової витрати газу: $148,56 \times 1,2 = 178,27$ нм³/год. При тиску газу на вході $P_{вх} = 1 \div 0,98$ кгс/см² і тиску на виході $0,03$ кгс/см² даний регулятор пропустить $Q = 230$ нм³/год. При тиску газу на вході $P_{вх} = 3$ кгс/см² і тиску на виході $0,03$ кгс/см² даний регулятор пропустить $Q = 420$ нм³/год.

ШГРП розміщується в шафі на стіні котельні. Регулятор тиску газу з запобіжно-запірними клапанами. Встановлюється запобіжно-скидний клапан.

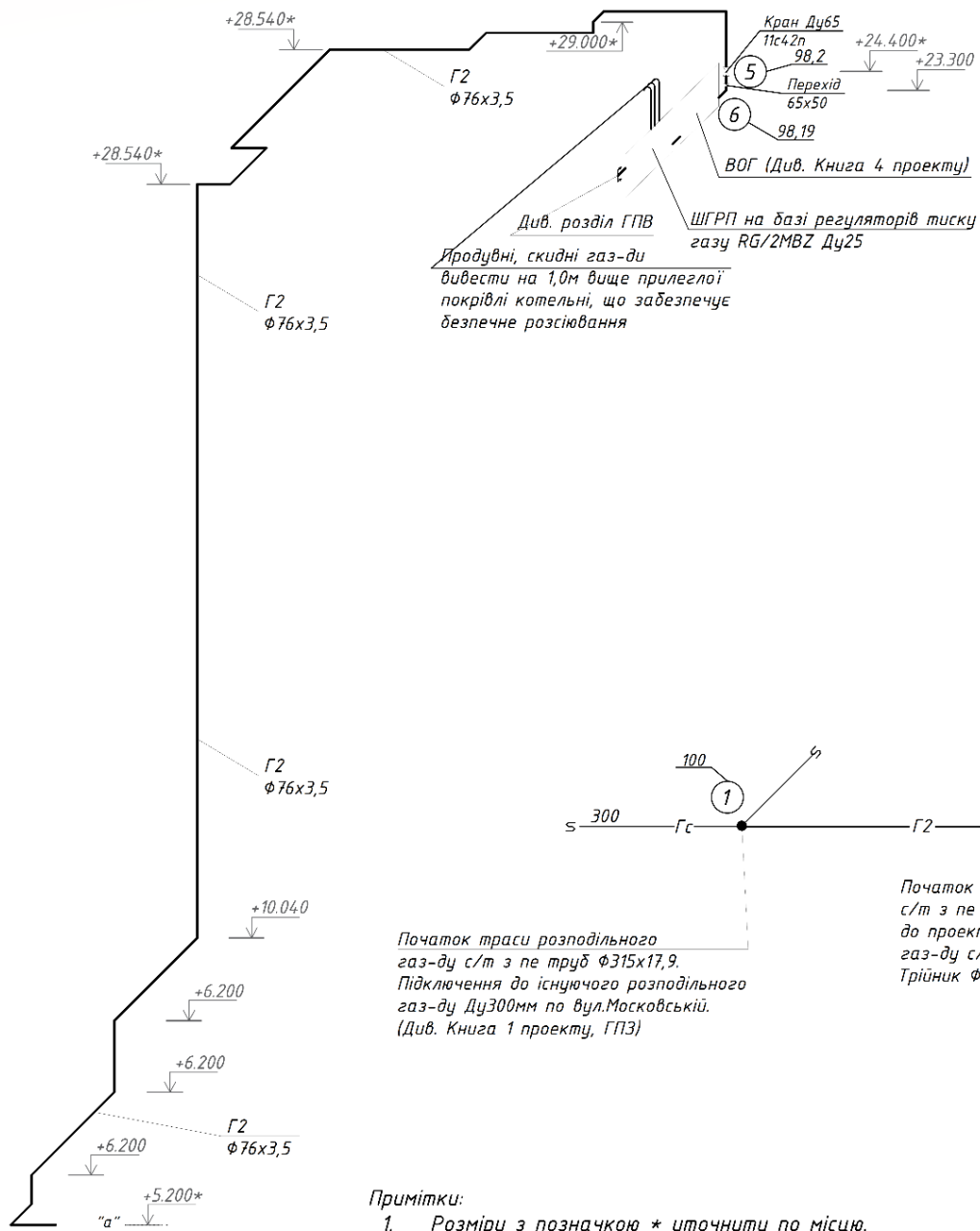
Фільтр газу встановлюється перед вузлом обліку витрати газу.

Конструкція шафи для ШГРП забезпечує природну вентиляцію. Скидні та продувні газопроводи ШГРП виведені на 1,0 м вище покрівлі котельні, що забезпечує безпечне розсіювання.

Після газорегуляторного пункту газопровід низького тиску Ду100 прокладається до вводу в котельню.

Розрахункова витрата газу групи ГСО:

- максимальна – $12,38$ нм³/год $\times 12 = 148,56$ нм³/год;
- мінімальна – $2,65$ нм³/год.



№ діл.	Витрата газу, м³/год	Діаметр, мм	Довжина, м		Різниця квадратів тиску, ∇^2 , кПа²	Тиск газу P, кПа	
			Іфакт	Ірозр		на поч.	в кінці
1-2	148,56	315x17,9	24	28,8	0,5	100	99,99
2-3	148,56	90x5,2	20	24	35	99,99	99,82
3-4	148,56	89x3,5	1	1,2	1,2	99,82	99,82
4-5	148,56	76x3,5	78	93,6	320	99,82	98,20
5-6	148,56	57x3,5	0,5	0,6	3	98,20	98,19

Примітки:

1. Розміри з позначкою * уточнити по місцю.

Джерелом тепла в котельні є 12-ть запроєктованих водогрійних конденсаційних котлів ENERGY TOP W 125 (тепловою потужністю 116 кВт кожен), виробництва фірми "Ferrolі", Італія. Котли працюють в каскаді, що забезпечує послідовне включення, що дозволяє гнучко регулювати постачання тепла споживачам.

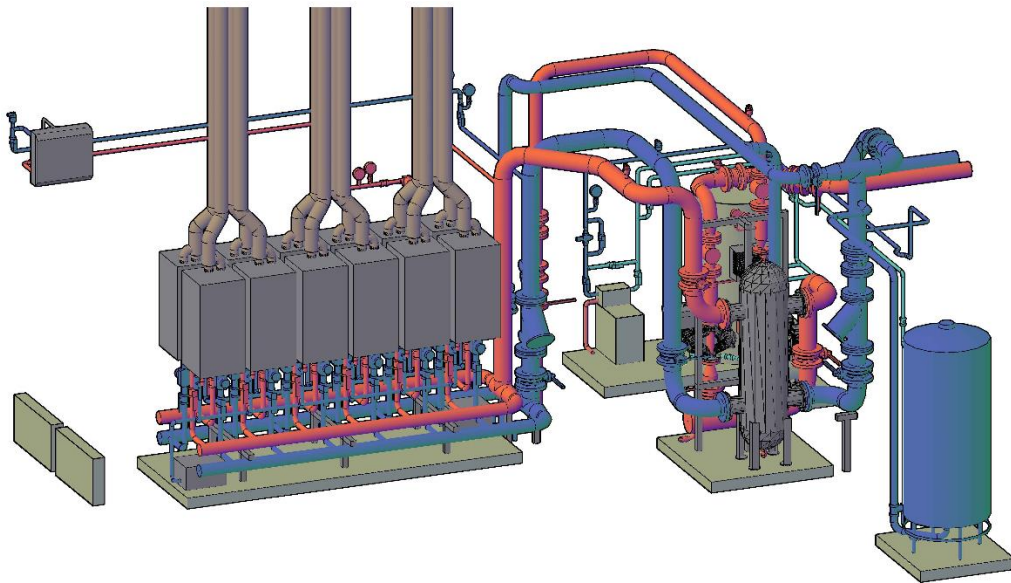


Рис. 4.7. Загальний вид котельні

Розрахункова температура теплоносія від котельні $80^{\circ}\text{C} - 60^{\circ}\text{C}$. Котли обладнані вбудованими модуляційними газовими пальниками, що забезпечують регулювання продуктивності котла в діапазоні від 25% до 100%. Відбір повітря на горіння здійснюється ззовні коаксіальними воздуховодами.

Для захисту котлів від перевищення тиску передбачена установка запобіжного клапана для кожного котла. Циркуляція теплоносія через котел примусова, циркуляційним насосом з мокрим ротором, який входить в комплект поставки насосного вузла виробництва "Ferrolі", Італія.

Контур котлів відділяється гідравлічної стрілкою. Гідравлічна стрілка розділяє циркуляційний контур котлів і системи. Крім того, в гідравлічній стрілці здійснюється деаерація теплоносія, а в нижній частині очищення теплоносія від механічних домішок (грязьовик).

Компенсація температурних розширень теплоносія здійснюється в мембранному розширювальному баку закритого типу.

Заповнення і підживлення системи здійснюється пом'якшеною водою. Для контролю витрат води на підживлення передбачається установка водоміра. Запас пом'якшеної води запроектований в пластиковій ємності. Тиск в системі підтримується автоматично підживлювальним насосом.

Теплоносій від котельні подається на розподільний колектор, де розділяється на наступні контури:

- опалення;
- вентиляція.

Розрахункова температура теплоносія для систем опалення та вентиляції 80°C - 60°C. Теплоносій в системі опалення регулюється якісно, 3-х ходовим змішувальним клапаном, в залежності від температури зовнішнього повітря.

