

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем і екології

Кафедра теплотехніки

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗДОБУВАЧА СТУПЕНЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ МАГІСТР**

на тему:

Модернізація системи теплопостачання із встановленням блочно-модульної котельної установки на газу за адресом: м. Київ, проспект Науки, 96

Мусієнко Катерини Миколаївни

Київ 2025 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем і екології

Кафедра теплотехніки

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Михайло КИРИЧЕНКО

«___» _____ 2025 року

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗДОБУВАЧА СТУПЕНЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ МАГІСТР**

Модернізація системи теплопостачання із встановленням блочно-модульної котельної установки на газу за адресом: м. Київ, проспект Науки, 96

Я як здобувач вищої освіти КНУБА розумію і підтримую політику закладу з академічної доброчесності. Я не надавав і не одержував незгодувану допомогу під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Здобувач **Мусієнко Катерина
Миколаївна**

144 «Теплоенергетика»

ОПП Енергетичний менеджмент,
енергоефективні муніципальні та
промислові теплові технології

Група зТЕМ-24

Керівник: **Кириченко М. А.**

доцент, кандидат технічних наук

Рецензент

Ідентичність підтверджую

Київ 2025 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: Інженерних систем і екології

Випускова кафедра: Теплотехніки

Освітній вищої освіти: Магістр

Спеціальність: 144 Теплоенергетика

Освітня програма: Енергетичний менеджмент, енергоефективні муніципальні та промислові теплові технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри теплотехніки

_____ Михайло КИРИЧЕНКО

« ____ » _____ 2025 року

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
ЗДОБУВАЧА СТУПЕНЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ МАГІСТР**

Мусієнко Катерина Миколаївна

1. Тема роботи «Модернізація системи теплопостачання із встановленням блочно-модульної котельної установки на газу за адресом: м. Київ , проспект Науки, 96»,

затверджена наказом ректора КНУБА № _____ від _____ року.

2. Керівник роботи Кириченко Михайло Анатолійович, кандидат технічних наук, доцент.

3. Термін подання студентом роботи до захисту 20.12.2025 року

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Р. 1. Завдання на проектування

Р. 2. Розрахунок ресурсів

Р. 3. Вода підготовка

Р. 4. Газопостачання

Р. 5. Підбір основного обладнання котельні

Р. 6. Викиди

Р.7. Основні техніко-економічні показники

Р.8. Технологія виробництва

Р.9. Автоматизація об'єкту

5. Графічний матеріал за розділами:

Р.2. Генплан

Р.2. Схема плану траси. Вид А

Р.2. Схема повздовжнього профілю тепломережі

Р.4. Схема газопроводів шафового газу регуляторного пункту комбінованого ШГРП

Р.5. Теплова схема котельні

Р.8. План розташування агрегатів блочно-модульної водогрійної котельної установки БМВКУ-1,0Г(Е) потужністю 1,4 МВт

Р.8. Схема газового пальника та його характеристики

Р.8. Характеристики котла та його вигляд

Р.8. Схема електромонтажного креслення котла

6. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірив	
		Дата	Підпис
Р. 3	Габа К.О., к. т. н., доцент		
Р. 4	Коновалюк В.А., к. т. н., доцент		

7. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Вступ	жовтень 2025 р.
Розділ 1. Завдання на проектування	жовтень 2025 р.
Розділ 2. Розрахунок ресурсів	жовтень 2025 р.
Розділ 3. Водопідготовка	жовтень 2025 р.
Розділ 4. Газопостачання	жовтень 2025 р.
Розділ 5. Підбір основного обладнання котельні	листопад 2025 р.
Розділ 6. Викиди	листопад 2025 р.
Розділ 7. Основні техніко-економічні показники	листопад 2025 р.
Розділ 8. Технологія виробництва	листопад 2025 р.
Розділ 9. Автоматизація об'єкту	грудень 2025 р.
Остаточне оформлення роботи	грудень 2025 р.
Направлення роботи для перевірки на плагіат	грудень 2025 р.
Направлення роботи на рецензування	грудень 2025 р.

8. Дата видачі завдання _____

Керівник

(підпис)

Кириченко М.А.

Здобувач

(підпис)

Мусієнко К. М.

Зміст

Вступ.....	3
1. Завдання на проектування.....	5
1.1 Вихідні дані.....	5
1.2. Метеорологічні умови	8
2. Розрахунок ресурсів.....	10
2.1 Основні енергетичні параметри котельні.....	10
2.2 Розрахунок параметрів теплообмінника гарячого водопостачання	22
3. Водопідготовка.....	28
3.1 Основні дані для проектування водомінеральної підготовки	28
3.2 Хімічні показники водопідготовки.	29
3.3 Скиди води котельні.	30
4. Газопостачання.....	32
4.1 Вихідні дані.....	32
4.2 Газові мережі зовнішнього газопостачання	33
4.3 Газові мережі внутрішнього газопостачання	35
4.4 Комерційний вузол обліку природного газу	36
5. Підбір основного обладнання котельні.	39
5.1 Основне обладнання котельні.....	39
5.2 Компонування основного обладнання котельні	41
5.3 Теплова схема котельні.	42
6. Викиди.....	44
7. Основні техніко-економічні показники.....	49
7.1 Техніко-економічні показники.	49

7.2 Оцінка енергоефективності.....	55
7.3 Рішення енергозбереження.	57
8. Технологія виробництва.....	59
8.1 Основні технології виробництва.	59
8.2 Охорона праці.....	65
8.3 Розрахунок заземлення.....	72
9. Автоматизація об'єкту.....	75
Висновки.....	78
Література.....	Ошибка! Закладка не определена.

Вступ

Проект «Модернізація системи теплопостачання із встановленням блочно-модульної котельної установки на газу за адресом: м. Київ, проспект Науки, 96» розроблено з метою забезпечення надійного, енергоефективного та безперебійного теплопостачання споживачів будівлі. Необхідність модернізації обумовлена фізичним та моральним зношенням існуючих тепло генеруючих потужностей, високими експлуатаційними витратами та потребою підвищення рівня енергетичної безпеки об'єкта.

Блочно-модульна котельня, що передбачається до встановлення, є сучасним технологічним рішенням, яке поєднує компактність, високий рівень автоматизації, підвищену енергоефективність та відповідність чинним вимогам у сфері екології, безпеки та експлуатації. У процесі проектування враховано вимоги ДБН, НПАОП, Кодексу газорозподільних систем, чинних нормативних документів у сфері містобудування, пожежної та техногенної безпеки, а також технічні умови оператора ГРМ.

Проект передбачає виконання комплексу технічних рішень, спрямованих на модернізацію системи теплопостачання, облаштування газових мереж, впровадження сучасної системи автоматизації, контролю та безпеки, що забезпечить стабільну роботу котельні в різних режимах та мінімізує ризики аварійних ситуацій [1].

Розроблена котельня дозволяє ефективно забезпечувати споживачів тепловою енергією в межах проектної потужності, скоротити витрати на обслуговування, підвищити надійність системи теплопостачання та створити комфортні умови для подальшої експлуатації будівлі.

Метою проекту є розроблення технічних рішень щодо встановлення та впровадження сучасної блочно-модульної газової котельні для забезпечення надійного, енергоефективного та безпечного теплопостачання будівлі за адресом : м. Київ, проспект Науки, 96.

Об'єктом проєктування є система теплопостачання будівлі, яка включає блочно-модульну газову котельню, теплотехнічне обладнання, трубопроводи, систему автоматизації, безпеки та регулювання технологічних процесів.

Предметом проєктування є технічні та організаційні рішення щодо:

- підбору та монтажу котельного обладнання;
- організації системи водо підготовки та водопостачання котельні;
- виконання газопостачання та газо регуляторного обладнання;
- проєктування системи автоматичного регулювання, контролю та аварійної сигналізації;
- забезпечення електроживлення та заземлення котельні;
- дотримання вимог пожежної, техногенної та експлуатаційної безпеки.
- Провести аналіз існуючої системи теплопостачання та визначити необхідність модернізації.
- Вибрати тип і конструкцію блочно-модульної котельні, що відповідає тепловому навантаженню об'єкта.
- Обґрунтувати вимоги до електроживлення та заземлення, виконати схему вирівнювання потенціалів.
- Розробити заходи з охорони праці та пожежної безпеки, згідно з чинними нормативами.
- Визначити економічні показники проєкту та оцінити ефективність впровадження котельні.

Актуальність зумовлена потребою у впровадженні сучасних, енергоефективних і безпечних систем теплопостачання, що відповідають сучасним технічним нормам, зменшують витрати енергії та підвищують надійність теплових мереж у старих будівлях.

1. Завдання на проєктування.

1.1 Вихідні дані

Проєкт модернізації системи теплопостачання із встановленням блочно-модульної газової котельної за адресом: м. Київ, проспект Науки, 96 розробляється на підставі технічних умов, вихідної містобудівної документації та чинних нормативних вимог у сфері газопостачання, теплопостачання, автоматизації та охорони праці.

Основними вихідними даними для проєктування є:

1. Технічні умови на підключення до системи газопостачання, видані АТ «Київгаз». Умови визначають максимальний обсяг газу, параметри тиску, вимоги до розташування та облаштування вузла обліку газу, включаючи:

- встановлення комерційного ВОГ із газовим фільтром, ЗВТ, пристроєм дистанційної передачі даних;
- вимоги до матеріалів газопроводів, арматури, контрольно-вимірювальних приладів;
- вимоги до пломбування, монтажу і введення в експлуатацію;
- обмеження щодо розташування обладнання в зоні газорозподілу.

2. Архітектурно-технічні дані щодо майданчика:

- площа та планувальні рішення ділянки, призначеної під установку блочно-модульної котельні;
- наявні інженерні мережі (електропостачання, тепломережі, водопостачання та водовідведення);
- можливість відведення продуктів згоряння і розміщення димаря;
- вимоги до під'їзних шляхів для монтажу та обслуговування.

3. Призначення об'єкта — забезпечення автономного теплопостачання будівлі за рахунок встановлення модульної котельні, що працює на природному газі.

4. Котельня повинна забезпечувати роботу системи опалення та гарячого водопостачання відповідно до потреб споживача.

5. Теплотехнічні параметри, необхідні для підбору обладнання:
– теплове навантаження будівлі (згідно теплового паспорту або розрахунку);
– розрахункові температури зовнішнього повітря, прийняті згідно ДБН В.2.5-67:2013;

- витрати теплоносія системи опалення;
- параметри подачі та звороту теплоносія.

6. Необхідний склад котельного обладнання, згідно з технічними вимогами:

- котли, оснащені системами теплового контролю та безпеки;
- системи водо підготовки;
- мережні та підживлювальні насоси;
- газо регуляторне та запірне обладнання;
- димовидалення та вентиляція;
- блок автоматики та SCADA-система (за потреби).

7. Вимоги до системи контролю та управління, які відповідають ДБН В.2.5-77:2014:

- автоматичний пуск, робота та зупинка котлів;
- прогресивне регулювання потужності;
- технічний контроль температур, тисків, витрат газу та води;
- аварійна сигналізація щодо витоків газу, загасання полум'я, зниження/підвищення тисків;
- дистанційне передавання даних до диспетчерського пункту (Modbus).

8. Вимоги до електробезпеки та заземлення, згідно ПУЕ та НПАОП 0.00-1.21-98:

- підключення електрообладнання через захисні автомати;
- монтаж електропроводки в металевих лотках або трубах;
- виконання захисного та робочого заземлення.

9. Нормативні документи, що регламентують проєктування блочно-модульних котельнь:

- ДБН В.2.5-20:2017 «Газопостачання»;
- ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція і кондиціонування»;
- НПАОП 0.00-1.57-12 «Правила безпеки систем газопостачання»;
- НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила безпечної експлуатації котлів»;
- ДСТУ EN 303-5, ДСТУ EN 746-2 — вимоги до котельного обладнання;
- Правила улаштування електроустановок (ПУЕ).

10. Вимоги з охорони праці та пожежної безпеки, згідно ДБН В.1.1-7:2016 і НПАОП 0.00-1.71-13:

- забезпечення безпечної експлуатації котельні;
- вимоги до вентиляції та виявлення газу;
- організація шляхів евакуації;
- наявність пожежної сигналізації.

11. Матеріали обстеження існуючих теплових мереж та газопроводів, у тому числі:

- фактичний технічний стан трубопроводів;
- необхідність реконструкції або заміни ділянок мереж [2].

1.2. Метеорологічні умови

Проектування блочно-модульної газової котельної установки здійснюється з урахуванням кліматичних умов м. Києва, які визначають теплові навантаження, режими роботи обладнання та вимоги до конструктивних рішень.

2.1. Кліматичний район

Згідно з ДБН В.2.6-31:2021 та ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010:

- м. Київ відноситься до II кліматичного району за умовами опалення;
- зона вітрового району — II,
- зона снігового району — III.

2.2. Температурні умови

Для території м. Києва характерні такі розрахункові температури:

- Середня температура найхолоднішої п'ятиденки ($P=0,92$): $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Середня температура зовнішнього повітря опалювального періоду: $-1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Абсолютний мінімум температури: $-32\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Середньорічна температура повітря: $+8,4\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Тривалість опалювального періоду: 160–175 діб
- Середня температура опалювального періоду: $+0,1\dots-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Кількість градус-діб опалювального періоду (ГДОП): 3500–3800 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{добу}$

2.3. Вологість та опади

- Середня відносна вологість взимку: 82–88 %
- Середня річна кількість опадів: 600–650 мм
- Снігове навантаження (для III району): 1,2 кПа

2.4. Вітровий режим [3]

- Розрахункова швидкість вітру для II району: 23–26 м/с
- Переважаючі напрямки вітру: північно-західний, західний
- Середньорічна швидкість: 3,5–4,5 м/с

2.5. Інші кліматичні характеристики

- Категорія середньої запиленості повітря: помірна
- Район за ожеледдю: помірна ймовірність, 20–25 діб з ожеледдю на рік.
- Глибина промерзання ґрунту: 1,0–1,2 м.

2. Розрахунок ресурсів

2.1 Основні енергетичні параметри котельні

Розрахунок ресурсів для реалізації проєкту модернізації системи тепlopостачання із встановленням блочно-модульної газової котельної за адресом: м. Київ, проспект Науки, 96 виконано з урахуванням технологічних, будівельно-монтажних, пусконаладжувальних та експлуатаційних вимог.

Розрахунок базується на обсягах робіт, прийнятих технічних рішеннях, характеристиках обладнання та умовах експлуатації.

1. Матеріальні ресурси

До матеріальних ресурсів належать основні матеріали, комплектуючі та устаткування, необхідні для монтажу та запуску котельної установки.

Основні групи матеріалів:

1. Теплотехнічне обладнання:

- водогрійні газові котли;
- димові вентилятори, димохідні елементи;
- теплообмінники, насосні агрегати;
- системи водо підготовки та фільтрації.