Циркуляція теплоносія в контурах примусова, циркуляційними насосами з мокрим ротором і частотним регулюванням виробництва "Wilo", Німеччина. Насоси передбачені здвоєні.

Видалення повітря з трубопроводів в верхніх точках системи передбачено автоматичними стравлювальними клапанами. Злив води з систем здійснюється через запроектовані дренажні крани. Для контролю параметрів роботи котельні передбачається установка термометрів і манометрів Ду 100мм.

Трубопроводи в котельні запроектовані сталеві безшовні по ГОСТ 8732 (для діаметрів 50 мм і більше) і водогазопровідні по ГОСТ 3262-75 (для діаметрів менше 50 мм). Трубопроводи котельні, крім трубопроводів дренажу, арматури, фланцевих з'єднань, ізолюються циліндрами теплоізоляційними з мінеральної вати на основі базальтових порід Кашоване армованою алюмінієвою фольгою фірми "Техноніколь" (Україна), товщиною 30мм. Антикорозійне покриття трубопроводів виконано олійною фарбою БТ-177 по ґрунту ГФ-021 в 2 шари. Трубопроводи прокладаються відкрито на кріпленнях. У місцях перетину трубопроводами будівельних конструкцій

передбачити використання гільз. Трубопроводи прокласти з ухилом не менше 0.002 в сторону руху середовища, ізолювати, до ізоляції поверхні трубопроводів покрити ґрунтовкою.

Запірна арматура - кульові крани ($Dу \leq 50$ мм), поворотні заслінки з ручкою ($Dу > 50$ мм).

Відведення продуктів згоряння від котлів здійснюється по коаксіальним (труба в трубі) димоходів $\phi 80/125$ мм, окремо від кожного котла. Димарі виводяться вертикально через покрівлю котельні, на 2 м вище позначки покрівлі котельні. Забір повітря виконаний на 1 м вище відмітки покрівлі котельні. Встановлення флюгарок і парасольок на димоходах не допускається.

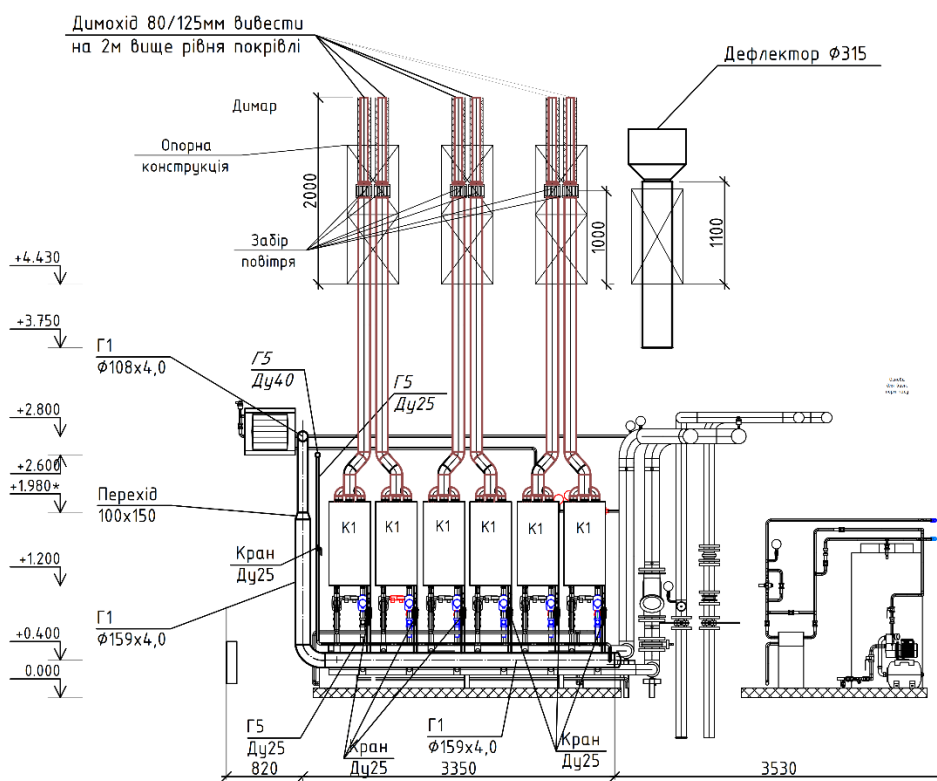


Рис. 4.8. Розташування котлоагрегатів

Для кріплення зовнішніх димоходів передбачити опорну конструкцію.

Для нейтралізації конденсату, що утворюється в котлах, передбачено два нейтралізатора фірми "Buderus". Скидання нейтралізованих стоків передбачено в трап.

Монтаж і експлуатацію трубопроводів вести згідно "Правил будови і

експлуатації трубопроводів пари і гарячої води". Гідравлічні випробування трубопроводів в зібраному вигляді повинні проводитися тиском, рівним 1,25 робочого. Пристрої, що вимикають перед компенсатором обсягу опломбувати у відкритому положенні.

Архітектурно-будівельні рішення

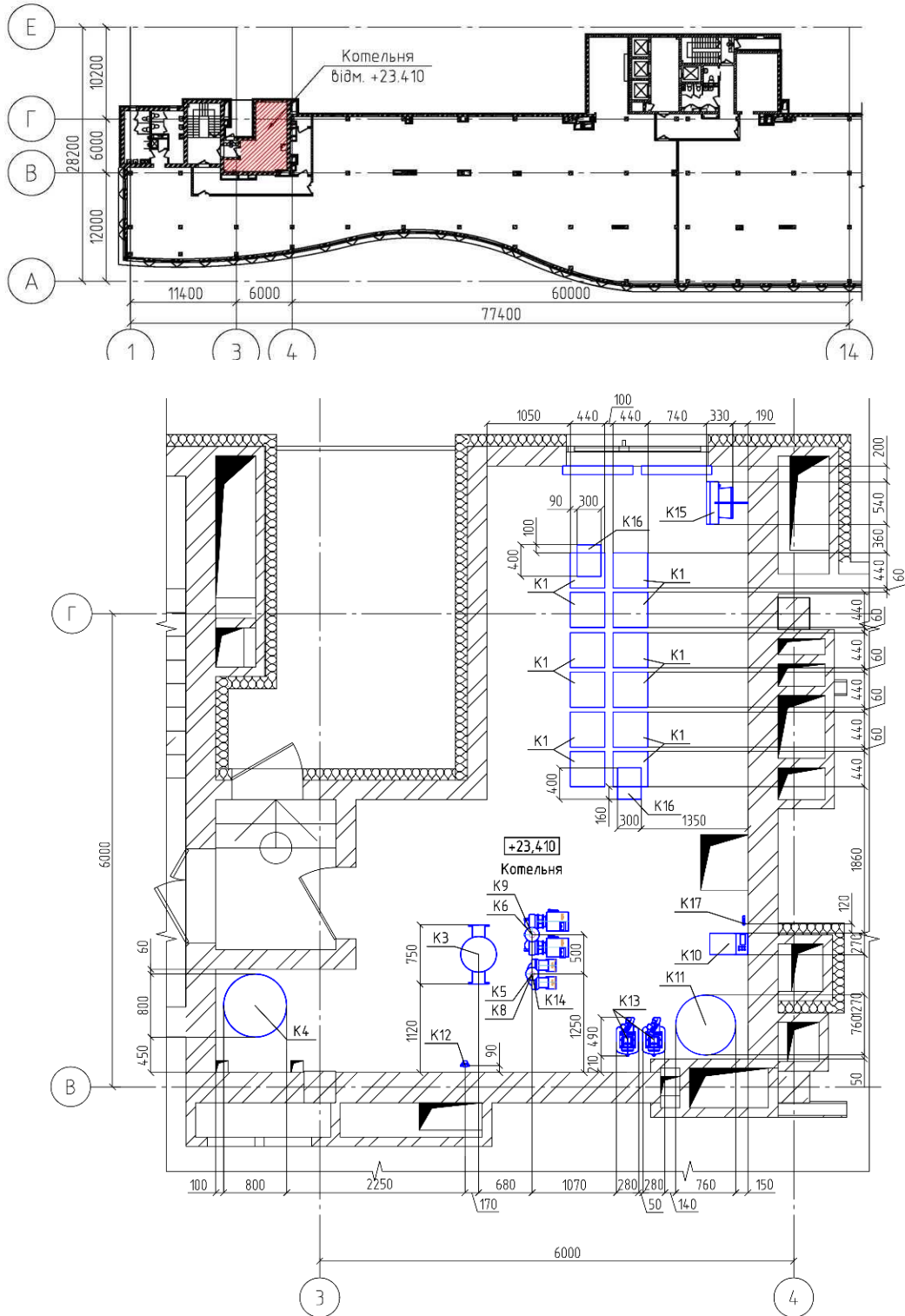


Рис .4.9. План котельні.

Вбудована котельня передбачається на позначці +23.410 м. Площа приміщення - 32,52 м², висота - 3,75 м, об'єм - 121,95 м⁵. Приміщення котельні відповідає категорії "Г" за вибуховою, вибухопожежною та пожежною небезпекою. Огороджувальні конструкції - стіни, покрівля мають межу вогнестійкості 0,75 години. Стіни - парогазонепроникні.

ЕКСПЛІКАЦІЯ ОСНОВНОГО УСТАТКУВАННЯ

Поз.	Найменування	Тип, марка	Виробник	Од. вим.	Кіл-ть
K1	Котел газобуї конденсаційний настінний Q=116кВт	ENERGY TOP W 125	Ferrolli (Італія)	шт	12
K2	Комплект для гідравлічного контуру: запорні крани, 3-х швідкисний насос, зворотній та запобіжний клапани	код 042021X0	Ferrolli (Італія)	шт	12
K3	Розділювач гідравлічний (стрілка)	Ø450/Ø150		шт	1
K4	Компенсатор об'єму мембранний	1000 л	RozNavi (Турція)	шт.	1
K5	Насос циркуляційний з двоєний із мокрим ротором G=21,2 м ³ /ч; H=11 м; N=1250 Вт; U=230 В	Stratos D 50/1-16	Wilo (Німеччина)	шт	1
K6	Насос циркуляційний з двоєний із мокрим ротором G=37,5 м ³ /ч; H=13,5 м; N=2500 Вт; U=400 В	Stratos GIGA-D 65/1-21/2,3	Wilo (Німеччина)	шт	1
K7	Насос циркуляційний із мокрим ротором G=0,56 м ³ /ч; H=3 м; N=90 Вт; U=230 В; 1-ша шб.)	Star RS 15/6	Wilo (Німеччина)	шт	1
K8	Лічильник тепла Ø65 Гном=25м ³ /ч у комплекті з обчислювачем	ULTRAHEAT T550/UH50-B-70	Техприлад (Україна)	компл.	1
K9	Лічильник тепла Ø80 Гном=40м ³ /ч у комплекті з обчислювачем	ULTRAHEAT T550/UH50-B-74	Техприлад (Україна)	компл.	1
K10	Установка водопідготовки 1,5 м ³ /год	AQUADIAL 15/15	BWT	к-т	1
K11	Ємність запасу води пластикова	500 л	Пластбак (Україна)	шт.	1
K12	Водомір холодної води	DN 15	Powogaz	шт.	1
K13	Насос підвищувальний з 20 л діафрагменним бачком G=1,5 м ³ /ч; H=35 м; N=1300 Вт; U=230 В	HWJ 20 L 204	Wilo (Німеччина)	шт	2
K14	Клапан триходовий сідельний Ø65 (kvs 58)	H764R	Belimo (Швейцарія)	шт	1
K15	Повітряно-опалювальний агрегат (N=115Вт; U=230В)	Volcano mini	VTS EuroHeat (Польща)	шт	1
K16	Нейтралізатор (з засипанням)	NE 01	Buderus (Німеччина)	шт	2
K17	Регулятор тиску "після себе" Ø15 (kvs 1,0) (настр. 2,5 бар)	AVD (1-5 бар)	Danfoss (Данія)	шт	1

Вікна складають легкоскидну поверхню загальною площею не менше 0,05 м² на 1 м³ об'єму приміщення котельного залу. Вікна заповнюються одинарним склом і обладнуються металевою сіткою для захисту від розкиду скла при аваріях.

Покриття підлоги - керамічна плитка. внутрішнє оздоблення, підлога виконані з негорючих матеріалів. Пол котельні має гідроізоляцію, розраховану на висоту заливу водою до 10 см (2 шари гідроізола по холодній мастиці).

Двері мають межу вогнестійкості 0,6 години.

Опалення та вентиляція

Температура внутрішнього повітря в котельні 10°C.

Підтримка температури в котельні передбачено за рахунок тепловиділень від устаткування і повітряного опалення. Для підігріву припливного повітря в приміщенні котельні встановлюється повітряно-опалювальний агрегат фірми "Euroheat" Volcano mini.

При аварії в котельні опалення передбачено від двох електричних конвекторів потужністю 2,5 кВт кожен.

Забір повітря для вентиляції приміщення здійснюється з сходової клітини, через припливні ґрати 500×500(h), розташовані у нижній зоні вхідних дверей тамбуру і котельні. витяжна вентиляція приміщення котельні - через дефлектор Ø315 мм. вентиляція забезпечує 3-х кратний повітрообмін приміщення. Обсяг приміщення котельні - 122 м³. Триразовий повітрообмін котельні - 366 м³/год.

Водопровід і каналізація

Проектована котельня обладнується господарським водопроводом і виробничою каналізацією згідно ДБН В.2.5-64: 2012 "Внутрішній водопровід і каналізація". Пожежогасіння в котельні передбачено від системи пожежогасіння будівлі.

Холодна вода з господарсько-питного водопроводу в котельні використовується для підживлення системи тепlopостачання. Підживлення в котельні здійснюється з буферної ємності запасу води $V = 500$ л після пристрою пом'якшення води. Для обліку витрати очищеної води в котельні встановлюється водомірний вузол з крильчатим лічильником холодної води Ду 15.

Витрата води на підживлення в котельні становить - 1,5 м³/год. Мережі водопроводу запроектовані зі сталевих водогазопровідних труб по ГОСТ 3265-75 з покриттям олійною фарбою за два рази. Мережі водопроводу монтувати з ухилом не менше 0,002 у бік спорожнення трубопроводів.

Для прийому аварійних стоків від котлів, води після регенерації фільтра пом'якшення води, переливу і зливу води з ємності запасу вихідної води, в приміщенні котельні в підлозі встановлюються два трапи Ду 100 мм. Ухил труб каналізації Ду 100 мм - не менше 0,02. Мережі каналізації виконуються з поліетиленових каналізаційних труб по ГОСТ 22689-89 з прокладкою в підлозі і підключенням до мережі каналізації житлового будинку.

Протипожежна система

Протипожежні заходи виконані відповідно до вимог ДБН в.1.1-7-2002 "Пожежна безпека об'єктів будівництва".

Приміщення котельні не відноситься до вибухонебезпечних приміщень. Вогневе навантаження становить $Q_d < 500 \text{ МДж/м}^2$.

Приміщення котельні відповідає вимогам категорії "Г" з пожежної безпеки відповідно до ОНТП 24-8.1.2 і ДБН В.2.5-77: 2014 "Котельні".

Оздоблювальні конструктивні елементи характеризуються наступною вогнестійкістю: стіни та покрівля - 0,75 години; двері - 0,6 години.

Охорона навколишнього середовища.

Котельня як джерело теплової енергії з димовими газами викидає в атмосферу шкідливі речовини, а саме двоокис азоту і оксид вуглецю.

використання екологічно чистих котлоагрегатів ENERGY TOP W 125 фірми "Ferrolі" дозволяє значно зменшити викиди двоокису азоту і оксиду вуглецю нижче норм.

Відведення димових газів і розсіювання продуктів згоряння в атмосферу здійснюється через коаксильні труби $\phi 80/125$ мм до позначки на 2 м вище покрівлі.

Згідно з вимогами СН № 3077-84 в котельні передбачені заходи щодо зниження рідня звукового тиску.

Енергозбереження

Основні проектні рішення спрямовані на досягнення мінімальних витрат

теплоти, перш за все за рахунок:

- установки котлоагрегатів ENERGY TOP W 125 фірми "Ferrolі" з високим коефіцієнтом корисної дії ($\eta > 98\%$) з економним спалюванням палива;
- ізоляція трубопроводів виконана сучасними теплоізоляційними матеріалами;
- передбачена автоматизація теплових процесів;
- передбачена автоматична підживлення системи теплопостачання;
- циркуляційні насоси мають високий клас енергоефективності та низьку споживану потужність.

Охорона праці

Проект котельні розроблений з урахуванням вимог, викладених в Законі України "Про охорону праці", нормативних актів "Державного реєстру міжгалузевих і галузевих нормативних актів про охорону праці" (реєстр ДНАОП).

Проектом передбачається установка обладнання, яке пройшло експлуатаційні випробування і не має конструктивних недоліків. Рішення, прийняті в проекті, забезпечують безпечну експлуатацію обладнання котельні, а також попереджають робочий травматизм, професійні захворювання, пожежа і вибух, для безпечного обслуговування

обладнання, трубопроводів та арматури передбачені наступні заходи:

- ізоляція трубопроводів і устаткування, температура на поверхні яких не перевищує 40°C ;
- передпускові освітлення з використанням світильників у вибухонебезпечному виконанні.

Газовикористовуючі установки в котельні по технічному стану і конструкції відповідають нормативним документам з охорони праці і ефективного використання газу.

Котельня працює в автоматичному режимі, не вимагає постійної присутності обслуговуючого персоналу. Система автоматизації забезпечує безаварійну роботу. Для безпечної експлуатації котла передбачається автоматика безпечного горіння і автоматика регулювання спалювання палива. Контроль експлуатації котельні забезпечується періодичним оглядом і автоматичною сигналізацією, яка виведена в місці постійного перебування персоналу за межами приміщення залу котельні.

У приміщенні котельні передбачена 3-х кратна загальнообмінна вентиляція.

Проектом передбачається освітлення основних проходів котельні світильниками у вибухозахищеному виконанні, які вимикаються за межами котельні.

Рівень звукового тиску від обладнання котельні і викиди шкідливих речовин не перевищують нормативних даних.

Проект котельні розроблений з урахуванням вимог Закону України "Про пожежну безпеку" та "Правил пожежної безпеки в Україні". Котельня обладнана самоспрацьовуваними порошковими вогнегасниками.

Розділ 4. Економічні розрахунки

4.1. Попереднє визначення техніко-економічних показників котельні

Для оціночного проекту автономної газової котельні для офісного центру визначимо необхідні для розрахунку параметри.

Параметри для автономної газової котельні

- Встановлена теплопродуктивність котелень по воді $t=80-60^{\circ}\text{C}$ - 1,178/1,370 Гкал/МВт;
- Максимальне споживання природного газу - 148,56 м³/год;
- Середня потужність в опалювальний період - 777 кВт;
- Середня річна потужність котельні - 620 кВт;
- Мінімальна потужність котельні - 24,6 кВт;
- Мінімальне споживання природного газу - 2,65 м³/год;
- Річне число годин використання встановленої теплопродуктивності - 1919 годин;
- Річний відпуск тепла - 2 297 (2 671) Гкал/рік (МВт/рік);
- Споживання газу річне (натуральний газ) - 290,751000 м³/рік;
- Річна витрата палива умовного - 332 тис.т.у.п./рік;
- Питома витрата палива умовного на 1Гкал відпущеного тепла - 144,6 кг.у.п./Гкал;
- Встановлена потужність основного електричного обладнання котелень - 10 кВт;
- Чисельність персоналу - без постійної присутності обслуговуючого персоналу;
- Об'єм котельні - 122 м³.