2. Газове обладнання та елементи трубопроводів:

- сталеві газопровідні труби;
- запірні арматури;
- регулятори тиску, фільтри газові;
- лічильник газу та елементи вузла обліку.

3. Електротехнічні матеріали:

- кабельна-провідникова продукція;
- автоматичні вимикачі, контактори, реле;
- шафа керування котельні;
- елементи системи заземлення та зрівнювання потенціалів.

4. Будівельні та монтажні матеріали:

- бетонні плити (підставка під модуль);

- кріпильні елементи;
- теплоізоляційні матеріали;
- металоконструкції та каркаси.

5. Прилади безпеки:

- газоаналізатори;
- датчики чадного газу, метану;
- автоматичні запобіжні клапани;
- протипожежне обладнання (вогнегасники, пожежна сигналізація).

2. Трудові ресурси

Трудові ресурси визначаються кількістю персоналу та тривалістю виконання робіт. В проєкті передбачається залучення:

- монтажників газових систем;
- слюсарів-сантехніків;
- електромонтажників;
- інженера-теплотехніка;
- інженерів систем автоматизації та КВПіА;
- спеціалістів з пуск налагодження;
- працівників служби охорони праці.

Основні етапи, що потребують трудових витрат:

1. Підготовчі та будівельно-монтажні роботи.
2. Монтаж теплотехнічного обладнання.
3. Монтаж газових мереж і вузла обліку газу.
4. Монтаж електричних мереж і автоматики.
5. Пусконалагоджувальні роботи.
6. Випробування систем, технічна перевірка, введення в експлуатацію.

3. Енергетичні ресурси

На етапі експлуатації котельні необхідно врахувати потребу у таких ресурсах:

1. Природний газ – основне паливо для роботи котлів. Розрахункова витрата визначається тепловим навантаженням будівлі та ККД котельного обладнання.
2. Електроенергія, необхідна для:
 - роботи насосів;
 - автоматики, системи диспетчеризації;
 - вентиляційного обладнання;
 - системи освітлення;
 - функціонування газоаналізаторів і пожежної сигналізації.
3. Водні ресурси – для системи підживлення котла, водо підготовки та технологічних потреб.

4. Фінансові ресурси

Фінансові ресурси включають витрати на:

- закупівлю обладнання;
- монтажні та будівельні роботи;
- пуск налагодження;
- оформлення проєктної та технічної документації;
- отримання технічних умов;
- експертні перевірки та введення в експлуатацію;
- резерв на непередбачені витрати.

Загальний обсяг витрат визначається на основі локальних кошторисів, цін постачальників та вартості будівельно-монтажних робіт.

5. Організаційні ресурси

До них відносяться:

- документація на технічне приєднання;
- проєктні рішення;
- дозволи та погодження;
- технічні умови оператора ГРМ;
- атестовані фахівці з відповідних видів робіт;
- контроль з боку служби охорони праці та пожежної безпеки.

1 Розрахунок теплової схеми ділянки проводиться з метою визначення витрати води для окремих вузлів при характерних режимах роботи котельні й складання загального матеріального балансу води.

Розрахунком визначаються температура різних потоків води (мережної, живильної, сирою, зм'якшеною).

2 На розрахунковій тепловій схемі котельні вказуються напрямки основних потоків теплоносіїв, їхні витрати й параметри.

3 Результати розрахунків є вихідними даними для розрахунку й вибору встаткування окремих вузлів теплової схеми й основних трубопроводів котельні [10].

4 Розрахунок теплової схеми виконується в такій послідовності. Вихідні дані занесені в таблицю, складену за певною формою.

5 Розрахунок теплової схеми водогрійної частини котельні ведеться для наступних режимів:

- максимально зимового при розрахунковій температурі зовнішнього повітря для проектування опалення й вентиляції;
- зимових режимів при поточних температурах зовнішнього повітря з інтервалом 5°C (починаючи від розрахункової температури зовнішнього повітря, значення поточних температур кратні п'яти);
- зимового режиму при температурі зовнішнього повітря в точці зламу температурного графіка мережної води.

6 Тепловою схемою передбачена відпустка споживачам води з температурою $95-70^{\circ}\text{C}$.

7 Навантаження гарячого водопостачання приймається постійним, що не залежить від температури зовнішнього повітря як для опалювального, так і для літнього періоду. Однак у літню пору розрахункове навантаження на гаряче водопостачання менше, ніж в опалювальний період, тому що розрахункова температура холодної води, що надходить із водопроводу взимку, приймається $t = +5^{\circ}\text{C}$, а влітку $t = +15^{\circ}\text{C}$. Отже, витрата теплоти на гаряче водопостачання в літню пору стосовно витрати теплоти протягом

опалювального періоду (при температурі води, що надходить на гаряче водопостачання з котельні $t_{ГВП} = 60^{\circ}\text{C}$ складе:

$$Q_{ГВП}^1 / Q_{ГВП}^3 = (60-15) / (60-5) = 0,82. (2.1)$$

Установка мережного насоса не потрібна, оскільки тиск у водопроводі В1 30 м.

Для заповнення втрат у теплових мережах проводиться періодичне підживлення.

Підживлення мережі передбачене від водопроводу. При тиску в системі водопроводу недостатньому при заповненні системи теплопостачання підживлення здійснюється живильними насосами.

Котли обладнані дренажною системою з висновком дренажного трубопроводу з котельні.

Вихідні дані для розрахунку теплової схеми котельної з котлом КВа-П-120 Гн для закритої системи теплопостачання

Таблиця 2.1.1 - Вихідні дані для розрахунку теплової схеми котельні

Найменування	Позначення	Одиниці виміру	Розрахунковий режим
			Максимальний зимовий
1	2	3	4
Максимальна годинна відпустка тепла котельної установки.	Q^{\max}	МВт	0,48
Номінальна продуктивність одного котла	$Q_{\text{к}}^{\text{ном}}$	МВт	0,120
Відпустка тепла на опалення й вентиляцію	$Q_{\text{ов}}$	МВт	0,339
Відпустка тепла на гаряче водопостачання	$Q_{\text{ГВП}}$	МВт	0,127

Відпустка тепла на власні потреби котельні	$Q_{с.н.}$	МВт	0,014
Максимальна температура прямої мережної води	$t_{1\ max}$	°С	95
Максимальна температура зворотної мережної води	$t_{2\ max}$	°С	70
Розрахункова температура зовнішнього повітря	t_n	°С	-23
Температура повітря усередині опалювальних приміщень	t_b	°С	20
Температура живильної води	t	°С	5
Питомий об'єм води в системі теплопостачання (34,5-43,1м ³ /МВт)	$q_{сис}$	Т	16,8
Коефіцієнт зниження витоків у системі теплопостачання	$K_{ут}$	-	1
Температура зворотної мережної води на виході в котел	$t_{к2}$	°С	70
Вид палива	Газ природний		

4	Витрата теплоти на власні потреби котельні	$Q_{с.н.}$	МВ Т/ год	$0,03 \times Q_{общ}$	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	-
5	Значення коефіцієнта $K_{ов}$ у ступені 0,8	$K_{ов}^{0,8}$	-	$K_{ов}^{0,8}$	0,845	0,75	0,647	0,547	0,432	0,309	0,183	-	-	
6	Температура прямої мережної води на виході з котельні	t_1	°С	Див. рис. 2.1	95	87	78,5	71,5	62	54	46	38	30	-
7	Температура зворотної мережної води на вході в котельню	t_2	°С	Див. рис. 2.1	70,0	64,5	59	53	48	42	36	31	25	-
8	Сумарна відпустка тепла на опалення, вентиляцію й гаряче водопостачання	$Q_{общ}$	МВ Т/Г од	$Q_{ов}^+$ $Q_{ГВП}^+$ $Q_{с.н.}$	0,48	0,448	0,398	0,368	0,325	0,288	0,248	0,208	0,168	0,128
9	Розрахункова годинна витрата мережної води: опалення, вентиляція	$G_{о.в}$	Т/Г од	$Q_{ов} \times 360 / (C_v(t_1 - t_2))$	12,22	12,22	12,22	12,22	12,22	12,22	12,22	12,22	12,22	-
10	Розрахункова годинна	$G_{ГВ}$	Т/Г	$Q_{ГВП} \times 36$	4,85	4,8	4,85	4,85	4,85	4,85	4,85	4,85	4,85	4,85

	витрата мережної води: гаряче водопостачання	П	од	$Q/(C_B(t_1 - t_2))$		5					8				
11	Розрахункова годинна витрата мережної води на власні потреби котельні	$G_{с.н}$	Т/Г од	$Q_{сн} \times 360 / (C_B(t_1 - t_2))$	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	5	0,53	0,53	0,53	-
12	Розрахункова годинна витрата мережної води загальний	$G_{общ}$	Т/Г од	$G_{общ} = G_{о.в} + G_{ГВП} + G_{сн}$	17,6	17,6	17,6	17,6	17,6	17,6	7,6	17,6	17,6	17,6	17,6
13	Витрата живильної води на заповнення витоків у тепломережі	$G_{ут}$	Т/Г од	$(0,02 \div 0,025) \times G_{об}$	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	2,4	0,24	0,24	0,24	0,20
15	Кількість зворотної мережної води (опалення + вентиляція)	$G_{сетобр}$	Т/Г од	$G_{сет} - G_{ут}$	17,36	17,36	17,36	17,36	17,36	17,36	7,36	17,36	17,36	17,36	4,25
16	Кількість зворотної мережної води без $G_{ГВП}$	$G_{обп}$	Т/Г	$G_{обп}^{ст} - G_{ГВП}$	11,75	11,75	11,75	11,75	11,75	11,75	1,75	11,75	11,75	11,75	11,75

										7				
										5				
17	Кількість працюючих котлів (з округленням до найближчого цілого)	$N_{кр}$	-	$Q_{общ} /$ Вікном	4,0	4,0	4,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,0	2,0	1
18	Відсоток завантаження працюючих водогрійних котлів	$K_{заг}$ р	%	$(Q_{общ}/N_{кр} \times Q_{кр}^{ном}) \times 100$	100	88	81	100	92	84	73	96	84	108
19	Кількість відключених котлів	$N_{кр}$ про	-	$N_{кр}(реж$ $l_{max}) - N_{кр}$	0	0	0	1	1	1	1	2	2	3
20	Кількість води, що пропускається через один водогрійний котел	$G_{в.к}$	Т/Г од	$Q_{общ}^{max} \times$ $3600 / (C_{в}$ $\times (t_{1\ max} -$ $t_{2\ max})$ $\times N_{кр})$	4,28	4,28	4,28	4,28	4,28	4,28	4,28	4,28	4,28	4,28
21	Кількість води, що пропускається через працюючі водогрійні котли	$G_{в.д}$ σ_{Σ}	Т/Г од	$N_{кр} \times G_{в.к}$	17,12	17,12	17,12	17,12	17,12	17,12	17,12	17,12	17,12	4,85

											2				
22	Температура мережної води на виході з котла	t_{k1}	°C	$t_{k2} + (Q_{\text{общ}} \times 3600 / (C_B \times G_{\text{в.до}\Sigma}))$	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95

Таблиця 2.1.3 - Графік температур якісного регулювання теплових мереж (температура повітря в приміщенні 20°C; розрахункова на опалення температура зовнішнього повітря – 23°C.

Температура зовнішнього повітря $t_n, ^\circ\text{C}$	Температура прямій мережної води $t_1, ^\circ\text{C}$	Температура зворотної мережної води $t_2, ^\circ\text{C}$
1	2	3
+10°	38	31
+9°	39,8	34,7
+8°	41,5	36,0
+7°	42,43	37,0
+6°	44,5	37,9
+5°	45,9	39,0
+4°	47,3	39,9
+3°	48,8	40,9
+2°	50,1	41,8
+1°	51,5	42,7
0°	52,9	43,6
-1°	54,2	44,5
-2°	55,6	45,4
-3°	56,9	46,3
-4°	58,2	47,1
-5°	59,5	47,9
-6°	60,8	48,8
-7°	62,1	49,6
-8°	63,4	50,4
-9°	64,7	51,3
-10°	66,0	52,1

-11°	67,2	52,9
-12°	68,5	53,7
-13°	69,8	54,5
-14°	71,1	55,3
-15°	72,3	56,1
-16°	73,5	56,8
-17°	74,8	57,7
-18°	76,0	58,4
-19°	77,2	59,2
-20°	78,4	59,9
-21°	79,6	60,6
-22°	80,8	61,4
-23°	95,0	70

2.2 Розрахунок параметрів теплообмінника гарячого водопостачання

Наведена витрата води, що нагрівається при температурі на виході з теплообмінника $t_h = 60^\circ\text{C}$ визначається по витраті теплоти на ГВП, кг/год

$$G_h = (3,6 \times Q_{\max}^h) / (c \times (t_h - t_c)), \quad (2.2)$$

де Q_{\max}^h – витрата теплоти на ГВП, Вт, $Q_{\max}^h = 127000$ Вт;

$c = 4,187$ кДж/(кг $^\circ\text{C}$) - теплоємність води;

$t_c = 5^\circ\text{C}$ - температура холодної води;

$t_h = 60^\circ\text{C}$ - температура гарячої води [11]

$$G_h = (3,6 \times 127000) / (4,187 \times (60 - 5)) = 1985.$$

Температура мережної води приймається за графіком.

Витрата граючої води розраховується за формулою, кг

$$G_{dh} = (3,6 \times Q_{max}^h) / (c \times (r_1' - r_3')), \quad (2.3)$$

де Q_{max}^h – витрата теплоти на ГВП, Вт;

$c = 4,187$ кДж/(кг°С) - теплоємність води;

$r_1' = 95^\circ\text{C}$ - температура води в магістралі, що подає;

$r_3' = 70^\circ\text{C}$ - температура води у зворотній магістралі.

$$G_{dh} = (3,6 \times 127000) / (4,187 \times (95 - 70)) = 4367,81.$$

Розрахунок пластинчастих теплообмінників проводиться у два етапи: попередній і компонований.

Попередній розрахунок проводиться для визначення необхідної площі нагрівання теплообмінника, а компонований розрахунок полягає у виборі схеми збірки пластин. Компонований розрахунок завершується, коли виконується умова перевірного розрахунку [12].

Попередній розрахунок

1. Визначаємо теплофізичні параметри грію чога та нагріваємо теплоносії: густина ρ , кг/м³; коефіцієнт теплопровідності λ , Вт/(м×К); теплоємність C_p , Дж/(кг×К); коефіцієнт кінематичної в'язкості ν , м²/с; число Прандтля Pr . Перераховані характеристики можуть бути визначені по таблицях води на лінії насичення або по апроксимуючим формулам. Характеристики визначаються по середній температурі теплоносія t_{cp} :

Вода, що нагріває (з індексом '1'), °С

$$t_{cp}^{1p} = (t_1'' + t_1') / 2. \quad (2.4)$$

Вода, що нагрівається, (з індексом '2'), °С

$$t_{cp}^{нагр} = (t_2'' + t_2') / 2. \quad (2.5)$$

2. Визначаємо середньо логарифмічний температурний напір, °С

$$\Delta t_{cp} = (t_1' - t_2'') - (t_1'' - t_2') / \ln((t_1' - t_2'') / (t_1'' - t_2')). \quad (2.6)$$

1 Швидкість руху в трубках приймається в межах 0,3 – 0,4 м/с.

2 Коефіцієнти тепловіддачі, Вт/м²°С

$$\alpha = Nu \lambda / d_3. \quad (2.7)$$

де Nu - число Нуссельта, визначається залежно від характеру плинину:
ламінарного $Re \leq 50$, турбулентного $Re > 50$,

$$Nu = 0,135 \times Re^{0,73} \times Pr^{0,43} (Pr / Pr_{ст})^{0,25}, \text{ якщо } Re > 50,$$

$$Nu = 0,63 \times Re^{0,33} \times Pr^{0,33} (Pr / Pr_{ст})^{0,25}, \text{ якщо } Re \leq 50,$$

$$Re = V \times d_3 / \nu$$

де Pr - число Прандтля;

d_3 – еквівалентний діаметр каналу, береться з паспортних даних теплообмінника.

5. Коефіцієнт теплопередачі визначаємо по формулі, Вт/м² °С

$$K = \frac{0,9 - 0,95}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_c}{\lambda_c} + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_m}}, \quad (2.8)$$

де $\delta_c / \lambda_c \approx 0,000063$; $\delta_n / \lambda_n \approx 0,00011$ термічний опір стінки пластини й шару забруднення накипу.

6. Необхідна площа теплообмінника, м²

$$f_a = Q / (k \Delta t). \quad (2.9)$$

По каталогу вибираємо найближчий теплообмінник. До установки приймається теплообмінник із пластиною типу РС-02 (площа пластини 0,2 м²; наведена довжина 0,533 м; площа живого перетину 0,000792 м²; еквівалентний діаметр 0,004245 м).

Компонований розрахунок

7. Обчислюємо площа живого перетину пакета пластин по грію чому $f_{п1}$ і нагріваємо му $f_{п2}$ теплоносіям, м²

$$F_{п} = G / (V \times \rho) . (2.10)$$

8. Обчислюємо число каналів у пакеті пластин по грію чому m_1 і нагріваємо му m_2 теплоносіям,

$$m = f_{п} / f_1 . (2.11)$$

де f_1 – площа живого перетину одного каналу (з паспорта теплообмінника).

9. Обчислюємо число пластин у пакеті по грію чому n_1 і нагріваємо му n_2 теплоносіям,

$$n = 2m . (2.12) [13]$$

10. Обчислюємо площа теплообмінної поверхні пакета по грію чому $F_{п1}$ і нагріваємо му $F_{п2}$ теплоносіям; м²

$$F_{п} = F_1 \times n . (2.13)$$

де F_1 – площа однієї пластини (з паспорта теплообмінника).

11. Обчислюємо число ходів (пакетів) по грію чому X_1 і нагріваємо му X_2 теплоносіям

$$X = F_a / F_n . (2.14)$$

12. Приймаємо рішення по компоновці теплообмінного апарата: визначаємо число каналів у пакеті $m = m_1 = m_2$, число ходів X_1 і X_2 . Якщо X_1 і X_2 відрізняється менш, ніж на два рази, то приймається симетрична компоновка: $X = X_1 = X_2$. При зміні числа ходів (прийнятого $X_{\text{прин}}$ у порівнянні з розрахунковим $X_{\text{рас}}$) число каналів перераховуємо по формулі,

$$m_{\text{прин}} = m_{\text{рас}} X_{\text{рас}} / X_{\text{прин}} . (2.15)$$

13. Число пластин теплообмінного апарата,

$$n_a = 2mX + 1 . (2.16)$$

14. Фактична площа теплообмінного апарата, м^2

$$F_{\text{ф}} = n_a a_1 . (2.17)$$

15. Фактична площа живого перетину пакета, м^2

$$f_n = m f_1 . (2.18)$$

16. Фактичні швидкості плинну теплоносіїв V_1 і V_2 , м/с

$$V = G / (\rho f_n) . (2.19)$$

Приймаючи нові значення швидкості, вираховуємо наступні фактичні величини: α_1 і α_2 , k , F_a' .

17. Визначаємо запас по площі теплообмінного апарата.

18. Втрати тиску по грію чому Δp_1 і що нагріваємо му Δp_2 теплоносію,

Па

$$\Delta p = \xi (\ell_{\text{ин}} / d_3) (\rho V^{2/2}) , (2.20)$$

де ξ - коефіцієнт місцевих опорів, визначається по формулі:

$$\xi = 19,3 / \text{Re}^{0,25} \text{ (турбулентний плин);}$$

$$\xi = 4863 / \text{Re} \text{ (ламінальний плин);}$$

$\ell_{\text{пр}}$ – наведена довжина каналу (паспорт теплообмінника).

Результати розрахунку зведені в таблицю 2.4.

Таблиця 2.2.1 - Розрахунок теплообмінника ГВП

Параметр	Значення	Параметр	Значення	Параметр	Значення
ρ_1 , кг/м ³	988,15	Re2	2062,35	m2	2
ρ_2 , кг/м ³	994,84	Nu1	78,76	n1	16
λ_1 , Вт/(м×К)	0,6275	Nu2	85,32	n2	4
λ_2 , Вт/(м×К)	0,6018	α_1 , Вт/(м ² ×К)	9884,39	F _{П1} , м ²	1,28
$\nu_1 \times 10^{-6}$, м ² /с	0,6611	α_2 , Вт/(м ² ×К)	10269,41	F _{П2} , м ²	1,2
$\nu_2 \times 10^{-6}$, м ² /с	0,9698	K, Вт/(м ² ×К)	2556,88	x1	0,49(1)
Pr1	4,3582	Fa, м ²	0,63	x2	0,52(1)
Pr2	6,7287	f _{П1} , м ²	0,0011	па	3
Δt , °С	46,3	f _{П2} , м ²	0,0011	F _ф , м ²	0,9
Re1	2770	m ₁	8	f _{П1} , м ²	0,0011
f _{П1} , м ²	0,0011	Nu ₁	78,76	Fa, м ²	0,8
V ₁ , м/с	0,232	Nu ₂	36,50	Запас, %	12,5
V ₂ , м/с	0,125	α_1 , Вт/(м ² ×К)	9884,39	ΔP_1 , Па	6653,85
Re ₁	2252,45	α_2 , Вт/(м ² ×К)	4393,25	ΔP_2 , Па	3127,11
Re ₂	644,48	K, Вт/(м ² ×К)	1893,22		

Нам необхідно два підігрівника по 50% продуктивності.

Приймаємо підігрівники марки ТИЖ-0,08-1,28-1х - 2шт.

3. Водопідготовка.

3.1 Основні дані для проєктування водохімічної підготовки

Для підготовки води для підживлення котлів призначена установка хімічної підготовки води (ВПУ).

Джерелом технічного водопостачання є міський водопровід.

Згідно ДБН В.2.5–39:2008 «Теплові мережі» розрахункова погодинна витрата води для визначення потужності системи водопідготовки та відповідного обладнання для підживлення системи тепlopостачання прийнята — 0,75 % фактичної місткості води в трубопроводах теплових мереж та приєднаних до них системах опалення і вентиляції будівель.

Об'єм води в системах тепlopостачання прийнято 65 м³ на 1 МВт розрахункового теплового навантаження.

Таким чином годинна продуктивність ВПУ для підживлення теплової мережі складає 0,6 м³/год в максимальному режимі, і в середньо-зимовому режимі — 0,29 м³/год.

Попереднє очищення води від механічних домішок здійснюється на фільтрі, що встановлений перед ВПУ в котельні.

В блочно-модульній котельні передбачається ВПУ, що має продуктивність 0,6 м³/год. В якості водопідготовки для приготування живильної води до рівня мінералізації 150–200 мг/л передбачена установка на натрій-котонізованому фільтрі ІМУ–0,6; зі дегазації. Передбачена регенерація Na - катіоніонованого завантаження кухонною сіллю. Вхідна характеристика фільтрованої води при вході повинна відповідати технічним умовам. Розрахунково об'єм фільтрувальної установки складає 8,0 м³ фільтрованої води на одну регенерацію.

3.2 Хімічні показники водо підготовки.

Вміст солей для регенерації треба таблетовану сіль ($\text{NaCl} \geq 99,9\%$). Витрати повареної солі 1,92 кг/регенерацію та 10,12 кг/добу. Розрахунковий 10-ти добовий запас 101,2 кг.

Очікувана якість хіміччищенні води:
— жорсткість карбонатна — не більше 700 мкг-екв/кг;

3.2.3 Водно-хімічний режим та водо підготовка

Для підготовки води для підживлення котлів призначена установка хімічної підготовки води (ВПУ).

Джерелом технічного водопостачання є міський водопровід.

Згідно ДБН В.2.5–39:2008 «Теплові мережі» розрахункова погодинна витрата води для визначення потужності системи водо підготовки та відповідного обладнання для підживлення системи тепlopостачання прийнята – 0,75 % фактичної місткості води в трубопроводах теплових мереж та приєднаних до них системах опалення і вентиляції будівель.

Об'єм води в системах тепlopостачання прийнято 65 м³ на 1 МВт розрахункового теплового навантаження [28].

Таким чином годинна продуктивність ВПУ для підживлення теплової мережі складає 0,6 м³/год в максимальному режимі, в середньо-зимовому режимі – 0,29 м³/год.

Попереднє очищення отриманої від водопроводу води здійснюється на фільтрі, що встановлений в блочно-модульній котельні.

В блочно-модульній котельні передбачається, що при продуктивності 0,6 м³/год, ВПУ буде виконувати функцію підживлення води та підготовлювати воду у бак води підживлення. Воду з бака подають насосом підживлення до рівня 1,0 МПа (10 кгс/см²). Установка підживлення виконує хімічне очищення води від домішок, в т.ч. солей жорсткості. Передбачено застосування натрій-катионітової установки регенерації Філь трального завантаження та пом'якшення питної води для побутової лінійки котельні.

Розрахунковий об'єм фільтрувальної установки складає 8,0 м³/добу по воді. Управління ВПУ передбачено виконати автоматичним.

Вживати для регенерації треба таблетовану сіль (NaCl–99,9%). Витрати кухонної солі на 1 регенерацію складає 1,2 кг. Розрахунки по витраті 10–ти добовий запас солі.

Очікувана якість хімічещенні води:

- жорсткість карбонатна – не більше 700 мкг-екв/кг;
- сухий залишок – 294 мг/кг;
- рН = 9,0.

Після пом'якшення вода поступає у бак води підживлення тепломережі, з якого насосами подається на підживлення. На лінії підживлення передбачено встановити станцію дозування реагенту, який є універсальним інгібітором корозії та осаду для тепломереж. Доза реагенту, що не потребує розбавлення, становить 1 л/м³. Реагент має такі властивості:

- нейтралізує вуглекислий газ та регулює лужність у межах, які виключають найменшу корозію;
- сприяє створенню та підтримці стійкої захисної плівки на поверхні металів, запобігає кисневій корозії;
- запобігає висадженню осадів у місцях з низькою швидкістю циркуляції води.

3.3 Скиди води котельні.

Розрахунки проводилися згідно з Рекомендаціями по проектуванню установок натрій-катіонування.

Витрати води на одну регенерацію – 0,4 м³/добу.
Витрата 100% солі на регенерацію – 1,2 кг.
Кількість регенерації фільтра на добу – 1.

Кількість скидних вод від однієї регенерації = 0,4 м³, вміст хлоридів – 567,06 мг/л.

Скидні води котельні відводяться в мережу побутової каналізації житлового дому з витратами 35 м³/добу. Кількість стоків достатня для забезпечення нормативного ГДК (240 мг/л) між виробничих стоків, що складаються, відповідно до вимог «Правил приймання стічних вод підприємств у систему каналізації м. Києва. Київ 2011 р.» [29].

Для забезпечення ефективної роботи технологічного обладнання котельні проектом передбачена автоматизована система управління технологічним Для забезпечення ефективної роботи технологічного обладнання котельні проектом передбачена автоматизована система управління технологічними процесами (АСУ ТП) із застосуванням сучасних технічних засобів на базі надійної мікропроцесорної техніки. З огляду на вимоги до об'єкта автоматизації і умови роботи, з метою одержання високоякісного теплоенергетичного джерела з високими техніко-економічними показниками, рекомендується автоматизація, котра реалізується як автоматизована система управління на базі використання мікропроцесорної техніки.

Система управління забезпечує централізований контроль і регулювання паливного й повітряного обладнання котельні у всіх режимах експлуатації, в виконанні комутаційних операцій, блокування, дискретного управління, сигналізації, технологічного захисту і обліку [30].

Робота котельні в автоматичному режимі мінімізує кількість обслуговуючого персоналу й забезпечує комфортні умови експлуатації.

4. Газопостачання.