Попередні обсяги виконання проектно-вишукувальних та будівельних робіт для забезпечення тепlopостачання офісного центра від автономної газової дахової котельні

Виконання робіт по проектуванню автономної газової дахової котельні встановленою потужністю котлів 1392 кВт в офісному центрі.

Виконання робіт по проектуванню підвідного газопроводу до котельні, вузла обліку газу, встановленню газорегулюючого пункту.

Виконання будівельних робіт по будівництву будівлі котельні, монтажу котельного, технологічного та допоміжного обладнання, виготовлення та монтаж металоконструкцій для встановлення обладнання, встановлення димових труб.

Приєднання інженерних мереж котельні до внутрішніх інженерних мереж офісного центру

Виконання комплексу робіт по вводу збудованої котельні в експлуатацію.

За узагальненими показниками вартості будівництва та реконструкції газових котельних, вартість будівництва власне котельних, що використовують в якості палива природний газ, попередньо, складатиме 50-60 тис.євро/Гкал, для котельні потужністю близько 1,2 Гкал, буде становити

$$(50-60) \times 1,197 \times 42 = 2,520 - 3,025 \text{ млн. грн.}$$

Загальна вартість обладнання, матеріалів та будівельних робіт на листопад 2023 р становить:

- будівництво підземного та надземного газопроводу середнього тиску шафований газорозподільний пункт ШРГП з ВОГ - 947336,56 грн;

- будівництво котельні – 2 634 641,13 грн;

Загалом виконання робіт по будівництву та газопостачанню котельні, становитиме 3 581 978 грн. (85 тис.євро)

Використання в проекті автономної газової дахової котельні обладнання провідних виробників

З розгляду техніко-економічних характеристик будівництва офісного центру, слідує, що розрахунковий термін функціонування об'єкту складає 100 років. Виходячи з цього до будівництва автономних газових дахових котелень додаються додаткові вимоги по застосуванню найбільш надійного обладнання при оптимальному співвідношенню надійності до вартості. Для котельного обладнання використовуємого при будівництві автономної газової дахової котельні БФК термін експлуатації котлів повинен складати не менше 10 років. Якісні котли виробляє RUDERUS, VISSMANN, VOLF, Vailant (Німеччина), TELEDYNE LAARS (Сполучені Штати Америки), Феролі, Італія.

Вартість та технічні показники цих виробників відрізняються незначно. Остаточний вибір котлів залишається за інвестором, та його співпрацю з проектною організацією в частині вибору оптимального котельного обладнання по критеріям – вартість, надійність, організація сервісу в Україні.

Конденсаційні котли всіх вищеназваних виробників пристосовані для експлуатації в дахових котельнях. Основна частина цих котлів малоємнісні, в них застосовуються оребрені труби зі сплавів міді, нержавіючої сталі та інших комбінованих матеріалів. Вони мають підвищену швидкість руху теплоносія в трубній системі і за рахунок малого обсягу теплоносія в трубній системі вони більш безпечні та легші. Вони максимально придатні для заміни будь яких елементів котла, в порівнянні з жаротрубними котлами. Але за рахунок застосування труб з меншими товщинами стінок і величезної кількості циклів нагріву – охолодження поверхні нагріву мають термін гарантованої експлуатації 10 – 15 років.

Застосування інших альтернативних джерел теплопостачання .

Застосування інших альтернативних джерел теплопостачання (котельні

на твердому паливі, електрокотельні та теплових насосних установок із відбором тепла від ґрунту) для офісного центру, не розглядається, враховуючи нижченаведені обмеження, для застосування альтернативних джерел теплопостачання.

Обмеженість ділянки для розміщення свердловин для відбору тепла в 1,370 МВт з ґрунту теплових насосних установок приводить до неможливості використовувати теплови насоси, що використовують низькотемпературне тепло ґрунту.

Обмеженість ділянки будівництва не дозволяє розміщення баків – акумуляторів електрокотельні, що могла використовувати «нічний тариф» для акумуляції тепла та його використання в денний час, та необхідність отримання ТУ на електропостачання в обсязі додаткових електричних потужностей 4-5 МВт, що на даний час проблематично, для району будівництва, не дозволяє використання багатозонних тарифів для теплопостачання з використанням електричної енергії або прямого використання електричної енергії для потреб теплопостачання.

Збудувати для офісного центру котельню з використанням твердого палива неможливо.

5.2. Порівняння техніко-економічних показників варіантів джерел теплової енергії для системи теплопостачання будівлі

Вартість енергоресурсів

1. Вартість газу природного паливного для промисловості:

за даними «Газопостачальна компанія «Нафтогаз Трейдинг» на листопад 2023 року - 16 802,50 грн. за 1000 м³ (з ПДВ) - тариф на прир. газ для промисловості .

2. Вартість газу природного паливного для населення:

за даними ГК «Нафтогаз України» на листопад 2023 року - 7960 грн. за

1000 м³ (з ПДВ) - тариф на прир. газ для населення . Вартість послуги розподілу природного газу АТ «Київгаз» на листопад 2023 року складає 384 грн. за 1000 м³ (з ПДВ) .Загальна вартість природного газу для населення на листопад 2023 року складає 8344 грн. за 1000 м³ (з ПДВ)

3. Вартість електроенергії для промисловості:

за даними ПРАТ «ДТЕК Київські електромережі» на листопад 2023 року - 598,066 коп./ кВт.год. (з ПДВ) - тариф на електричну енергію для промисловості.

4. Вартість електроенергії для населення

за даними ТОВ «Київські енергетичні послуги» на листопад 2023 року - 264 коп./ кВт.год. (з ПДВ) - тариф на електричну енергію для інших споживачів.

5. Вартість теплової енергії для промисловості

за даними КП «Теплоенерго» на листопад 2023 року - 2 732,04 грн/Гкал. (з ПДВ) - тариф на теплову енергію для інших споживачів.

6. Вартість теплової енергії для населення

за даними КП «Теплоенерго» на листопад 2023 року - 1 654,41 грн/Гкал. (з ПДВ) - тариф на теплову енергію для населення .

7. Вартість холодної води «споживачам, які не є суб'єктами господарювання у сфері централізованого водопостачання та водовідведення»,

за даними ПАТ «Київводоканал» на листопад 2023 року - 16,164 грн/м³ з ПДВ - тариф холодна вода.

8. Вартість водовідведення

«споживачам, які не є суб'єктами господарювання у сфері централізованого водопостачання та водовідведення»

за даними ПАТ «Київводоканал» на листопад 2023 року - з ПДВ 14,220 грн/м³ - тариф водовідведення.

Всього холодна вода і водовідведення на листопад 2023 року - 30,384 грн/м³ - тариф х.вода+водовідв .

Вартість експлуатаційних витрат при теплопостачанні від теплових мереж КП «Теплоенерго».

1. Вартість теплової енергії, за даними КП «Теплоенерго» -«інші споживачі», складає з ПДВ 2 732,04 грн/Гкал. - тариф інші.тепл.енергія.
2. Вартість теплової енергії, за даними КП «Теплоенерго» - «населення», складає з ПДВ 1 654,41 грн/Гкал. - тариф насел.тепл.енергія.
3. Річне розрахункове споживання тепла - 20 029 Гкал/рік.
4. Річне розрахункове теплове споживання -
добуток (вартість витрат на теплопостачання відпуск тепла за рік* x тариф інші. tepl.енергія = 2 297,004 x 2732,04= 6 275 404 грн. вартість тепла централіз.

Вартість експлуатаційних витрат при теплопостачанні від електричної мережі

Для порівняння вартісних показників варіантів теплопостачання розраховано витрати на теплопостачання бізнес-центру з застосуванням тільки електричної енергії.

Ці витрати складають вартість електроопалення = (річний відпуск тепла x тариф електр.енергія / 0,98

$$= 2\,670,934 \times 5,98 / 0,98 = 15\,971\,980 \text{ грн/рік}$$

(Застосування для розрахунків «промислового» тарифу) - тариф пром.електр.енергія = $2\,670,934 \times 2,64 / 0,98 = 7\,195\,347$ грн / рік. (Застосування для розрахунків тарифу для виробників теплової енергії, що здійснюють послуги теплопостачання для населення) - тариф насел. електр. енергі 0,98 – ККД електроопалення.

Вартість експлуатаційних витрат при теплопостачанні від автономної дахової котельні газової

1. Вартість газу природного паливного що буде використано даховою котельнею на рік тариф організ. прир. газа x споживання прир.

газу* = $16\,802,50 \times 290,754 = 4\,885\,394$ грн.

2. Вартість електричної енергії що буде використано даховою котельнею на рік при електричній потужності споживачів - 10 кВт

4. Приймаємо, що одночасно працює приблизно 60% електричних споживачів: $10 \times 0,6 = 6$ кВт.

5. Річне споживання електроенергії –
(ектроспоживання автономн. котел.) x (години встан. потужності на рік.) = $32 \times 1919 = 11\,513$ кВт год/рік.

5. Враховуємо коефіцієнт на інші невраховані витрати електричної енергії, який дорівнює 1,2.

6. Тоді річні витрати електричної енергії – (річне споживання котельні x коеф.) = $11\,513 \times 1,2 = 13\,815$ кВт год. .