4.1 Вихідні дані

I. Характеристика об'єкта (земельної ділянки) замовника

1. Назва: газифікація промислового та комунально-побутового підприємства;
2. Місце розташування: Голосіївський р-н, просп. Науки, 96
3. Функціональне призначення: земельна ділянка (кадастровий номер 79:089:0014). Лист ліквідаційної комісії КП " Житловик " №1 від 20.08.2020 р. щодо надання дозволу КП "Керуюча компанія з обслуговування житлового фонду Голосіївського району м. Києва " на використання земельної ділянки (кадастровий номер 79:089:0014), що розташована по просп. Науки, 96 в Голосіївському районі м. Києва для тимчасового встановлення блочно-модульної котельної установки на газу.
4. Об'єкт нерухомого майна, що розташований по просп. Науки, 96 в Голосіївському р-ні:
5. Розпорядження Київської міської державної адміністрації №1112 від 10.12.2011 р.;
6. Розпорядження Голосіївської районної в місті Києві державної адміністрації №261 від 06.04.2011 р.;

II. Розрахункові параметри приєднання

1. Місце забезпечення потужності об'єкта замовника встановлюється на: розподільному газопроводі середнього тиску Ду 150 мм по просп. Науки;
2. Точка приєднання об'єкта замовника встановлюється на межі земельної ділянки;
3. Технічна (пропускна) потужність, замовлена в точці приєднання: (Загальна витрата газу — 167,00 м. куб./год.)
 1. модульна котельня КСВа-0,63 "ВК-34" 630 кВт – 2 шт. – 83,5 м.куб./год. кожен

4. Проектний тиск газу в місці забезпечення потужності становить 0,1 МПа;
5. Проектний тиск газу в точці приєднання становить 0,1 МПа;
6. Прогнозоване місце вимірювання (місце встановлення вузла обліку природного газу): точка приєднання. Якщо в місці приєднання технічно неможливо встановити вузол комерційного обліку природного газу у відповідності з вимогами Кодексу ГРМ, вибір рівнозначної точки вимірювання за згодою сторін визначається в найближчій точці на межі балансової належності;

4.2 Газові мережі зовнішнього газопостачання

Вихідні дані для проектування газових мереж зовнішнього газопостачання

1. При проектуванні газових мереж зовнішнього газопостачання (від місця забезпечення потужності до точки приєднання), будівництво яких забезпечується оператором ГРМ, необхідно врахувати таке:
 - 1.1. Погодження місця підключення з УЕГМ-1;
 - 1.2. На газопроводі-вводі в міській території встановити відключаючі пристрій. Тип та місце влаштування погодити з УЕГМ-1;
 - 1.3. Виконати гідравлічний розрахунок: газопровід середнього тиску району забудови, розраховану за проектом детального планування. Схему потужності з АТ "Київгаз";
 - 1.4. Проектування: герметизація вводів інженерних комунікацій; влаштування крізних колодязів усіх комунікацій на відстані 50 м від газопроводу, вартість робіт включити до кошторису; при прокладанні поліетиленових труб передбачити прокладання над трубами газопроводів із поліетилену сигнальної стрічки та в сигнальної стрічки жовтого кольору з вмонтованим в неї алюмінієвим або сталевим дротом;

- 1.5. При перехрещенні газопроводів із іншими інженерними комунікаціями слід передбачити подачку газопроводу вище нижніх елементів траншеї;
- 1.6. Проведення необхідних погоджень мереж розподільчих газопроводів, відводів та їх перевлаштування з ВІД, РДА та топ організаціями міста Києва; план 1:500 з усіма міськими організаціями та АТ «Київгаз» (УЕГМ, УЕГРП та котельнь, УЗГМК) та відповідальним за газове господарство підприємства (при _____ потребі);
- 1.7. При використанні імпортного обладнання до проєкту додати сертифікат, дозвіл на експлуатацію та забезпечити обслуговування спеціалізованою організацією _____ згідно _____ вимог _____ виробника;
- 1.8. Передбачити вузол обліку, погодити з ДМТ;
- 1.9. При розробці проєкту передбачити встановлення ШРП. Тип та місце влаштування погодити з УЕГРП та котельнь;
- 1.10. Виконати будівництво газопроводу-вводу, діаметр якого визначити при проєктуванні;
- 1.11. Проєкт газопостачання має включати всі вимоги, у відповідності до вимог чинного законодавства, в тому числі, але не виключно, законодавства у сфері містобудівної діяльності, Кодексу газорозподільних систем, ДБН В.2.5-20-2018 «Газопостачання», Правил безпеки систем газопостачання (1.0.0.0.1-1.6.5), з урахуванням 1.6.5.9. Узгодження відповідної документації та погодження з землекористувачем, містобудівних умов та обмежень, інших норм/стандартів/правил;
- 1.12. До проєктування приступити при наявності рішення ДЖКІ ВО КМДА;
- 1.13. До початку будівництва отримати дозвіл Про Оцінку впливу на довкілля;
- 1.14. У разі дотримання вимог та виконання вимог та встановлення навколишніх будівель та споруд в зоні впливу підпору, передбачити заходи що запобігають перекладанню труб в каналах. (п.6.2 НПАОП 0.00-1.76-15 «Правила _____ безпеки _____ систем _____ газопостачання»);
- 1.15. Вимоги до комплектності ДБН А.2.2-3-2014 "Склад та зміст проєктної

документації на будівництво";

1.16. Вимоги до кошторисної частини проєкту згідно наказу Мін регіону України від 05.05.2014 №128 «Про прийняття національних стандартів».

4.3 Газові мережі внутрішнього газопостачання

1. При проєктуванні газових мереж внутрішнього газопостачання (від точки приєднання до газових приладів замовника), будівництво яких забезпечується замовником, необхідно врахувати таке:
 - 1.1. Погодження місця підключення з виконавцем проєкту зовнішнього газопостачання;
 - 1.2. Проєктування: герметизація вводів інших підземних комунікацій; свердління крізних колодязів усіх комунікацій на відстані 50 м від газопроводу, вартість робіт включити до кошторису; при прокладанні поліетиленових труб передбачити прокладання над трубами газопроводів попереджувальної поліетиленової сигнальної стрічки жовтого кольору з вмонтованим в неї алюмінієвим або сталевим дротом;
 - 1.3. При перехрещенні газопроводів іншими підземними комунікаціями слід передбачити подачу газопроводу вище цих (крім електро комунікацій);
 - 1.4. Проведення необхідних погоджень мереж внутрішніх газопроводів із газопроводів, відводів та їх перехрещень на стадії РП чи РД на топографічному плані 1:500 з усіма зацікавленими організаціями та АТ «Київгаз» (УЕГМ, УЕГРП та котельнь, УЗГМК) та відповідальним за газове господарство підприємства (при потребі);
 - 1.5. При використанні імпортного обладнання до проєкту додати сертифікат, дозвіл на експлуатацію та забезпечити обслуговування спеціалізованою організацією згідно вимог виробника;
 - 1.6. Виконати будівництво газопроводу-вводу, діаметр якого визначити при проєктуванні;
 - 1.7. Проєкт газопостачання виконати окремим томом, у відповідності до

вимог чинного законодавства, в тому числі, але не виключно, законодавства у сфері містобудівної діяльності, Кодексу газорозподільних систем, ДБН В.2.5-20-2018 «Газопостачання», Правил безпеки систем газопостачання (НПАОП 0.00-1.76-15), з урахуванням містобудівної документації та погодженням із землекористувачем, містобудівних умов та обмежень, інших норм/стандартів/правил;

1.8. До проєктування приступити при наявності рішення ДЖКІ ВО КМДА;

1.9. До початку проєктування отримати висновок про Оцінку впливу на довкілля;

1.10. План трас газопроводів має бути погоджений із землекористувачем, ДБН, наявністю або сертифікатом відповідності будівельних норм та законодавства;

1.11. У разі розташування димових та вентиляційних каналів навколишніх будівель та споруд в зоні впливу підпору, передбачити заходи, що запобігають перекладанню труб в каналах. (п. 6.2 НПАОП 0.00-1.76-15 «Правил безпеки систем газопостачання»).

4.4 Комерційний вузол обліку природного газу

Проєктування комерційного вузла (вузлів) обліку природного газу (далі ВОГ) та його складових має бути здійснено відповідно до чинного законодавства та з урахуванням вимог Кодексу;

При проєктуванні комерційного ВОГ необхідно врахувати таке:

2.1. Облік спожитого газу проводити за допомогою ВОГ на основі лічильників газу (при сумарній витраті менше 7000 м³/год за ст. ум.) з використанням витратомірів на основі методу змінного перепаду тиску.

2.2. Облаштування ВОГ передбачати в точці приєднання на межі балансової належності, у разі неможливості виконання цієї вимоги, місце встановлення ВОГ попередньо погодити з АТ "Київгаз";

2.3. ВОГ повинен бути розташований на газопроводі до вузла редукування;

2.4. Всі ЗВТ які входять до складу ВОГ повинні бути допущені до застосування в Україні згідно із законодавством у сфері метрології та метрологічної діяльності;

2.5. До складу ВОГ повинен входити газовий фільтр (безпосередньо перед лічильником і/або ЗП) зі ступенем очищення не гірше 50 мкм;

2.6. Конструкція ВОГ повинна передбачати можливість підключення контрольних ЗВТ (тиску, температури та витрати або передачу даних) та мати передбачені для приєднання ЗВТ, встановлених на комерційному ВОГ без проведення демонтажу та припинення газопостачання. При цьому у разі використання для комерційного обліку ЗВТ, місця підключення повинні бути визначені місця для контрольного ЗВТ (перед ЗП тиску) безпосередньо на кільцевих камерах;

2.7. При облаштуванні ВОГ ззовні приміщень повинні бути використані блоки розміщені в металевій шафі, захищені від опадів термоперетворювач опору має бути захищеним від атмосферних впливів. Обслуговування ЗВТ (коректора та лічильника) повинні бути розташовані в опалювальному приміщенні, або в приміщенні технічному для роботи в умовах обслуговування в період морозів (коли не працюватиме котел);

2.8. ВОГ повинен бути обладнаний пристроєм дистанційної передачі даних з протоколом обміну, який попередньо узгоджений з АТ "Київгаз";

2.9. Об'єми лічильників передбачати тільки в разі обґрунтованої технологічної необхідності;

2.10. Для унеможливлення несанкціонованого втручання у роботу ВОГ – передбачити можливість пломбування ЗВТ і з'єднувальних елементів;

2.11. На період відсутності лічильника передбачити інвентарну технологічну вставку або інвентарну заглушку;

2.12. Закупівля, монтаж та прийняття в експлуатацію вузла обліку забезпечуються оператором ГРМ відповідно до чинного законодавства

замовника;

2.13. Проєкти газових мереж зовнішнього та внутрішнього газопостачання мають бути розроблені відповідними томами, у відповідності до вимог чинного законодавства, в тому числі, але не обмежуючись Законом України «Про метрологічну діяльність», Кодексу газорозподільних систем, ДБН В.2.5-20:2018 «Газопостачання» Правил безпеки систем газопостачання НПАОП 0.00-1.76:2015, з урахуванням містобудівної документації та документації із землеустрою, технічних умов, державних будівельних норм/стандартів/правил;

2.14. Додаткові вимоги та рішення під час проєктування можуть бути надані оператором ГРМ у випадку, якщо на час розробки проєкту надані Оператору ГРМ відомості та документи (їх копії) разом із заявою на приєднання не відповідатимуть вимогам Оператора ГРМ (далі – заява) та за відповідність наданих заявником відомостей містобудівній документації;

2.15. У разі виявлення інформації, технічного чи іншого характеру, надана Замовником (його уповноваженим представником) в письмовій формі, приймається Оператором ГРМ як достовірна.

5. Підбір основного обладнання котельні.

5.1 Основне обладнання котельні.

В модульній котельні встановлено наступне тепломеханічне обладнання:

- котел водогрійний КСВА-0,63 ЕКО – 2 шт., які укомплектовані газовими пальниками Unigas P61;
- система підживлення: Na-катіонітова водо підготовча установка, установка хі дегазації, два мережних насоса (1 роб. + 1 рез.);
- насосний вузол з циркуляційними насосами (1 роб. + 1 рез.);
- тепловий вузол ГВС продуктивністю 0,3 МВт (пластинчатий водяний теплообмінник, циркуляційний насос, запірні і регулююча арматура, КІП, пристрій електромагнітної обробки води EZV 50N), в даному проєкті не використовується;
- два розширювальних мембранних бака (об'ємом 400 та 300 л) для компенсації теплового розширення теплоносія [25];
- газопровід внутрішній (з електромагнітним відсікаючим клапаном на вході в котельню, технологічні лічильники газу);
- система опалення та вентиляції котельні (припливна вентиляційно-опалювальна установка з електрокалорифером, витяжний вентилятор, дефлектор);
- електрообладнання.
- система управління (автоматика котла «Альфа-М-XXI» на базі БАУ-ТП-1) і КІП;
- протипожежне обладнання (протипожежний трубопровід з двома кранами).

В котельні передбачений технологічний облік палива, електроенергії, тепла яке випускається, та води, яка надходить до котельні.

Таблиця 5.1.1 – Технічна характеристика блочно-модульної водогрійної котельної установки БМВКУ-1,0Г(Э)

	Найменування	Одиниця виміру	Кількість
	Номінальна теплова потужність	МВт	1,4
	Діапазон вимірювання продуктивності котла	%	30–100
	Параметри теплоносія		
	Вода для системи опалення:		
	– робочий тиск (не більше)	МПа	0,6
	– температура (подавальний/звор. трубопровід)	°С	95/70
	Вода для системи ГВС:		
	– робочий тиск (не більше)	МПа	0,6
	– температура (подавальний/звор. трубопровід)	°С	55/10
	Коефіцієнт корисної дії	%	92
	Габаритні розміри котельної, не більше:		
	– довжина	мм	12000
	– ширина	мм	3500
	– висота (без дефлекторів)	мм	3580
	Розрахункове паливо	—	Природний газ
	Розрахункова витрата палива	нм ³ /год	167
	Необхідний тиск палива на вході до котельної	кПа	5
	Категорія приміщення по вибухо-,	—	Г

	вибухопожежній та пожежній небезпеці		
0	Ступінь вогнестійкості будівельних конструкцій	—	II
1	Клас конструктивної пожежної небезпеки	—	C0
2	Клас функціональної пожежної небезпеки	—	Ф5.1
3	Категорія надійності по надійності відпуску тепла споживачеві	—	I
4	Середній термін служби, не менше	год	60000

Проектом передбачається пере підключення трубопроводів системи опалення від існуючої вугільної котельної, яка розташована в підвальному приміщенні гуртожитку № 96, до блочно-модульної установки, яка розташована зовні поряд з гуртожитком № 96.

2. Система газопостачання котельні у складі:

– ШРП – 1 комплект.

– Підземний газопровід середнього тиску від місця приєднання на проспекті Науки, 96 ШРП.

Робота котлоагрегату та допоміжного обладнання, що постачається комплектно, повністю автоматизована.

5.2 Компонування основного обладнання котельні

Блочно-модульна котельня постачається у контейнерному виконанні та встановлюється на фундаментах на відкритому повітрі.

Обладнання котельної установки згідно з проектом Постачальника розташовується у контейнері, який має габарити в плані 8,00×3,70 м та висоту 3,45 м.

Основне обладнання складається:

- котел водогрійний КСВА-0,63 ЕКО – 2 шт., які укомплектовані газовими пальниками Unigas P61;
- система підживлення: Na-катіонітова водо підготовча установка, установка хі дегазації, два мережних насоса (1 роб. + 1 рез.);
- насосний вузол з циркуляційними насосами (1 роб. + 1 рез.);
- тепловий вузол ГВС продуктивністю 0,3 МВт (пластинчатий водяний теплообмінник, циркуляційний насос, запірні і регулюючі арматури, КПП, пристрій електромагнітної обробки води EZV 50N), в даному проєкті не використовується;
- два розширювальні мембранні баки (об'ємом 400 та 300 л) для компенсації теплового розширення теплоносія;
- газопровід внутрішній (з електромагнітним відсічним клапаном на вході в котельню, технологічні лічильники газу);
- система опалення та вентиляції котельної (припливна вентиляційно-опалювальна установка з електрокалорифером, витяжний вентилятор, дефлектор);
- електрообладнання;
- система управління (автоматика котла «Альфа-М-XXI» на базі БАУ-ТП-1) і КПП;
- протипожежне обладнання (протипожежний трубопровід з двома кранами).

5.3 Теплова схема котельні.

У відповідності з даним проєктом вода із системи опалення житлових будинків надходить до мережних насосів, після насосів під напором зворотна вода надходить до котлів.

На зворотному трубопроводі системи опалення встановлюється запірні арматури, фільтри, два розширювальні баки $V=400$ л та $V=300$ л.

Гаряча мережна вода ($t = 95 \text{ }^\circ\text{C}$) після котлів подається до тепломереж систем опалення житлових будинків.

На подавальних трубопроводах від котлів встановлено запірну арматуру.

Запобіжні клапани розташовані безпосередньо на котлах, крім того замість другого запобіжного пристрою по кожному котлів встановлено обвід зі зворотним клапаном, що пропускає всю воду з котла в обвід запірної арматури.

Захист котла від низькотемпературної корозії (з метою підтримання постійної температури води перед котлами $+55 \text{ }^\circ\text{C}$) здійснюється підігріванням прямої лінії водою із зворотної лінії системи опалення.

З метою попередження не живучості температури перед котлом (наявність захисної конструкції підвищує температуру зворотної лінії перед котлом) встановлюється змішувальний насос.

Для забезпечення $95 \text{ }^\circ\text{C}$ зворотного регулювання температурної води згідно з графіком теплових мереж системи опалення встановлюється регулюючий клапан між зворотним та прямим трубопроводами.

Комерційний облік холодної води здійснюється лічильниками холодної води: лічильник холодної води встановлено на ввіді води, та трубопроводом вода подається в систему.

Комерційний облік гарячої води здійснюється лічильниками гарячої води, встановленими на виході гарячої води до споживачів.

Для обліку витрат теплової енергії та теплової потужності застосовується тепло лічильник СВТУ-10М виробництва НПФ "Семпал" Ко ЛТД м. Київ. Тепло лічильник складається з обчислювача СВТУ-10М, з двома витрато мірними лічильниками й двома ультразвуковими датчиками, встановленими на подавальному та зворотному трубопроводах.

6. Викиди

Сумарні викиди забруднюючих речовин від котельні – організовані та неорганізовані викиди – наведені в таблиці 6.1

Таблиця 6.1 — Максимальні секундні викиди забруднюючих речовин

Величина, г/с

Код речовини, найменування	Вугільна котельня, що зупинена	Нова газова котельня	Зниження викидів у порівнянні з існуючою котельнею
Основні забруднюючі речовини			
301 Двоокис азоту	0,17494	0,04536	0,12958
330 Двоокис сірки	2,59286	—	2,59286
337 Оксид вуглецю	3,32386	0,04536	3,27850
2902 Неділ. за складом пил (зола)	4,0068	—	4,0068
Разом (основні речовини)	10,09846	0,09072	10,00774

Природний газ

Речовина	Вугільна котельня	Нова газова котельня	Зниження
Двоокис вуглецю CO ₂	151,4782	85,10538	66,37282
Оксид азоту N ₂ O	0,00246	0,000102	0,002358
410 Метан CH ₄	0,00226	0,00152	0,00074
Разом (природний газ)	151,48242	85,10705	66,37537

Важкі метали

Речовина	Вугільна котельня	Нова газова котельня	Зниження
146 Мідь оксид	0,0000430	—	0,0000430
164 Нікель оксид	0,0000360	—	0,0000360
183 Ртуть металева	0,000002	—	0,000002
184 Свинець та його сполуки	0,0000110	—	0,0000110
203 Хром оксид	0,0000014	—	0,0000014
207 Цинку оксид	0,0000084	—	0,0000084
325 Арсен та його сполуки	0,0000020	—	0,0000020
Разом (важкі метали)	0,000103	0,0000022	0,0001008

ВСЬОГО

	Вугільна котельня	Нова газова котельня	Зниження
Загальна сума всіх викидів	161,58348	85,19777	76,38571

Таблиця 6.2 — Річні валові викиди забруднюючих речовин по чергах будівництва

Величина, г/рік

Код речовини, найменування	Вугільна котельня, що зупинена	Нова газова котельня	Зниження викидів у порівнянні з існуючою котельнею
Основні забруднюючі речовини			
301 Двоокис	2,666000	0,133000	2,533000

азоту NO ₂			
330 Двоокис сірки SO ₂	39,42800	—	39,42800
337 Оксид вуглецю CO	50,54400	0,333000	50,21100
2902 Нед. за складом пил (зола)			
	Вугільна: 60,92800	Г аз о ва : 0, 0 0 0 0 0 0	Зменшення: 60,92800
Разом (пил)	153,56000	0, 6 6 0 0 0	152,90000

Парові газу

Найменування речовини	Величина, т/рік (вугільна)	Величина, т/рік (газова)	Зниження викидів
-----------------------	----------------------------	--------------------------	------------------

Двоокис вуглецю CO ₂	2303,40000	619,38000	1684,02000
Оксид азоту N ₂ O	0,03800	0,01102	0,02698
Метан CH ₄	0,02800	0,00112	0,02688
Разом (парникові гази)	2338,46600	619,39232	1684,07368

Важкі метали

Код	Найменування речовини	Вугільна, т/рік	Газова, т/рік	Зниження
146	Мідь окис	0,00510	—	0,00510
164	Нікель окис	0,00485	—	0,00485
183	Ртуть металева	—	0,000001	—
184	Свинець та його сполуки	0,00820	—	0,00820
203	Хром окис	0,00110	—	0,00110
207	Цинк окис	0,00680	—	0,00680
325	Арсен та його сполуки (миш'як)	0,00360	0,000011	0,003589
Разом (важкі метали)	0,02910	0,000012	0,029088	

Вугільна котельня: 2457,05210 т/рік

Нова газова котельня: 620,60232 т/рік

Зниження викидів: 1837,21080 т/рік

Розподілення викидів по ваговим характеристикам та по ступеню екологічного впливу ілюстровано на рис. 1, 2.

Як виходить з діаграм, двоокис азоту — пріоритетний інгредієнт у викидах котельні.

Викиди, приведені по екологічній небезпеці (M'), — це величина викиду (M),
приведеного до двоокису азоту:

$$M'NO_2 = MNO_2 ; M'CO = MCO \times \text{ГДК}NO_2 : \text{ГДК}CO$$

7. Основні техніко-економічні показники.

7.1 Техніко-економічні показники.

Оцінка вартості будівництва виконана із врахуванням техніко-комерційних пропозицій фірм-виробників по постачанню основного обладнання. Врахована також вартість створення необхідної інфраструктури.

У роботі прийнято базисну (у цінах 2020 року без врахування ПДВ). В розрахунках враховано: вартість проектних робіт, вартість експертизи проекту, кошторисний прибуток, кошти на покриття адміністративних витрат будівельних організацій, кошти на покриття ризиків всіх учасників будівництва, кошти на покриття додаткових витрат, що пов'язані з інфляційними процесами [8].

Показники розраховані з врахуванням таких вихідних положень:

- теплові навантаження в гарячій воді на опалення відповідають існуючим навантаженням;
- теплові навантаження в гарячій воді на гаряче водопостачання відсутні;
- завантаження обладнання по режимах відповідає прийнятому при розрахунку теплового балансу.

Таблиця 7.1.1 – Результати розрахунку теплового балансу (Гкал/год)

Джерела	Макс. зимовий	Середній най хол. місяця	Середній зимовий	Середній літній
Водогрійний котел КСВА–0,63т ст. №1	0,602	0,602	0,288	—
Водогрійний котел КСВА–0,63т ст. №2	0,602	0,602	0,288	—
Всього	1,204	1,204	0,576	—

Користувач: Опалення

Режим	Макс. зимовий	Середній най хол. місяця	Середній зимовий	Середній літній
Навантаження опалення	1,204	1,204	0,576	—

Результати розрахунків основних техніко-економічних показників котельні зведені в таблицю 7.2.

Таблиця 7.1.2 – Основні техніко-економічні показники

Показник	Одиниця виміру	Кількість
Найменування об'єкта та місце його розташування	—	Реконструкція системи теплопостачання з тимчасовим встановленням блочно-модульної котельної установки на газу за адресом: проспект Науки, 96 з пере підключенням до неї споживачів житлового будинку №98 та гуртожитків №96 та №102 на проспекті Науки
Вид будівництва	—	Реконструкція
Розрахункова продуктивність котельні	МВт (Гкал/год)	1,4 (1,204)
Встановлена потужність котельні	МВт	1,4
Річне вироблення теплової енергії	Гкал	2433,024
Річна кількість годин використання потужності	год	4224

Річна витрата палива (натурального)	тис. м ³	328,00
Встановлена потужність струмоприймачів	кВт	35
Річна витрата електроенергії	тис. кВт·год	147,840
Річна витрата води	м ³	2230,2
Чисельність персоналу	осіб	відсутній
Загальна площа забудови будівель і споруд	м ²	75,04
Кошторисна вартість будівництва (в т.ч. буд.-монтажні роботи, устаткування, пусконаладжувальні роботи, інші витрати)	тис. грн	7048,058

Для контролю ефективності експлуатації котельні передбачено встановлення витрато мірних пристроїв і лічильників:

- для обліку палива – природного газу, що надходить до котельні на пальники котлів;
- для обліку вхідної сирої води;
- для обліку тепла, що видається і споживається населенням;
- для обліку електроенергії, що споживається у котельні [18];

Для забезпечення ефективної роботи технологічного встаткування котельні проектом передбачена автоматизована система керування технологічними процесами (АСУ ТП), із застосуванням сучасних технічних засобів на базі надійної мікропроцесорної техніки. Таке рішення створює передумови для роботи технологічного встаткування в режимі ефективного енергозбереження. Це досягається за рахунок прийняття автоматизованою

системою керування оптимальних рішень у кожний момент роботи системи і по усуненню виникаючих збурювань як зовнішнього, так і внутрішнього порядку. Основними підсистемами АСУ ТП, що беруть участь у створенні ефекту енергозбереження є:

- підсистема автоматизованого пуску котлоагрегатів;
- підсистема авторегулювання технологічних процесів;
- підсистема обліку витрати палива;
- підсистема обліку тепла, що відпускається.

Важливим елементом енергозбереження в технології застосовуваної теплової ізоляції зовнішніх поверхонь енергетичних установок і трубопроводів є температура поверхні вище 45 °С.

У проєкті теплоізоляційні конструкції обрані з урахуванням забезпечення індустріальних методів монтажу, можливості швидкої заміни під час ремонту обладнання на ділянках, що підлягають ревізії і контролю, з використанням номенклатури теплоізоляційних матеріалів, виготовлених в Україні.

Для забезпечення основної вимоги по збереженню теплової та електричної енергії, вибір теплоізоляційних конструкцій і матеріалів виконаний відповідно до вимог ДБН "Теплова ізоляція обладнання і трубопроводів" з жорсткістю норм теплових втрат, що допускаються, на 25–35%, що дає додаткову економію палива в кількості 0,38 тис. т. у. п. у рік.

Робочим проєктом передбачається:

– в розділі архітектурно будівельні рішення передбачено влаштування фундаменту під установку блочно-модульної водогрійної котельної установки та димових труб. Для монтажу трубопроводів теплопостачання передбачається влаштування опор та кронштейнів.

– в розділі тепломеханічна частина передбачено зовнішні мережі підключення трубопроводів теплових мереж, газопостачання зі встановленням ШРП, електропостачання, водопостачання та каналізація котельні.

Визначення класу наслідків (відповідальності) та категорії складності проєкту "Реконструкція системи тепlopостачання з тимчасовим встановленням блочно-модульної котельної установки на газу за адресою: проспект Науки, 96 з пере підключенням до неї споживачів житлового будинку № 98 та гуртожитків № 96 та № 102 на проспекті Науки" проводиться відповідно до ДБН А.2.2–3:2014, ДБН В.1.2–14:2018 та ДСТУ 8855:2019 [12].

Об'єкт не розташований в охоронній зоні об'єктів культурної спадщини і не є об'єктом культурної спадщини.

Відповідно до "додатку А, ДСТУ 8855:2019", об'єкт не впливає на припинення функціонування об'єктів транспорту, зв'язку, енергетики загальнодержавного, регіонального та місцевого рівнів.

1. Кількість осіб, які постійно знаходяться на об'єкті – відсутні. Відповідно класифікації таблиці 1 ДСТУ 8855:2019 об'єкт відноситься до класу наслідків (відповідальності) СС1.
2. Кількість осіб, які тимчасово (періодично) перебувають на території підприємства – 3 особи.

Відповідно класифікації таблиці 1 ДСТУ 8855:2019 об'єкт відноситься до класу наслідків (відповідальності) СС1.

3. Кількість осіб, які знаходяться в зоні впливу об'єкта – до 500 осіб, відповідно до п.4.11 небезпеки для здоров'я і життя людей, які перебувають зовні об'єкта, становить можливе порушення нормальних умов їхньої життєдіяльності більше ніж на три доби.

Відповідно класифікації таблиці 1 ДСТУ 8855:2019 об'єкт відноситься до класу наслідків (відповідальності) СС2.

4. Загальний збиток від руйнування та пошкодження основних фондів, як правило, складаються з вартості відновного або часткового руйнування і пошкодження будівель, споруд, устаткування, техніки та обладнання на момент осереднього значення встановленого терміну експлуатації (Тэф).

Обсяг можливого економічного збитку визначається за формулою:

$$\Phi = c \sum P_i (1 - 1/2 T_{ef} \times K_{a,i}),$$

де $n = 1$ – кількість основних фондів.

$c = 0,45$ – коефіцієнт, що враховує відносну долю основних фондів, що повністю втрачається при відмові;

$T_{ef} = 20$ років – встановлений термін експлуатації основних фондів;

$K_a = 0,05$ – коефіцієнт амортизаційних відрахувань;

$P_i = 6015$ тис. грн. – вартість будівництва (загальна вартість, визначена на підставі ДСТУ Б Д.1.1-1:2013).

Таким чином,

$$\Phi = 0,45 \times 6015 \times (1 - (0,5 \times 20 \times 0,05)) = 1353,375 \text{ тис. грн.}$$

Обсяг можливого економічного збитку у мінімальних заробітних платах складає:

$$1353,375 / 5,000 = 271 \text{ м.р.з.п.,}$$

де 5,000 – мінімальний розмір заробітної плати, встановлений з 01.09.2020 р. [20]

Враховуючи обсяг можливого економічного збитку даний проект відноситься до класу наслідків (відповідальності) СС1 [10].

Висновок:

Враховуючи, що будівництво передбачається у звичайних інженерно–геологічних умовах при відсутності таких ускладнюючих умов, як сейсміка, просадки, та не відноситься до об'єктів підвищеної небезпеки, за критеріями загальних

7.2 Оцінка енергоефективності.

Оцінка енергоефективності проєктованої блочно-модульної газової котельні виконана з урахуванням теплових навантажень об'єкта, характеристик нового обладнання, режимів роботи, втрат у системах транспортування та генерації тепла. Метою оцінки є визначення рівня економії енергоресурсів порівняно з існуючою системою, а також аналіз ефективності впроваджених технічних рішень.

1. Ефективність тепло генерації

У проєкті передбачено встановлення сучасних водогрійних котлів із високим коефіцієнтом корисної дії:

- ККД традиційних котлів (до модернізації): 82–88 %
- ККД нових газових котлів: 92–97 % залежно від режиму роботи

Завдяки підвищеному ККД досягається зниження питомої витрати природного газу на 8–15 %. Підвищення енергоефективності забезпечується:

- оптимізованою формою теплообмінних поверхонь;
- застосуванням модульованих пальників; [21]
- автоматичним регулюванням подачі повітря та газу;
- зменшенням втрат тепла з димовими газами.