7. Річна вартість споживаної електричної енергії (4.2.1.електр. спож.2 авт. котельні) x тариф насел.електр.енергія = $13\,815 \times 2,64 = 36\,472$ грн/рік.

8. Річне споживання холодної води та водовідведення.

8.1. Об'єм води для заповнення системи теплопостачання дорівнює добутку кількості води для заповнення теплової мережі на розрахункову потужність системи теплопостачання, $65 \times 1.370 = 89$ м³.

8.2. Внутрішня система теплопостачання не має втрат і витрати на підживлення системи теплопостачання практично відсутні..

8.3. Витрати на регенерацію установок водопідготовки - 52 м³/ рік (1м³ 1 раз в тиждень)..

8.4. Прибирання, гігієнічні потреби персоналу - 10 м³/рік;

9. Річні витрати води та водовідведення

$89 + 52 + 10 = 151$ м³ на рік.

10. Вартість витрат на холодне водопостачання та водовідведення на рік (вартість води тариф водовідвед. авт. котельня)= $151 \times 30,384 = 4\,588$ грн.

Витрати на заробітну плату обслуговуючого персоналу

Робота дахової котельні є автоматизованою, але газове обладнання - обладнання підвищеної небезпеки. Тому треба врахувати заробітну платню

кваліфікованому обслуговуючому персоналу.

Для експлуатації обладнання підвищеної небезпеки потрібен або власний, атестований згідно вимог нормативних документів діючих в Україні, обслуговуючий персонал, або заключення договору на експлуатацію котельні з організацією, що має атестований персонал, обладнання та прилади для забезпечення безпечної та ефективної роботи котельні.

Реальна ситуація в сучасних котельних - це експлуатація котельні з «періодичним обслуговуванням». Спеціалісти з обслуговування котельні, періодично відвідують котельні і стежать за станом обладнання. При встановленні додаткового обладнання, яке дозволяє вимірювати параметри роботи котельні та дистанційно передавати ці показники, контролювання роботи відбувається в реальному часі. Все це не знімає відповідальності з Власника відповідальності за безпеку експлуатації котельні.

Мінімальними вимогами для виконання експлуатації котельні є наявність таких спеціалістів:

- відповідального за безпечну експлуатацію котлів;
- відповідального за газове господарство;
- наявність не менше 2 операторів кожної котельні;
- наявність електрика
- наявність спеціаліста з експлуатації систем автоматизації котельні;
- наявність спеціаліста з питань систем водопідготовки котельні;
- наявність спеціаліста для проведення регламентних та ремонтних робіт газового обладнання;
- наявність спеціаліста для проведення регламентних та ремонтних робіт котельного та допоміжного обладнання;
- крім вищенаведених спеціалістів, періодично, протягом року необхідно залучати спеціалістів по перевірці протипожежного обладнання, виконання необхідних електротехнічних вимірювань, перевірці тяги в системі димовидалення, виконувати перевірку приладів та датчиків, виконувати перевірку режимів роботи котлів, приладів обліку.

Робітники можуть поєднувати атестацію по декількох напрямках. Мінімумально необхідно наявність 2 оплачуваних технічних спеціалістів.

Витрати на заробітну плату в рік, якщо прийняти рівень щомісячної зарплати технічного фахівця 18 тис грн., для двох сробітників:

$$2 \times 18 \times 12 = 432 \text{ тис. грн./рік.}$$

Витрати на витратні матеріали, запчастини, ремонти

Для забезпечення тривалої експлуатації приймають 2% від вартості будівництва як витрати на ремонтно-регламентні роботи в котельні.

Розрахункова вартість витрат

$$3\,581\,978 \times 0,02 = 71,64 \text{ тис. грн./рік}$$

Витрати на експлуатацію на рік

(За умов оплати за газ та електричну енергію по тарифу для населення (для організацій, що використовують природний газ для вироблення теплової енергії та надання послуг з теплопостачання)

(вартість газу) + (вартість електричної енергії) + (вартість водопостачання і водовідведення) + (вартість заробітної плати) + (вартість ремонту) = 4 885 394 + 36 472 + 4 588 + 432 000 + 71 640 = 4 998 526 грн/рік.

Вартість 1 Гкал теплової енергії, що виготовляє котельня

(вартість. експлуатац.) / (відпуск тепла) = 4 998 526 / 2 297 = 1 176,11 грн за Гкал.

Кількість теплової енергії, що виробляє котельня 2 297 Гкал на рік..

При загальній тепловій потужності котельні 1,370 МВт вартість будівництва складе. 3 581 978 грн. (85 тис. євро).

Результати визначення вартості експлуатації варіантів джерел теплопостачання наведені в таблиці.

Таблиця 5.1

Вартості експлуатації джерел тепlopостачання

Номер варіанту	Варіант тепlopостачання бізнес-центру	Вартість експлуатаційних витрат грн/рік	Вартість Гкал теплової енергії, грн/Гкал
1	Тепlopостачання від теплових мереж КП «Теплоенерго»	6 275 404	2 732,04
2	Тепlopостачання від автономної газової дахової котельні ЖБ	4 998 526	2 176,11
3	Тепlopостачання при застосуванні тільки електроенергії (тариф для організацій)	15 971 980	6 953,40

Вартість будівництва та реконструкції котельних, що використовують природний газ може бути визначена за узагальненими показниками.

Для газових котелень вартість будівництва складає 50-60 тис.євро/Гкал, для котельні з потужністю. біля 1,2 Гкал вартість будівництва складе $(50-60) \times 1,197 \times 42 = 2,520 - 3,025$ млн. грн.

Загальна вартість будівельних робіт, обладнання та матеріалів - будівництво надземного та підземного газопроводу Г2 та ШРГП з ВОГ – 947 336,56 грн, будівництво дахової котельні – 2 634 641,13 грн.

Загальна вартість 3 581 978 грн. (85 тис.євро)

Результати порівняння вартості будівництва варіантів джерел теплопостачання наведені в таблиці

Номер варіанту	Варіант теплопостачання БФК	Вартість витрат на будівництво, грн	Вартість витрат на Гкал теплової енергії грн/Гкал
1	Теплопостачання від теплових мереж КП «Теплоенерго»	Варіант не розглядається	-
2	Теплопостачання від автономної газової дахової котельні ЖБ	3 581 978	3 060 519
3	Теплопостачання при застосуванні тільки електроенергії (тариф для організацій)	5 000 000 – 6 000 000 електрокотельні. Не менше 15 000 000. (будівництво додаткових ТП, потужністю 1-2, МВт і забезпечення підводу додаткової електричної потужності). Всього 20 000 000- 21 000 000	16 033 780 – 16 882 533

5.3. Результати порівняння ТЕП

На підставі проведеного аналізу зроблено наступні висновки.

1. Найвищу вартість по експлуатаційним витратам буде мати котельня, що використовує електричну енергію. Вартість складе 15 971 980 грн./рік. Тоді вартість 1 Гкал тепла буде складати 6 953,40 грн.

2. Вартість експлуатаційних витрат при централізованому теплопостачанні складе 6 275 404 грн./рік. Вартість 1 Гкал тепла при цьому варіанті становитиме 2 176,11 грн.

3. Вартість експлуатаційних витрат котельні, що в якості палива використовує природний газ становить 4 998 526 грн./рік, вартість 1 Гкал тепла - 2 176,11 грн.

4. Найбільші капітальні витрати має варіант котельні, що використовує електричну енергію.

5. В результаті отриманих даних найбільш ефективним є варіант використання в якості джерела теплопостачання для офісного центру дахову газову котельню. Вартість теплової енергії при її роботі найменша.

Якщо прийняти за базову вартість 1 Гкал при теплопостачанні від КП «Теплоенерго», вартість 1 Гкал при теплопостачанні від електрокотельні складе 255 %, а при теплопостачанні від дахової газової котельні – 79 %.

Крім того, такий варіант забезпечення потреб споживачів в опаленні і гарячому водопостачанні має багато інших переваг, а саме високу ефективність обладнання (ККД до 95%), мінімальні втрати тепла; наявність сприятливих умов для відведення димових газів і подачі первинного і вторинного повітря в котли, автономна робота системи; відсутність небезпеки аварійного надходження природного газу або димових газів в приміщення; надійність та екологічність.

5.4. Специфікація обладнання

5.5. Комерційна пропозиція

Комерційна пропозиція по вартості обладнання, вартості монтажних робіт і поставки обладнання наведена в Додатку 1.