2. Зменшення теплових втрат у системах

Блочно-модульна котельня розташована безпосередньо на території об'єкта, що дає змогу:

- зменшити втрати тепла в теплотрасах, які у централізованих мережах можуть досягати 15–25 %;
- забезпечити мінімальну довжину теплопроводів;
- оптимізувати гідравлічні параметри системи.

Оцінка скорочення теплових втрат становить 7–12 %, залежно від фактичної експлуатації.

3. Автоматизація та оптимізація режимів роботи

У котельні застосована сучасна система автоматизації, що дозволяє:

- регулювати потужність котлів у залежності від зовнішньої температури;
- уникати роботи обладнання на мінімальних і неефективних режимах;
- забезпечити нічне та періодичне зниження температур графіка;
- контролювати витрати газу та електроенергії.
- Використання погодо залежного регулювання забезпечує додаткову економію:
 - 5–10 % газу,
 - 2–4 % електроенергії.

4. Енергозбереження насосного обладнання

Встановлено сучасні циркуляційні насоси з частотним регулюванням, що дозволяє:

- зменшити споживання електроенергії на 20–40 %;
- забезпечити плавний перехід між режимами;
- уникнути надлишкового тиску в системі.

Розрахункова економія електроенергії — 1,5–3,0 тис. кВт·год/рік, залежно від потужності насосів.

5. Сумарна оцінка енергоефективності

У результаті модернізації комплексна енергетична ефективність системи теплопостачання зростає за рахунок:

Джерело економії	Орієнтовна економія
Підвищення ККД котлів	8–15 %
Зменшення теплових втрат	7–12 %
Погодозалежне управління	5–10 %
Економія електроенергії насосами	20–40 %
Сумарний енергетичний	20–30 % загальної економії газу та

ефект	електроенергії**
-------	------------------

Фактичні показники можуть варіювати залежно від режимів експлуатації, погодних умов та інтенсивності використання тепла.

6. Економічний та екологічний ефект

1. Зменшення витрат на паливо: економія природного газу до 30 тис. м³/рік (орієнтовно).
2. Зниження експлуатаційних витрат: скорочення витрат на обслуговування за рахунок сучасної автоматики та меншої аварійності.
3. Екологічний ефект:
 - зниження CO₂-викидів на 5–10 т/рік;
 - зменшення викидів NO_x за рахунок низько емісійних пальників.

7.3 Рішення енергозбереження.

Для забезпечення ефективної роботи технологічного обладнання газової котельні проектом передбачена автоматизована система управління технологічними процесами (АСУ ТП) із застосуванням сучасних технічних засобів на базі надійної мікропроцесорної техніки. Таке рішення створює передумови для роботи технологічного обладнання в режимі ефективного енергозбереження. Це досягається за рахунок прийняття автоматизованою системою управління оптимальних рішень у кожний момент роботи системи по усуненню змін, що виникають, як зовнішнього, так і внутрішнього порядку.

З метою економії енергоресурсів проектом передбачені наступні заходи:

- автоматичне регулювання температури теплоносія в залежності від температури зовнішнього повітря;
- установка вузлів обліку природного газу, води, теплової енергії;
- використання світильників з енергозберігаючими лампами;

- використання кабелів і проводів з мідними жилами для зниження падіння напруги і втрат в електромережах.
- для запобігання понад нормативних втрат теплоенергії проектом передбачена теплова ізоляція внутрішніх трубопроводів Т1 та Т2.

Для контролю ефективності спалювання палива котлом передбачено технологічний облік витрати палива.

Встановлюються щити управління та сигналізації, що забезпечують автоматичне управління, захист обладнання, контроль параметрів спалювання палива.

Одним із напрямків енергозбереження є вдосконалення теплового захисту огорожувальних поверхонь енерготехнологічних установок.

При виборі матеріалів теплового захисту в проекті враховані технологічність його монтажу, можливість швидкої заміни під час ремонту обладнання на ділянках, що підлягають ревізії і контролю, а також номенклатура теплоізоляційних матеріалів. Обладнання, яке працює в змінному режимі з короткочасними зупинками і аварійними відказами, захищається тепло-акумулюючою ізоляцією, яка може зменшити швидкість охолодження продукту, що знаходиться в апаратах і трубопроводах.

З огляду на це зниження втрат теплової енергії також досягається покриттям тепловою ізоляцією обладнання та трубопроводів теплоносіїв.

Для зменшення швидкості теплообміну установок із навколишнім середовищем і поглинання шуму від елементів устаткування, використовується тепло акустична ізоляція, яка складається з шарів, що чергуються – шум поглинаючого із мінеральної вати і відбиваючого із фольги чи іншого матеріалу.

В проекті вибрані сучасні теплоізоляційні конструкції у відповідності зі ДБН "Теплова ізоляція обладнання і трубопроводів".

Окрім викладеного, в проекті враховані вимоги діючих нормативних документів по енергозбереженню, а також вимоги ДБН В.2.6-31:2016 "Теплова ізоляція будівель".

8. Технологія виробництва.

8.1 Основні технології виробництва.

Блочно-модульна водогрійна котельна установка призначена для покриття навантаження опалення житлового будинку № 98 та гуртожитків № 96 та № 102 на проспекті Науки. Згідно завдання сумарне теплове навантаження опалення становить 1,208 Гкал (1,4 МВт) (Додаток А).

Згідно п.4.1 ДБН В.2.5-39:2008 споживані теплової енергії за надійністю постачання належать до другої категорії.

Проектом передбачається встановлення блочно-модульної водогрійної установки з незалежним підключенням тепломереж.

Згідно завдання на проектування:

- розрахунковий температурний графік (за $t_{гр.вх.} = -22 \text{ }^{\circ}\text{C}$): $95-70 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- розрахунковий тиск у водогрійній $y = 6 \text{ кгс/см}^2$ (для вибору категорії міцності установки)

Таким чином, передбачається встановлення блочно-модульної водогрійної котельної установки ВМВКУ-1,0Г(Э).

8.1.1. Виділення технологічних вузлів [22]

На про майданчику виділені наступні технологічні комплекси, а саме:

- Приймання та редукування газового тиску (система газопостачання);
- Виробничий (котельне обладнання, насосне обладнання);
- Водо-хімічний комплекс водо підготовки;
- Димові гази, відвід вихідних газів;
- Вентиляція та водовідведення.

8.1.2. Прийом та подача палива

Основним паливом для спалювання у котельних агрегатах є природний

газ з нижчою теплотою згоряння

$Q_i = 17,35 \text{ МДж/кг.}$

Резервне паливо для котельні не передбачається.

Для забезпечення гарантійних показників роботи котельні паливо повинно відповідати наступним вимогам і мати фізико-хімічні властивості не гірші, чим наведені у таблиці 3.1.1. Розрахункові величини споживання палива на 1 котел наведені у таблиці 3.1.2.

Таблиця 8.1.1 – Фізико-хімічні властивості природного газу

№	Найменування	Величина
1	Метан (CH ₄), %	96,5
2	Етан (C ₂ H ₆), %	1,48
3	Пропан (C ₃ H ₈), %	0,48
4	Бутан (C ₄ H ₁₀), %	0,09
5	Інші (C ₅ H ₁₂), %	0,06
6	Вуглекислий газ (CO ₂), %	0,75
7	Азот (N ₂), %	0,58
	Теплота згоряння, ккал/м ³	8000
	Теплота згоряння, МДж/м ³	33,52

Таблиця 8.1.2 – Розрахункові величини споживання палива

Найменування	Номінальні годинні витрати палива	Річні витрати палива
котел водогрійний КСВА–0,63	167 м ³ /год	328 тис. м ³ /рік
ЕКО – 2 шт.		

Розділ газопостачання розроблений відповідно до ДБН В.2.5-20-2018 “Газопостачання”, НПАОП 0.00-1.76-15 “Правила безпеки систем газопостачання”, ДБН В.2.5-77:2014 «Котельні», на основі завдання на проектування, технічних умов та даних заводів та технічних умов [25].

Водогрійні котли КСВА–0,63 ЕКО укомплектовані газовими пальниками Unigas P61.

Характеристика пальника типу Unigas P61 наведена в таблиці 8.1.3.

Таблиця 8.1.3 – Характеристика пальника типу Unigas P61

Найменування	Одиниця виміру	Кількість
1 Потужність:		
– максимальна	кВт	800
– мінімальна	кВт	160
2 Тиск природного газу при максимальній потужності	мбар	500
3 Потужність двигуна вентилятора:	кВт	1,1
4 Електрична потужність, що споживає пальник	кВт	1,2
5 Ступінь захисту	IP54	
6 Рівень шуму	дБ	70
7 Маса	кг	145

На газопроводі від ШРП до пальників котлів встановлено необхідну запірну, відсічну та регулюючу арматуру, що забезпечує безпеку спалювання газу.

Безпека спалювання природного газу забезпечується наявністю швидкодіючого запірного клапана на вході в котельню, трубопроводів безпеки та автоматики безпеки котла.

Автоматика безпеки котла забезпечує припинення подачі газу при припиненні подачі електроенергії до котла, згасанні полум'я, погасанні декількох пальників, відключенні яких при роботі котла не дозволяється, а також при допущенні таких допустимих значень параметрів:

- тиск газу перед пальником;
- тяга в димовому каналі;
- температура води перед пальником з примусовою подачею повітря;
- тиск води котла;

– температура води на виході з котла.

Газо регуляторні необхідні системи продувальних трубопроводів та трубопроводів для відводу конденсату [17].

Монтаж газопроводів котельні виконується у відповідності з вимогами ДБН В.2.5-20-2018 “Газопостачання”, НПАОП 0.00-1.76-15 “Правила безпеки систем газопостачання України”, ДБН А.3.2-2-2009 (НПАОП 45.2-7.02-12). Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека в будівництві.

До монтажу підлягають зовнішні трубопроводи, згідно ДБН В.2.5-20:2018 п.7.92, слід захищати від атмосферних та ґрунтових впливів, що складається з двох шарів ґрунтовки та двох шарів фарби, призначених для зовнішніх робіт [23].

8.1.3 Технологічний цикл. Утилізація тепла і відходів

Теплова енергія у вигляді гарячої, що отримується у котлах, передається по трубопроводах до споживачів.

Блочно-модульна водогрійна котельна установка БМВКУ-1,0Г(Э) продуктивністю 1,4 МВт призначена для нагріву теплоносія в системах опалення.

Котельна представляє собою комплекс обладнання повної заводської готовності, які встановлені в транспортабельному блок-модулі і розраховані для експлуатації на відкритих площадках.

Котельна призначена для роботи без постійного нагляду обслуговуючим персоналом з передачею робочих і аварійних параметрів на диспетчерський пульт.

В модульній котельні встановлено наступне тепломеханічне обладнання:

– котел водогрійний КСВА-0,63 ЕКО – 2 шт., які укомплектовані газовими пальниками Unigas P61;

– система підживлення: Na-катіонітова водо підготовча установка, установка хі дегазації, два мережних насоса (1 роб. + 1 рез.);

- насосний вузол з циркуляційними насосами (1 роб. + 1 рез.);
- тепловий вузол ГВС продуктивністю 0,3 МВт (пластинчатий водоводяний теплообмінник, циркуляційний насос, запірні і регулюючі арматури, КПП, пристрій електромагнітної обробки води EZV 50N), в даному проєкті не використовується [18];
- два розширювальні мембранні баки (об'ємом 400 та 300 л) для компенсації теплового розширення теплоносія;
- газопровід внутрішній (з електромагнітним відсічним клапаном на вході в котельню, технологічні лічильники газу);
- система опалення та вентиляція котельної (притивна вентиляційно-опалювальна установка з електрокалорифером, витяжний вентилятор, дефлектор);
- електрообладнання;
- система управління (автоматика котла «Альфа-М-XXI» на базі БАУ-ТП-1) і КПП;
- протипожежне обладнання (протипожежний трубопровід з двома кранами).

В котельні передбачений технологічний облік палива, електроенергії, тепла яке випускається та води, яка надходить до котельні.

Таблиця 8.1.4 – Технічна характеристика блочно-модульної водогрійної котельної установки БМВКУ-1,0Г(Э)

№	Найменування	Одиниця виміру	Кількість
1	Номінальна теплова потужність	МВт	1,4
2	Діапазон вимірювань продуктивності котла	%	30–100
	Параметри теплоносія		
	Вода для систем опалення:		
	– робочий тиск (не більше)	МПа	0,6

	– температура (подавальний/звор., трубопровід)	°С	95/70
	Вода для системи ГВС:		
	– робочий тиск (не більше)	МПа	0,6
	– температура (подавальний/звор., трубопровід)	°С	55/10
4	Коефіцієнт корисної дії	%	≥ 92
5	Габаритні розміри котельної, не більше:		
	– довжина	мм	12000
	– ширина	мм	3500
	– висота (без дефлекторів)	мм	3580
6	Розрахункове паливо	—	Природний газ
7	Розрахункова витрата палива	нм ³ /год	167
8	Необхідний тиск палива на вході до котельної	кПа	5
9	Категорія приміщення по вибухопожежній та пожежній небезпеці	—	Г
10	Ступінь вогнестійкості будівельних конструкцій	—	II
11	Клас конструктивної пожежної небезпеки	—	С0
12	Клас функціональної пожежної небезпеки	—	Ф5
13	Категорія надійності по надійності відпуску тепла споживачеві	—	I
14	Середній термін служби, не менше	років	60

проектом передбачається пере підключення трубопроводів систем опалення від існуючої вугільної котельної, яка розташована в підвальному

приміщенні гуртожитку № 96, до блочно-модульної установки, яка розташована зовні поруч з гуртожитком № 96.

Зовнішні трубопроводи від'єднуються від існуючої вугільної котельні до блочно-модульної котельні і пере підключення передбачається виконати з застосуванням попередньо ізолюваних труб в захисній оболонці з поліетилену [19].

8.2 Охорона праці.

Охорона праці - це система правових, санітарно-гігієнічних, соціально - економічних та лікувально-профілактичних заходів і засобів, які направлені на збереження здоров'я й працездатності людини в процесі праці.

Робочий проект розроблено з урахуванням забезпечення нормальних умов праці і техніки безпеки для періодичного обслуговуючого персоналу котельні.

Для цієї мети приміщення котельні забезпечене відповідними системами опалення, вентиляції та освітлення. Котли та допоміжне обладнання оснащені необхідним технологічним захистом, які забезпечують відключення котлів в аварійних ситуаціях і забезпечують передачу аварійного сигналу [14].

Заходи охорони праці вирішені комплексно:

- теплова ізоляція обладнання і трубопроводів, які мають температуру на поверхні вище 45 °С в приміщенні і вище 60 °С поза приміщенням;
- автоматика безпеки котлів;
- технологічна сигналізація;
- робоче та аварійне освітлення;
- огороження рухомих частин обладнання відповідно до діючих норм;
- кожухи шумоглушників на пальниках котлів.

Для захисту чергового персоналу від поразки електричним струмом при ушкодженні ізоляції виконана система захисного електрообладнання підключенням їх до нульових проводів живильних кабелів.

Ідентифікація об'єкта господарської діяльності об'єкту «Реконструкція системи теплопостачання з тимчасовим встановленням блочно – модульної котельної установки на газу за адресом: проспект Науки, 96 з пере підключенням до неї споживачів житлового будинку № 98 та гуртожитків № 96 та № 102 на проспекті Науки» виконується на підставі Методики ідентифікації потенційно небезпечних об'єктів.

Вибір кола НС, виникнення яких можливе на об'єкті.

Згідно з класифікацією надзвичайних ситуацій, наведеною у додатку 1 до Методики Код (НС) 10211 – Пожежі, вибухи у спорудах, на комунікаціях та технологічному обладнанні промислових об'єктів.

Аналіз показників ознак НС – Парові і водогрійні котли.

Виявлення за результатами аналізу джерел небезпеки, які за певних умов (аварії, порушення режиму експлуатації, виникнення природних небезпечних явищ тощо) можуть стати причиною виникнення НС з перевищенням порогових значень показників ознак НС – котельня.

Визначення виду небезпек для кожного з виявлених джерел небезпек

Котельня – пожежна, вибухова

Трубопроводи природного газу – пожежна, вибухова

Оцінка можливої інтенсивності даних зон поширення НС, які можуть ініціювати ся у виявлених джерелах небезпеки, визначення наслідків НС для кожного з джерел небезпеки (кількість потерпілих, загиблих, тих, хто порушив умови життєдіяльності, загальний економічний збиток).

Аналіз наслідків НС та встановлення максимального можливо рівнів НС для кожного із джерел небезпеки виконується згідно з додатком 5 до Методики.

Визначення нормативних порогових значень НС відповідно нормативно-правовим актам (законів та підзаконних актів України) [15].

Для об'єктів побутових приміщень та житла і громадських будівель – постанова Кабінету Міністрів України від 11.07.2002 № 956/13 «Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля».

Методика ідентифікації потенційно небезпечного об'єкта (далі – Методика) встановлює порядок проведення ідентифікації і метою її (ідентифікації) є визначення потенційно небезпечних об'єктів і не оцінка їх безпеки.

Відповідно до п. 2 Методики ідентифікація об'єктів підвищеної безпеки та визначення ступеня їх безпеки не є обов'язковою.

Основна позначка охорони праці в будівництві - вивчення розумів праці будівельного виробництва при зведенні та експлуатації споруд, а також розробка на науковій основі організаційних, технічних заходів щодо забезпечення безпеки праці [5].

Основною вимогою, яка визначає надійність будівельного об'єкта, є його відповідність призначенню й здатність зберігати необхідні експлуатаційні якості протягом встановленого терміну експлуатації, а саме:

- гарантія безпеки для здоров'я і життя людей, майна та довкілля;
- збереження цілісності об'єкта та його основних частин і виконання інших вимог, які гарантують можливість використання об'єкта за призначенням і нормального функціонування технологічного процесу, включаючи вимоги до жорсткості будівельних конструкцій і основ, тепло- і звукоізоляційних властивостей огорожень, їх герметичності, акустичних характеристик тощо;
- забезпечення можливості розвитку об'єкта (наприклад, добудови без підсилення наявних конструкцій або збільшення обсягів виробництва для промислової будівлі) та його пристосування до технічних, економічних або соціальних умов, що змінюються;
- створення необхідного рівня зручності і комфорту для користувачів та експлуатуючого персоналу, включаючи відповідність по кліматичному режиму в приміщеннях (повітрообмін, температура, вологість, рівень освітленості тощо), а також доступність для огляду та ремонту, можливість заміни окремих елементів при потребі;

— обмеження можливих шляхів поширення вогню до вогнестійкості, безвідмовної роботи захисних пристроїв, надійності систем і мереж життєзабезпечення, стійкості огорожень конструкцій тощо.

проектом передбачені технічні рішення, що забезпечують:

- гарантію безпеки для здоров'я і життя людей, майна та довкілля;
- збереження цілісності об'єкта;
- відповідність вимогам до призначення й нормального функціонування технологічного процесу, включаючи вимоги до жорсткості будівельних конструкцій, тепло- і звукоізоляційних властивостей огорожень, герметичності та акустичних характеристик;
- доступність для огляду й ремонту, можливість заміни і модернізації окремих елементів.

Складовою частиною заходів і засобів в області охорони праці є охорона здоров'я працівників, згідно ДСТУ 2293-93 розглядається як комплекс заходів щодо збереження здоров'я працівників з урахуванням категорії виконуваних робіт і стану виробничого середовища.

Визначення робіт за категоріями виробляється органами охорони здоров'я на підставі «Гігієнічної класифікації розумів праці по показниках шкідливості й небезпеки факторів виробничого середовища, вазі й напруженості трудового процесу».

Об'єкт: Модернізація системи теплопостачання із встановленням блочно-модульної котельної установки на газу за адресом: м. Київ, проспект Науки, 96

1. Загальні положення

Даний розділ містить перелік організаційних, технічних та санітарно-гігієнічних заходів, спрямованих на забезпечення безпечних умов праці під час монтажу, налагодження та експлуатації блочно-модульної газової котельної установки [6].

Проектні рішення виконано відповідно до вимог чинних нормативних документів у сфері охорони праці, пожежної безпеки та техногенної безпеки.

Метою розділу є створення безпечних умов праці для персоналу та попередження травматизму, аварій і нещасних випадків.

2. Нормативно-правова база

При розробці розділу враховано вимоги таких нормативних документів:

- Закон України «Про охорону праці»;
- Закон України «Про пожежну безпеку»;
- Кодекс цивільного захисту України;
- НПАОП 0.00-1.76-15 «Правила безпеки систем газопостачання»;
- НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила охорони праці для працівників котелень»;
- ДБН В.2.5-20:2018 «Газопостачання»;
- ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва»;
- ДБН В.2.5-77:2021 «Котельні»;
- ПУЕ. Правила улаштування електроустановок.

3. Вимоги до організації праці та персоналу

3.1. Персонал котельні

До обслуговування обладнання допускаються особи, які:

- пройшли професійну підготовку та інструктаж з охорони праці;
- склали перевірку знань з питань безпеки систем газопостачання;
- пройшли медичний огляд та не мають протипоказань до роботи в умовах підвищеної небезпеки;
- отримали допуски відповідної категорії (для операторів котлів, електриків тощо).

3.2. Інструктажі та навчання

Працівники повинні проходити:

- вступний інструктаж;
- первинний інструктаж;
- повторний інструктаж не рідше одного разу на 6 місяців;
- навчання діям у разі аварійної ситуації;

- перевірку знань ПБ та ОП щорічно [16].

4. Вимоги безпеки під час експлуатації котельної

4.1. Загальні вимоги

Під час роботи котельні необхідно забезпечити:

- постійну справність обладнання;
- наявність і справність засобів автоматичного контролю загазованості;
- функціонування систем вентиляції та дим відведення;
- контроль температури та тиску в системі;
- доступність засобів пожежогасіння.

4.2. Забороняється:

- експлуатація обладнання при несправності автоматики безпеки;
- самостійний ремонт газової арматури персоналом без кваліфікації;
- використання відкритого вогню в кімнатах котельні;
- зберігання горючих матеріалів у межах 1,5 м від обладнання;
- відключення газоаналізаторів, аварійних клапанів чи системи вентиляції.

5. Вимоги до мікроклімату, вентиляції та освітлення

5.1. Вентиляція

Блочно-модульна котельня повинна бути обладнана:

- природною припливно-витяжною вентиляцією;
- аварійною механічною вентиляцією;
- каналами дим відведення відповідного перерізу;
- системою контролю якості повітря.

5.2. Мікроклімат

Параметри повітря повинні відповідати санітарним нормам:

- температура: +5...+25 °С;
- відносна вологість: 40–70 %;
- рівень шуму — не більше 80 дБ.

5.3. Освітлення

У котельні необхідно забезпечити:

- природне освітлення (віконні отвори);
- штучне освітлення не менше 200 лк;
- аварійне освітлення.

6. Електробезпека

Усі електроустановки котельні повинні мати:

- захисне заземлення;
- автоматичні вимикачі;
- пристрої захисного відключення (ПЗВ);
- ізоляцію відповідно до класу приміщення.

Електротехнічний персонал має бути з групою допуску не нижче II.

7. Пожежна безпека

7.1. Категорія приміщення

Блочно-модульна котельня належить до категорії Д щодо пожежної небезпеки.

7.2. Обладнання системами ПБ

Необхідно передбачити:

- порошкові вогнегасники (не менше 2 шт. по 5 кг);
- пожежний щит;
- автоматичний газовий клапан відключення;
- пожежні датчики та систему сигналізації.

7.3. Дії в аварійних ситуаціях [17]

У разі аварії персонал повинен:

1. негайно перекрити подачу газу.
2. вимкнути електроживлення.
3. забезпечити природне провітрювання.
4. повідомити газову службу та керівництво.
5. У разі пожежі — застосувати засоби гасіння, викликати ДСНС.

8. Вимоги безпеки під час монтажних робіт

Під час встановлення блочно-модульної котельної необхідно:

- застосовувати засоби індивідуального захисту (каски, рукавиці, респіратори, спецодяг);
- дотримуватись правил роботи на висоті;
- дотримуватись правил зварювальних робіт;
- виконувати підйом важких елементів із застосуванням сертифікованих вантажопідіймальних механізмів;
- слідкувати за справністю інструмента;
- забезпечити огороження небезпечних зон.

9. Заключні положення

Реалізація заходів, передбачених у даному розділі, забезпечує:

- безпечну експлуатацію блочно-модульної котельної;
- зниження ризиків виникнення аварій та нещасних випадків;
- відповідність нормативним вимогам України щодо охорони праці та пожежної безпеки.

Проектні рішення у повному обсязі відповідають вимогам законодавства і гарантують безпечні умови праці для персоналу [7].

8.3 Розрахунок заземлення

В процесі розраховується захисне заземлення трансформаторної підстанції хімічного цеху. На стороні 0,4кВ нейтраль глухо заземлена.

На стороні з напругою 10 кВ нейтраль ізольована.

Загальна довжина повітряної лінії напругою 10кВ – $L_p = 48\text{км}$

Кабельної лінії – $L_k = 5\text{км}$

Ґрунт в місці розташування ГЗП – торф

Питомий опір торфу 100 Ом·м [6,с.321]

$\psi = 1,5$

Струм однофазного замикання на землю I_3 , А

$$I_e = \frac{U \cdot (35 \cdot L_K + L_n)}{350} \quad (1.56)$$

$$I_e = \frac{10 \cdot (35 \cdot 5 + 48)}{350} = 6,37 \text{ А}$$

Опір заземлюючого пристрою R_3 , Ом

$$R_3 = \frac{U_3}{I_3}, \quad (1.57)$$

де U_3 - пристрою приймається 125В

$$R_3 = \frac{125}{6,37} = 19,6 \text{ Ом}$$

Опір заземлюючого пристрою для мережі 0,4кВ з глухо заземленою нейтралю повинно бути не більше 4 Ом.

Розрахунковий опір ґрунту ρ_p , Ом · м

$$\rho_p = \rho \cdot \psi, \quad (1.58)$$

де ψ – коефіцієнт підвищення опору в залежності від випадаючих опадів

$$\rho_p = \quad = \quad \text{Ом} \cdot \text{м}$$

Вибирається в якості заземлювачів пруткові електроди довжиною 5 м.

Опір одиничного пруткового електрода $R_{o.пр.}$, Ом

$$R_{o.пр} = 0,00227 \cdot \rho_p \quad (1.59)$$

$$R_{03} = 0,00227 \cdot \quad = \quad \text{Ом}$$

Приймається розміщення заземлювачів в ряд з відстанню між ними $a=6\text{м}$

Коефіцієнт екранування η при відношенні $a/l=1$ складає 0,59 кількість заземлювачів n_3 , шт.

$$n_3 = \frac{R_{o.пр.}}{\eta \cdot R_H} \quad (1.60)$$

$$R_H = 4\text{Ом}$$

9. Автоматизація об'єкту

Блочно-модульна котельня оснащена приладами теплового контролю, управління, захисту та сигналізації:

- котлів;
- водо підготовки;
- газопроводів у межах котельні.

Обсяг системи контролю і управління (СКУ) відповідає вимогам ДБН В.2.5-77-2014 – Котельні.

Кожен котел оснащений комплектом засобів управління БАУ-ТП1-1 виробництва НВП «Промелектроника», що забезпечує роботу котла на газі. БАУ-ТП1-1 забезпечує виконання функцій автоматичного пуску котла (з розпалом пальника), технологічних захистів і сигналізації, регулювання потужності.

Технологічний захист закриває клапани-відсікові палива при:

- підвищенні та зниженні температури води котла;
- підвищенні та зниженні тиску води котла;
- підвищенні та зниженні тиску газу перед пальниками котла;
- зниженні тиску повітря перед пальником;
- згасанні полум'я пальника;
- зниженні тиску відхідних газів;
- вибуху газів у топці котла.

Регулювання потужності котла прогресивне.

Автоматизація котельні передбачає технологічний контроль наступних параметрів:

- температури та тиску води на вході в котел і на виході з котлів;
- витрати тепла в системі опалення;
- температури та тиску вихідних газів за котлами;
- тиску газу перед пальниками;
- тиску газу та повітря на пальниках;

- тиску газу на вводі в котельню;
- тиску газу до та після загального лічильника газу;
- загальної витрати газу на котельню;
- витрати газу на кожен котел.
- тиску води до та після мережевих насосів;
- тиску води до та після підживлювальних насосів;
- тиску води перед регулятором «до себе»;
- тиску води в подавальному і зворотному трубопроводах;
- рівня води в живильному баку;
- температури води в живильному баку;
- тиску води на вводі в котельню;
- тиску води до та після пожежних засувок;
- тиску води до та після насоса ВПУ;
- тиску води до та після ВПУ;
- витрати води до і після пожежних засувок;
- концентрацій СН₄, СО в приміщенні котельні.

Облік палива, що витрачається – технологічний.

Аварійна сигналізація передбачає контроль:

- концентрації метану та чадного газу в приміщенні котельні (у випадку перевищення допустимої концентрації зазначених газів відбувається закриття електромагнітного клапана на вводі газу в котельню);
- аварії котлів (перелік аварій, за якими проводиться світлова та звукова сигналізація, наведено в експлуатаційній документації блоків БАУ-ТП1);
- рівня води в живильному баку.

Електричні проводки в приміщенні виконані в лотках коробах, сталевих трубах кабелями КГ, ПВС і ППВЗ.