Позиція	Найменування і технічна характеристика	Тип, марка, позначення документа, опитувального листа	Код обладнання виробу, матеріалу	Завод виробник	Одиниця виміру	Кіл-сть	Маса одиниці, кг.	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Основне обладнання котельні							
K1	Котел газовий конденсаційний настінний 0=116кВт	ENERGY TOP W 125		Ferroli (Італія)	шт	12		
K2	Комплект для гідравлічного контуру: запорні крани, 3-швідкисний насос, зворотній та запобіжний клапани	код 042021X0		Ferroli (Італія)	шт	12		
K3	Роздільник гідравлічний (стрілка)	0450/0150			шт	1		
K4	Компенсатор об'єму мембранний	1000 л		RozNavi(Турція)	шт.	1		
K5	Насос циркуляційний здвоєний із мокрим ротором і частотним регулюванням обертів G=21,2 м³/ч; H=11 м; N=1250 Вт; U=230 В	Stratos D 50/1-16		Wilo (Німеччина)	шт	1		
K6	Насос циркуляційний здвоєний із мокрим ротором і частотним регулюванням обертів G=37,5 м³/ч; H=13.5 м; N=2500 Вт; U=400 В	Stratos GIGA-D 65/1-21/2,3		Wilo (Німеччина)	шт	1		
K7	Насос циркуляційний із мокрим ротором G=0,56 м³/ч; H=3 м; N=90 Вт; U=230 В; 1-ша шв.)	Star RS 15/6		Wilo (Німеччина)	шт	1		
K8	Лічильник тепла 065 G _{ном} =25м³/ч у комплекті з обчислювачем	ULTRAHEAT T550/UH50-B-70		Техприлад(Україна)	компл.	1		
K9	Лічильник тепла 080 G _{ном} =40м³/ч у комплекті з обчислювачем	ULTRAHEAT T550/UH50-B-74		Техприлад(Україна)	компл.	1		
K10	Установка водопідготовки 1,5 м³/год	AQUADIAL 15/15		BWT	к-т	1		
K11	Ємність запасу води пластикова	500 л		Пластбак (Україна)	шт.	1		
K12	Водомір холодної води	DN 15		Powogaz	шт.	1		
K13	Насос підвищувальний з 20 л діафрагменним баком G=1,5 м³/ч; H=35 м; N=1300 Вт; U=230 В	HWJ 20 L 204		Wilo (Німеччина)	шт	2		
K14	Клапан триходовий сідельний Ø65 (kvs 58)	H764R		Belimo (Швейцарія)	шт	1		
K15	Повітряно-опалювальний агрегат (N=115Вт; U=230В)	Volcano mini		VTS EuroHeat (Польща)	шт	1		
K16	Нейтралізатор (з засипанням)	NE 01		Buderus (Німеччина)	шт	2		
K17	Регулятор тиску "після себе" Ø15 (kvs 1,0) (настр. 2.5 бар)	AVD (1-5 бар)		Danfoss (Данія)	шт	1		
	Арматура, та вимірвальні прилади							
1	Фільтр сітчастий фланцевий 0150 (PN6)				шт	2		
2	Фільтр сітчастий різьбовий Ø25 (PN6)				шт	1		
3	Фільтр сітчастий різьбовий Ø20 (PN6)				шт	2		
4	Заслінка дискова поворотна Ø100 (PN6)				шт	4		

Позиція	Найменування і технічна характеристика	Тип, марка, позначення документа, опитувального листа	Код обладнання виробу, матеріалу	Завод виробник	одиниця виміру	Кіл-сть	Маса одиниці, кг.	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	Заслінка дискова поворотна $\phi 125$ (PN6)				шт	3		
6	Заслінка вискова поворотна $\phi 150$ (PN6)				шт	5		
7	Кран кульовий $\phi 50$				шт	1		
8	Кран кульовий з американкою $\phi 25$				шт	3		
9	Кран кульовий з американкою $\phi 20$				шт	15		
10	Кран кульовий зливний $\phi 25$				шт	4		
11	Кран кульовий зливний $\phi 15$				шт	4		
12	Клапан зворотній міжфланцевий пружиний $\phi 100$ (PN6)				шт	1		
13	Клапан зворотній міжфланцевий пружиний $\phi 125$ (PN6)				шт	1		
14	Клапан зворотній пружиний $\phi 25$				шт	1		
15	Клапан зворотній пружиний $\phi 20$				шт	5		
16	Вставка антивібраційна $\phi 100$ (PN6)	ZKB		Danfoss (Данія)	шт	1		
17	Вставка антивібраційна $\phi 125$ (PN6)	ZKB		Danfoss (Данія)	шт	1		
18	Вставка антивібраційна $\phi 150$ (PN6)	ZKB		Danfoss (Данія)	шт	1		
19	Повітрявідвідник автоматичний $\phi 15$				шт	8		
20	Манометр	0-6 бар			шт	13		
21	Термометр діметалічний, радіальний	ТБ (0 - 120°C)			шт	4		
22	Термометр діметалічний, осьовий	ТБ (0 - 120°C)			шт	1		
23	Кран запірний 3-ходовий під манометр $\phi 15$				шт	13		
24	Клапан поплавковий $\phi 20$				шт	1		
	Трубопроводи і ізоляція котельні, кріплення							
1	Трубопровід з сталевих водогазопровідних труб $\phi 15$	ГОСТ 3262			м	2		
2	Трубопровід з сталевих водогазопровідних труб $\phi 20$	ГОСТ 3262			м	37		

Позиція	Найменування і технічна характеристика	Тип, марка, позначення документа, опитувального листа	Код обладнання виробу, матеріалу	Завод виробник	Одиниця виміру	Кіл-сть	Маса одиниці, кг.	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	Трубопровід з сталевих водогазопровідних труб $\phi 25$	ГОСТ 3262			м	2.5		
4	Трубопровід з сталевих водогазопровідних труб $\phi 40$	ГОСТ 3262			м	20		
5	Трубопровід з сталевих безшовних труб $\phi 57 \times 3,5$	ГОСТ 8732			м	6		
6	Трубопровід з сталевих безшовних труб $\phi 108 \times 4,0$	ГОСТ 8732			м	31		
7	Трубопровід з сталевих безшовних труб $\phi 133 \times 4,5$	ГОСТ 8732			м	4.5		
8	Трубопровід з сталевих безшовних труб $\phi 159 \times 4,5$	ГОСТ 8732			м	12		
9	Трубопровід з сталевих безшовних труб $\phi 219 \times 6,0$	ГОСТ 8732			м	0.5		
10	Напівциліндр базальтовий фольгований 30мм	$\phi 20$		Izoflex	м	38		
11	Напівциліндр базальтовий фольгований 30мм	$\phi 25$		Izoflex	м	3		
12	Напівциліндр базальтовий фольгований 30мм	$\phi 40$		Izoflex	м	22		
13	Напівциліндр базальтовий фольгований 30мм	$\phi 50$		Izoflex	м	7		
14	Напівциліндр базальтовий фольгований 30мм	$\phi 100$		Izoflex	м	34		
15	Напівциліндр базальтовий фольгований 30мм	$\phi 125$		Izoflex	м	6		
16	Напівциліндр базальтовий фольгований 30мм	$\phi 150$		Izoflex	м	14		
17	Напівциліндр базальтовий фольгований 30мм	$\phi 200$		Izoflex	м	1		
18	Фланець сталевий одинарний $\phi 50$	ГОСТ 12820-80, PN6			шт	2		
19	Фланець сталевий одинарний $\phi 65$	ГОСТ 12820-80, PN6			шт	4		
20	Фланець сталевий одинарний $\phi 80$	ГОСТ 12820-80, PN6			шт	5		
21	Фланець сталевий одинарний $\phi 100$	ГОСТ 12820-80, PN6			шт	12		
22	Фланець сталевий одинарний $\phi 125$	ГОСТ 12820-80, PN6			шт	10		
23	Фланець сталевий одинарний $\phi 150$	ГОСТ 12820-80, PN6			шт	20		
24	Відвід сталевий-90°	$\phi 15$			шт	10		
25	Відвід сталевий-90°	$\phi 20$			шт	40		
26	Відвід сталевий-90°	$\phi 25$			шт	6		
27	Відвід сталевий-90°	$\phi 40$			шт	24		

Позиція	Найменування і технічна характеристика	Тип, марки, позначення документа, опитувального листа	Код обладнання дироуди, матеріалу	Забод дироудник	Одиниця виміру	Кіл-сть	Маса одиниці, кг.	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8	9
28	Відвід сталевий-90°	φ50			шт	5		
29	Відвід сталевий-90°	φ89			шт	1		
30	Відвід сталевий-90°	φ100			шт	12		
31	Відвід сталевий-90°	φ125			шт	5		
32	Відвід сталевий-90°	φ150			шт	16		
33	Перехід сталевий	20/15			шт	4		
34	Перехід сталевий	50/100			шт	2		
35	Перехід сталевий	65/100			шт	2		
36	Перехід сталевий	80/100			шт	3		
37	Перехід сталевий	125/65			шт	2		
38	Перехід сталевий	125/80			шт	2		
39	Перехід сталевий	150/100			шт	5		
40	Перехід сталевий	150/125			шт	1		
41	Перехід сталевий	200/150			шт	1		
42	Заглушка	φ100			шт	4		
43	Заглушка	φ200			шт	1		
44	Різьба сталевіа	φ15			шт	8		
45	Різьба сталевіа	φ20			шт	42		
46	Різьба сталевіа	φ25			шт	14		
47	Різьба сталевіа	φ40			шт	84		
48	Різьба сталевіа	φ50			шт	2		
49	З'єднання роз'ємне, американка	φ40			шт	24		
50	З'єднання роз'ємне, американка	φ50			шт	1		
51	Куток сталевий 50 (опорні рами, кріплення)				м	20		
52	Лист сталевий товщиною 5 мм (під опору з кута сталевого)	100><100 мм			шт	12		

Позиція	Найменування і технічна характеристика	Тип, марка, позначення документа, опитувального листа	Код обладнання виробу, матеріалу	Завод виробник	одиниця виміру	Кіл-сть	Маса одиниці, кг.	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8	9
52	Кріплення для трубопроводу хомутове	φ15			шт	2		
53	Кріплення для трубопроводу хомутове	φ20			шт	40		
54	Кріплення для трубопроводу хомутове	φ25			шт	2		
55	Кріплення для трубопроводу хомутове	φ40			шт	16		
56	Кріплення для трубопроводу хомутове	φ50			шт	4		
57	Кріплення для трубопроводу хомутове	φ100			шт	20		
58	Кріплення для трубопроводу хомутове	φ125			шт	4		
59	Кріплення для трубопроводу хомутове	φ150			шт	5		
60	Кріплення для трубопроводу хомутове	φ200			шт	2		
61	Базова стійка опорна рама (для першого котла)	код 042031X0		Ferrolti (Італія)	шт	2		
62	Комплект допоміжних опорних рам (для наступних котлів у ряду)	код 042032X0		Ferrolti (Італія)	шт	10		
	Опалення та вентиляція.							
1	Конвектор електричний Термія ЗВНА-2,5/230 С2			Термія (Україна)	шт	2		
2	Кріплення до повітряно-опалювального агрегату настінне				компл.	1		
3	Решітка припливна зовнішня нерегульована	500*500(h)			шт	2		
4	Дефлектор Д 315-01 оц (Д 315)	Серія 5.904-51			шт	1		
5	Вентканал оцинк. δ = 0,55 мм, ізолюваний δ = 30 мм, в кожусі з оцинк. сталі δ = 0,55 мм.	0315/375			м	2		
6	Вузел проходу через покрівлю	0315			шт	1		
7	Димохід нерж. δ = 0,7 мм, коаксіальний	080/125			м	48		
8	Димохід нерж. δ = 0,7 мм, ізолюваний δ = 40 мм, в кожусі з оцинкованої сталі δ = 0,55 мм.	080/160			м	12		
9	Заводська деталь підключення коаксіального димоходу			Ferrolti (Італія)	шт	12		
10	Відвід нерж. δ = 0,7 мм, коаксіальний 45°				шт	24		
11	Деталь для забору повітря на коаксіальному димоході	080/125			шт	12		

Позиція	Найменування і технічна характеристика	Тип, марка, позначення документа, опитубального листа	Код обладнання виробу, матеріалу	Завод виробник	одиниця виміру	Кіл-сть	Маса одиниці, кг.	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Водопостачання і каналізація.							
1	Трубопровід з поліпропіленових труб 032*2.9	PPR PN10			м	14		
2	Муфта з різьбою внутрішньої 032*2.9/1"				шт	4		
3	З'єднання роз'ємне, американка 01"				шт	4		
4	Відвід поліпропіленовий 032				шт	24		
5	Трап	0100			шт	2		

Розділ 6. Охорона праці та навколишнього природного середовища

6.1. Техніка безпеки при виконанні монтажних робіт

Вантажопідйомні машини можуть бути допущені до підйому і переміщення тільки тих вантажів, вага яких не перевищує вантажопідйомність машини.

У стріловидних кранів при цьому повинно враховувати положення додаткових опор і виліт, а у кранів з рухливою противагою - положення противаги. Використання вантажопідйомної машини у важчому режимі, ніж вказано в паспорті, не допускається.

Підйом і переміщення декількома кранами допускається в певних випадках. У разі переміщення для цих цілей стріловидних кранів робота повинна виконуватися відповідно до проекту або технологічної карти, розроблених спеціалізованою організацією в яких мають бути приведені схеми строповки і переміщення вантажу послідовно виконання операцій, положення вантажних канатів, а також міститися вимоги до підготовки і стану шляху і інші вказівки по безпечному і переміщенню вантажу.

Умови і порядок підйому вантажу декількома кранами можуть бути розроблені самим підприємством, що використовує крани для такого підйому. При підйомі вантажу декількома кранами, навантаження на кожен кран не повинно перевищувати його вантажопідйомність.

Роботу по підйому і переміщенню вантажу двома або декількома кранами повинна виконуватися під безпосереднім керівництвом особи, відповідальної за безпечне виробництво робіт по переміщенню вантажів кранами, або спеціально призначеного інженерно - технічного працівника.

Вантажопідйомні машини, що знаходяться в роботі, мають бути забезпечені ясними позначеннями реєстраційного номера, вантажопідйомності і дані наступного випробування. Ці позначення мають бути зроблені у вигляді великих написів.

На підприємстві (будівництві) мають бути розроблені правильні способи строповки вантажів, що не мають спеціальних пристроїв (петлі цапфи, рими) і навчені цими способам стропальники. У необхідних випадках графічне зображення строповки має бути видане на руки стропальникам і кранівнику або вивішено в місцях виконання робіт.

Для вантажів, у яких є петлі, цапфи, рими призначені для підйому вантажів в різних положеннях, також мають бути розроблені схеми їх строповки.

Керівництво підприємства, будівництва або власник крану, коли виконання вказаних робіт є його обов'язком, повинні:

а) забезпечити стропальників розрахованими, випробуваними і промаркованими знімними вантажозахватними пристосуваннями і тарою належної вантажопідйомності;

б) вивісити в кабіні і на місці виробництва робіт список переміщуваних краном вантажів з вказівкою їх ваги. Кранівникам і стропальникам, обслуговуючим стріловидні крани, список має бути виданий на руки;

в) забезпечити постійну можливість періодичного випробування точно зваженим вантажем обмежувача стріловидних, веж і інших кранів, обладнаним таким приладом. Випробування обмежувача вантажопідйомності повинні здійснюватися в терміни, встановлені інструкцією заводу, - виготівника крану з відміткою про це у вахтовому журналі. У разі відсутності вказівок в інструкції заводу - виготовлення по періодичності перевірки обмежувача, терміни перевірки встановлюються власником крану;

г) опломбувати або замкнути замком дверці захисної панелі крану вежі;

д) забезпечити зміст шляхів кранів в справному стані;

е) виділити місце для укладання вантажів, обладнати його необхідними пристосуваннями (підкладками, підставками і тому подібне) і проінструктувати кранівника і стропальника про порядок і габарити складування.

На будівництві має бути встановлений порядок обміну умовними сигналами між стропальником і кранівником (машиністом). Рекомендована знакова сигналізація приведена в прил.9 правил безпечної експлуатації вантажопідійомних кранів. Допускається сигналізація голосом при роботі стріловидних самохідних краном із стрілою не більше 10 м, а також застосування двостороннього телефонного і радіотелефонного зв'язку.

Місце виробництва робіт по підйому і переміщенню вантажів має бути добре освітлене. При недостатньому освітленні місця роботи, сильному снігопаді або тумані, а також інших випадках, коли кранівник погано розрізняє сигнали стропальника (сигнальника) або переміщуваний вантаж, робота крану має бути припинена.

Установка стріловидного крану повинна виконуватись так, щоб при роботі відстань між поворотною частиною крану при будь-якому його положенні і будівельниками, штабелями вантажів і іншими предметами була не менше 1м.

Наряд - допуск повинен підписуватися керівником (начальником, головним інженером) підприємства, або організації, що виконує роботи, або іншою керівною особою за їх вказівкою і видається на руки кранівникові перед початком роботи. Порядок видачі наряду - допуску і порядок інструктажу робітників повинен встановлюватися наказом по підприємству, організації, будівництва.

У путьовому листі кранівника стріловидного крану організація повинна ставити штампи про заборону самовільної установки крану для роботи поблизу лінії електропередачі без наряду - допуску.

При виробництві робіт по підйому або переміщенню вантажів вантажопідійомними машинами їх власник і виконуюча організація зобов'язані забезпечити дотримання наступних вимог :

а) на місці виробництва робіт по підйому і переміщенню вантажів, а також на вантажопідійомних машинах не повинна допускатися присутність осіб, що не мають прямого відношення до виконуваної роботи;

б) для строповки призначеного до підйому вантажу повинні застосовуватися стропи, відповідні вазі вантажу, що піднімається, з урахуванням числа гілок і кута їх нахилу; стропи загального призначення слід підбирати так, щоб кут між їх гілками не перевищував 90 градусів;

в) при підйомі вантажу він має бути заздалегідь підведений на висоту не більше 200-300 мм. для перевірки правильності строповки і надійності дії гальма;

г) при підйомі вантажу встановленого поблизу стіни, колони, штабелю, залізничного вагону, верстата або іншого устаткування, не повинне допускатися знаходження людей (у тому числі і особи, що виробляє зачіпку) між вантажем, що піднімається, і вказаними частинами будівлі або устаткуванням; справжня вимога повинна також строго виконуватися і при опусканні вантажу;

д) підйом, опускання і переміщення вантажу не повинні виконуватись при знаходженні людей під вантажем. Стропальник може знаходитися біля вантажу під час його підйому або опускання, якщо вантаж знаходиться на висоті не більш за один метр по рівню майданчика, на якому знаходиться стропальник;

е) спускати переміщуваний вантаж дозволяється лише на призначене для цього місце, де унеможлиблюється падіння, перекидання або сповзання встановлюваного вантажу. На місце установки вантажу мають бути заздалегідь укладені відповідній міцності підкладки для того, щоб стропи або ланцюги могли бути легко і без ушкоджень витягнуті з під вантажу;

ж) після закінчення або в перерві робіт вантаж не повинен залишатися в підвішеному стані.

При роботі вантажопідйомна машина не допускається:

а) вхід на вантажопідйомну машину під час її руху;

б) знаходження біля працюючого стрілецького крану щоб уникнути затиску між поворотною частинами крану;

в) підйом і переміщення вантажу з людьми, що знаходяться на них.

6.2. Безпечна експлуатація газопроводів

При проектуванні підземних та надземних газопроводів, виконанні будівельно-монтажних робіт по їх прокладці, а також при роботах з оцінки технічного стану газопроводів потрібно дотримуватись вимог, що забезпечують безпеку їх спорудження та експлуатації.

Відведення продуктів згорання від побутових газових приладів печей та іншого побутового газового обладнання в конструкції якого передбачено відведення продуктів згорання в димохід, слід здійснювати від кожного приладу агрегату або печі по відособленому димоходу.

Кінці футлярів мають бути ущільнені просмоленим льняним пасмом і бітумною мастикою. Сталевий газопровід, що прокладається у футлярі, повинен мати мінімальну кількість зварних стиків. Усі стики, в межах футляра, повинні перевірятися фізичними методами контролю.

Для позначення місця розташування газопроводів встановлюються орієнтирні залізобетонні стовпи з табличками-показчиками, на виході газопроводу з землі трубопровід прокладається у футлярі, надземна частина якого має бути на 0,5 м вище за поверхню землі. Кінець надземної частини футляра ущільнюється льняним просмоленим пасмом і бітумом. На виході трубопроводу з землі встановлюється контрольна трубка, а на трубопроводі - ізолююче фланцеве

В шафових ГРП, призначених для постачання газом котелень газовикористовувальні установки яких обладнуються системами автоматики безпеки, допускається передбачати одну лінію регулювання газу з байпасом.

Шафові ГРП повинні мати три ступеня захисту споживача від підвищення тиску газу (регулятор запобіжно-викидний клапан запобіжно-запірний клапан) і два ступеня захисту від зниження тиску газу (регулятор, запобіжно-запірний клапан).

Для захисту газопроводів від атмосферної корозії на поверхню надземних газопроводів на два шари ґрунтовки наноситься подвійний шар атмосферостійкої

жовтої фарби. Захист трубопроводів від корозії, що прокладаються підземним способом, виконується захисним покриттям - дуже посиленою ізоляцією.

Монтаж і пневматичне випробування газопроводу на міцність і герметичність проводить спеціалізована організація.

Технічний стан зовнішніх газопроводів і споруд повинен контролюватися комплексом заходів (обходом, комплексним обстеженням за допомогою приладів вимірювань потенціалів та ін.).

При обході надземних газопроводів повинні виявлятися витіки газу, порушення кріплення, провисання труб, перевірятися стан запірних пристроїв, ізолюючих фланцевих з'єднань, пофарбування газопроводів та ін.

Періодичність обходу розподільних надземних газопроводів встановлюється власником деференційно залежно від технічного стану газопроводу але не рідше 1 разу на 3 місяці.

6.3. Характеристика можливих викидів при експлуатації дахової котельні

До споживача по газопроводам надходить природний газ, що містить одорант. Природний газ зазвичай розглядається як нешкідливий газ, безбарвний, не має запаху, не токсичний. Головна небезпека пов'язана з асфіксією (удушення) через нестачу кисню.

Природний газ легше за повітря і при викидах прагне зайняти вищі шари атмосфери. Вірогідність скупчення в низьких точках місцевості і внизу приміщення практично виключається.

Під час експлуатації системи газопостачання виникають технологічні витіки природного газу. Ці витіки є неминучими внаслідок неможливості досягнення абсолютної герметичності різьбових і фланцевих з'єднань, запірної арматури, газового устаткування.

Викид природного газу і одоранта може спостерігатися при проведенні ремонтних і профілактичних робіт, а також у випадку аварійної ситуації.

Стабільне витікання газу в атмосферу відбувається при мінімальному діаметрі отвору, що становить 4 % від перерізу газопроводу.

Таблиця 6.1

Склад палива

Склад газу		Теплота згоряння, кДж/нм ³		Густина, кг/нм ³	
Компоненти	Частка в загальному об'ємі, г _j	a _j	a _j * г _j	ρ _i	ρ _i * г _i
1	2	3	4	5	6
Метан, СН ₄	0,934	35880	33512	0,7174	0,6701
Етан, С ₂ Н ₆	0,021	64360	1352	1,3551	0,0285
Пропан, С ₃ Н ₈	0,008	93180	745	2,010	0,0161
Н-Бутан, С ₄ Н ₁₀	0,004	123570	494	2,6901	0,0108
Н-Пентан, С ₅ Н ₁₂	0,003	156630	470	3,4536	0,0104
Двуокис водню, СО ₂	0,003	-	-	1,9770	0,0060
Сірководень, Н ₂ С	-	23270	-	1,5361	-
Азот, N ₂	0,0027	-	-	1,2503	0,0338
Всього	1,0	-	36573	-	0,758

Як аварійну, можна розглядати ситуацію, що виникає при підвищенні тиску в системі газопостачання. В цьому випадку спрацьовує скидна клапан, який скидає "зайву" кількість газу через свічку в атмосферу і знижує тим самим тиск газу в системі.

Максимально можливі витіки газу з проєктованого газопроводу, прокладеного по рівнинній місцевості, через мікросвищі і нещільність лінійної арматури (м³/рік) визначаються за формулою:

$$Q_{\text{ут}} = 1113,5 \times \frac{D \times l \times P_{\text{сее}} \times t}{T_{\text{сее}} \times m \times Z_{\text{сее}}},$$

де 1113,5 -переводний коефіцієнт, $^{\circ}\text{C}/\text{кг}\times\text{добу}$; D - діаметр газопроводу;
 l - довжина газопроводу; $P_{\text{сер}}$ - середній тиск; t - час роботи газопроводу (365 діб); $T_{\text{сер}}$ - середня температура газу в газопроводі, К;
 m - середній коефіцієнт стисливості (0,92); $Z_{\text{сер}}$ - ступінь початкової герметичності (1,2).

$$1113,5 \times \frac{0,16 \times 2655 \times 0,2 \times 365}{293 \times 0,92 \times 1,2} = 106 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

Питома кількість викидів газу, що витікає в атмосферу з щілини в зварному шві газопроводу, визначається за формулою::

$$G_{\Gamma} = g \times f \times W_{\text{кр}} \times j_{\Gamma} \times 1000,$$

де g - коефіцієнт, що враховує зниження швидкості, 0,97; f - площа отвору, м^2 , визначена за формулою:

$$f = n \times \pi \times d \times s,$$

де n - довжина лінії розриву зовнішнього периметра труби газопроводу у % від загального периметра, 0,3; π - 3,14; d - діаметр газопроводу; s - ширина щілини. $W_{\text{кр}}$ - критична швидкість викиду газу з щілини в зварному шві газопроводу, $\text{м}/\text{с}$, визначається за формулою:

$$W_{\text{кр}} = 20,5 \times \sqrt{\frac{T_{\text{сер}}}{j_{\text{ог}}}},$$

де $T_{\text{сер}}$ - середня температура газу в газопроводі, К; $j_{\text{ог}}$ - щільність газу за нормальних умов. $j_{\text{г}}$ - щільність газу перед отвором в газопроводі, $\text{кг}/\text{м}^3$, визначається за формулою:

$$J_{\Gamma} = \frac{T \times P_0 \times j_{\text{ог}}}{T_0 \times P},$$

де T - абсолютна температура навколишнього середовища, К; P_0 - абсолютний тиск газу в газопроводі в місці розташування зварного шва; P - атмосферний тиск (101325 Па).

$$f = 0,3 \times 3,14 \times 0,16 \times 0,0001 = 15 \times 10^{-6} \text{ м}^2$$

$$W_{\text{кр}} = 20,5 \times \sqrt{\frac{293}{0,758}} = 403 \text{ м}/\text{с}$$

$$J_r = \frac{293 \times 365325 \times 0,758}{293 \times 101325} = 2,7 \text{ кг/м}^3$$

$$G_r = 0,97 \times 15 \times 10^{-6} \times 403 \times 2,7 \times 1000 = 15,8$$

Витрата газу, м³/с, розраховується за формулою::

$$L = W_{кр} \times f$$

$$L = 403 \times 15 \times 10^{-6} = 6 \times 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}.$$

В період експлуатації газопроводу можливі викиди в атмосферу забруднюючих речовин.

Таблиця 6.2.

Викиди забруднюючих речовин

Забруднююча речовина	Код	Коефіцієнт осідання	ГДК _{максимально} разова, мг/м ³	Клас небезпеки	Викид г/с
Метан	0410	1	50	4	$4,5 \times 10^{-3}$

У димових газах при роботі котлів на природному газі містяться шкідливі речовини NO₂, CO.

Заходами щодо охорони атмосфери передбачено зниження концентрації шкідливих речовин у приземному шарі шляхом розсіювання димових газів на певній висоті за допомогою димової труби.

Висновок

Розглянуто способи підвищення енергоефективності в основних елементах системи тепlopостачання: фактори, що впливають на зниження ККД газових котлів, що спричиняють втрати теплової енергії в теплопроводах, системах опалення і гарячого водopостачання. Розроблені заходи по усуненню цих факторів. Розглянуто характеристики різних джерел теплової енергії. Проаналізовано можливості використання в якості джерела теплової енергії електричну енергію, джерела низькотемпературної теплоти, теплових насосів. Розглянуто комбінований обігрів (природний газ разом з тепловим насосом), альтернативні джерела енергії, нетрадиційні вуглеводні та природний паливний газ. Проведено аналіз можливих варіантів джерел теплової енергії для будівлі бізнес-центру. Визначені вихідні дані для розробки техніко-економічного обґрунтування. Визначено, що для тепlopостачання будівлі бізнес центру найкращим варіантом буде автономне тепlopостачання від власної котельні, що використовує природний газ. Розташування котельні прийнято на даху будівлі.

Виконане проєктування автономної дахової котельні

Проведено попереднє визначення техніко-економічних показників котельні, порівняння техніко-економічних показників варіантів джерел теплової енергії для системи тепlopостачання будівлі. Складена специфікація обладнання і комерційна пропозиція

Розглянуто питання техніки безпеки при виконанні монтажних робіт та безпечної експлуатації газопроводів. Надана характеристика шкідливих викидів при експлуатації дахової котельні

Розглянуто способи підвищення енергоефективності системи тепlopостачання будівлі, підібране ефективне газовикористовуюче обладнання. Виконано проєктування дахової котельні. Виконані економічні розрахунки, розглянуто питання охорони праці і захисту навколишнього середовища.

Список використаної літератури