Для забезпечення захисту від ураження електричним струмом виконано систему зрівнювання потенціалів до якої приєднуються всі електропровідні елементи, що можуть опинитися під напругою і нульовий провід на вводі в

будинок.

проектом передбачено контур заземлення у відповідності з вимогами ПУЕ.

Система контролю і управління має можливість погодо залежного регулювання потужності котлів з можливістю введення графіка роботи за часом і датах, а також має можливість передачі даних по протоколу Modbus для впровадження її в SCADA систему.

В котельні передбачено пожеж охоронну сигналізацію з виведенням аварійних параметрів на пульт диспетчера.

Карта змінних БАУ доступних за Modbus в програмі "Еко Unigas".

Висновки

У результаті виконання проєкту модернізації системи теплопостачання із встановленням блочно-модульної газової котельної за адресою: м. Київ, проспект Науки, 96, було проведено комплекс технічних, теплотехнічних, будівельно-монтажних та організаційних заходів, спрямованих на підвищення ефективності, надійності та безпеки теплопостачання об'єкта.

Проведений аналіз технічного стану існуючої системи теплопостачання показав необхідність її модернізації у зв'язку з моральним та фізичним зношенням обладнання, підвищеними експлуатаційними витратами та нестабільністю теплопостачання. Застосування сучасної блочно-модульної котельні забезпечує повну автономність роботи, зменшує залежність від зовнішніх тепломереж та покращує енергетичну ефективність будівлі.

У проєкті передбачено встановлення вискоефективних водогрійних котлів із прогресивним регулюванням потужності, сучасною системою автоматики та багаторівневим технологічним захистом. Система автоматичного контролю забезпечує моніторинг основних параметрів: температури, тисків, витрат газу та води, концентрації шкідливих газів, а також оперативне реагування на аварійні ситуації. Передбачено можливість диспетчеризації роботи котельні через протокол Modbus, що дозволяє інтегрувати її у SCADA-систему.

Газове господарство котельні спроектовано відповідно до вимог АТ «Київгаз», ДБН В.2.5-20:2017 та НПАОП 0.00-1.57-12. Вузол обліку газу обладнаний необхідними засобами вимірювальної техніки, пристроями контролю та дистанційної передачі даних. Система електроживлення, заземлення та зрівнювання потенціалів виконана відповідно до ПУЕ та забезпечує необхідний рівень електробезпеки.

Проєкт містить заходи з охорони праці та пожежної безпеки, що відповідають вимогам ДБН В.1.1-7:2016, НПАОП та інших чинних нормативів. Встановлено пожежну сигналізацію, газоаналізатори, засоби

аварійного відключення газу, що гарантують безпечну експлуатацію котельні.

Запропоновані технічні рішення забезпечують:

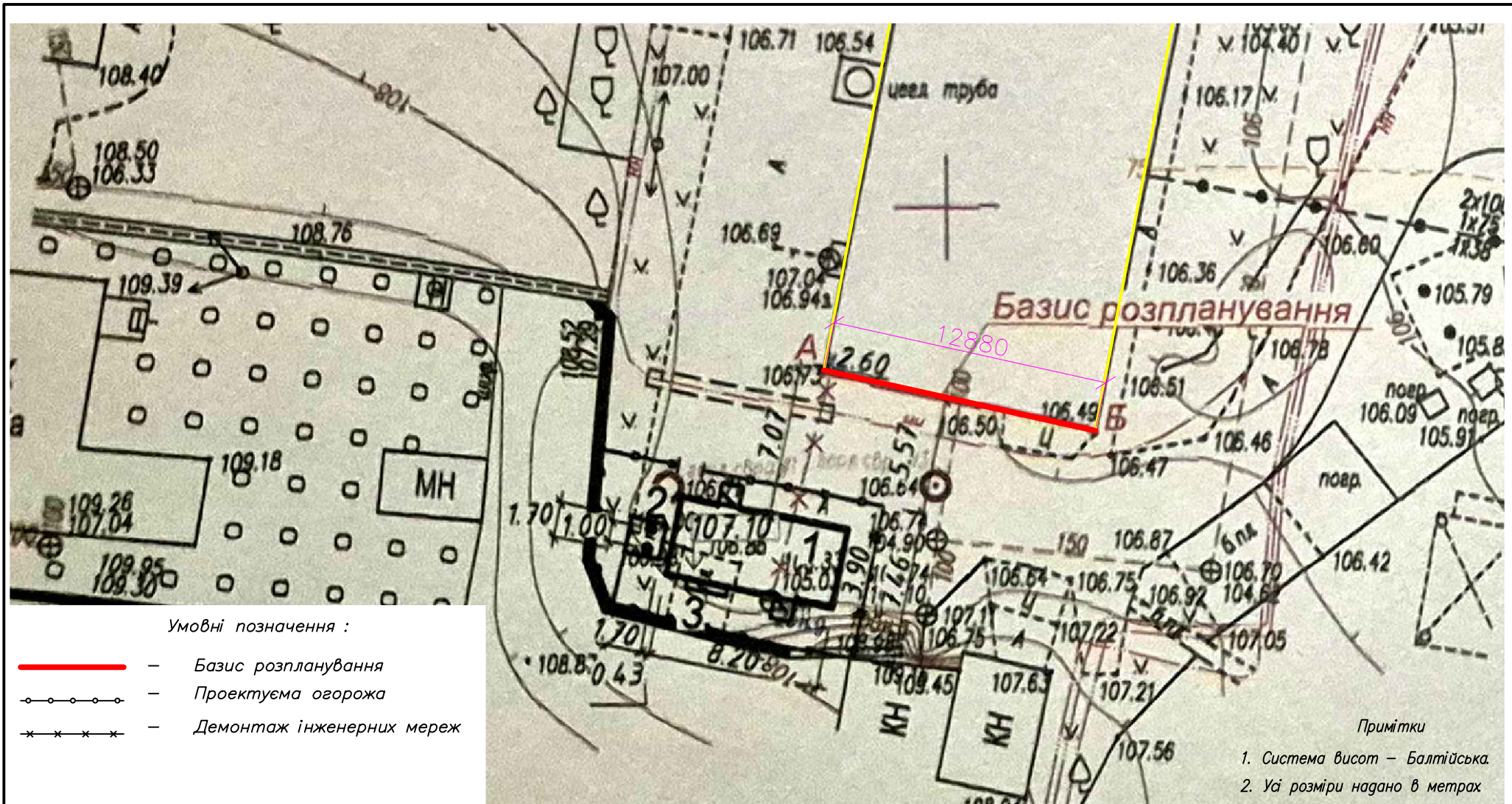
- підвищення енергоефективності системи тепlopостачання;
- зниження витрат на експлуатацію та ремонт;
- підвищення рівня автоматизації та безпеки;
- стабільне тепlopостачання споживачів;
- відповідність обладнання чинним будівельним нормам і стандартам.

Отже, встановлення блочно-модульної газової котельної є технічно обґрунтованим, економічно доцільним та забезпечує надійне й ефективне тепlopостачання будівлі при дотриманні всіх вимог норм і правил. Розроблені проєктні рішення можуть бути рекомендовані до реалізації та впровадження в експлуатацію.

Література

1. ДБН В.2.5-20:2017 «Газопостачання».
2. ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування».
3. ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва».
4. ДБН В.2.5-77:2014 «Теплові мережі».
5. ДБН В.1.2-14:2018 «Система забезпечення точності геометричних параметрів будівництва».
6. ДБН В.2.2-40:2018 «Інклюзивність будівель і споруд».
7. ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва».
8. ДСТУ EN 746-2:2017 «Промислове теплове обладнання. Безпека».
9. ДСТУ EN 303-5:2017 «Котли опалювальні».
10. ДСТУ ISO 9001:2015 «Системи управління якістю. Вимоги».
11. ДСТУ 7273:2012 «Системи газопостачання. Терміни та визначення».
12. ДСТУ 4095-2002 «Охорона праці. Терміни та визначення».
13. ДСТУ EN 60204-1:2015 «Безпека машин. Електрообладнання».
14. ПУЕ. «Правила улаштування електроустановок». – Мінпаливенерго України.
15. НПАОП 0.00-1.71-13 «Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском».
16. НПАОП 0.00-1.57-12 «Правила безпеки систем газопостачання України».
17. НПАОП 40.1-1.32-01 «Правила будови і безпечної експлуатації парових і водогрійних котлів».
18. ДБН В.2.5-23:2010 «Електрообладнання».
19. ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаги і впливи».
20. Наказ Мінрегіону №103 від 27.04.2018 «Про затвердження Переліку будівельних норм».

21. Методичні рекомендації з проектування блочно-модульних котельнь. – К.: Мінрегіонбуд, 2018.
22. Розрахунок теплових навантажень та підбір котельного обладнання / НТУУ «КПІ». – К., 2019.
23. Котельні установки: підручник / За ред. А. М. Коваленка. – К.: Ліра-К, 2017.
24. Гідравлічний розрахунок теплових мереж: навчальний посібник. – Харків: ХНУМГ, 2020.
25. Охорона праці в галузі енергетики: навч. посібник / О. Г. Дорошенко. – К.: 2021.
26. Системи автоматизації котелень: практичний посібник. – Львів: 2020.
27. Каталоги обладнання: насосні станції, котли, автоматика. – Buderus, Viessmann, Wolf, 2022.
28. Теплотехнічні розрахунки котельнь. – Дніпро: НМетАУ, 2018.
29. Посібник з монтажу та експлуатації блочно-модульних котельнь. – Київ: Енергоцентр, 2021.
30. М. А. Кириченко, Ю.Й. Франчук, В.А. Коновалюк, Н.В. Чепурна. Газопостачання: методичні вказівки до виконання лабораторних Г12 робіт / уклад. : М. А. Кириченко та ін. – Київ.: КНУБА, 2024. – 52 с.
31. Основи теплотехніки : методичні вказівки та завдання до виконання практичних занять та самостійної роботи : для студентів спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища» галузі знань 18 «Виробництво та технологія» / Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт. ; укладачі : Н. В. Чепурна, М. А. Кириченко. – Київ : КНУБА, 2023. – 56 с. - Бібліогр. : с. 43.
32. М. А. Кириченко, Н.В. Чепурна, С. В. Барановська. Нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії : методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи. / уклад.: М. А. Кириченко, Н. В. Чепурна, С. В. Барановська. – Київ.: КНУБА, 2022. – 24 с.



Умовні позначення :

- — Базис розпланування
- — Проектуєма огорожа
- ×××× — Демонтаж інженерних мереж

Примітки

1. Система висот – Балтійська.
2. Усі розміри надано в метрах

Експлікація будівель та споруд

Номер на плані	Найменування	Повер-ховість	Площа забудови м ²	Примітки
Проектуємі				
1	Модульно-блочна водогазопостачальна котельня установка	1	32.00	
2	Димова труба	H=35.0	2.90	
3	ШГРП	-	-	

Кваліфікаційна робота

Модернізація системи теплоснабження із встановленням блочно-модульної котельної установки на газу за адресою : проспект Науки, 96

Змін. Кільк. Аркуш. N°ок. Підпис Дата

Перевірив	Кириченко
Розробив	Мусієнко

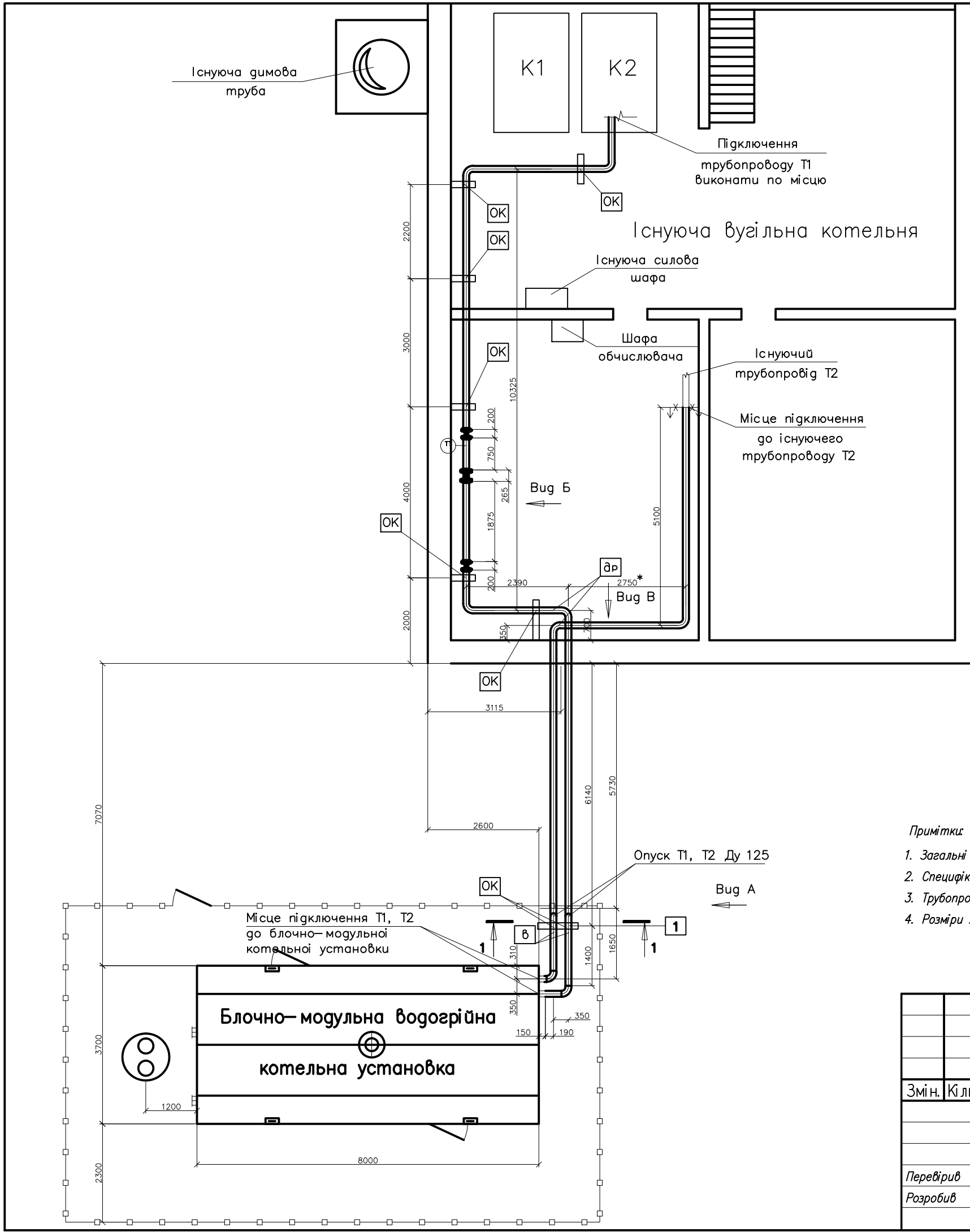
ГЕНЕРАЛЬНИЙ ПЛАН

Креслення розпланування

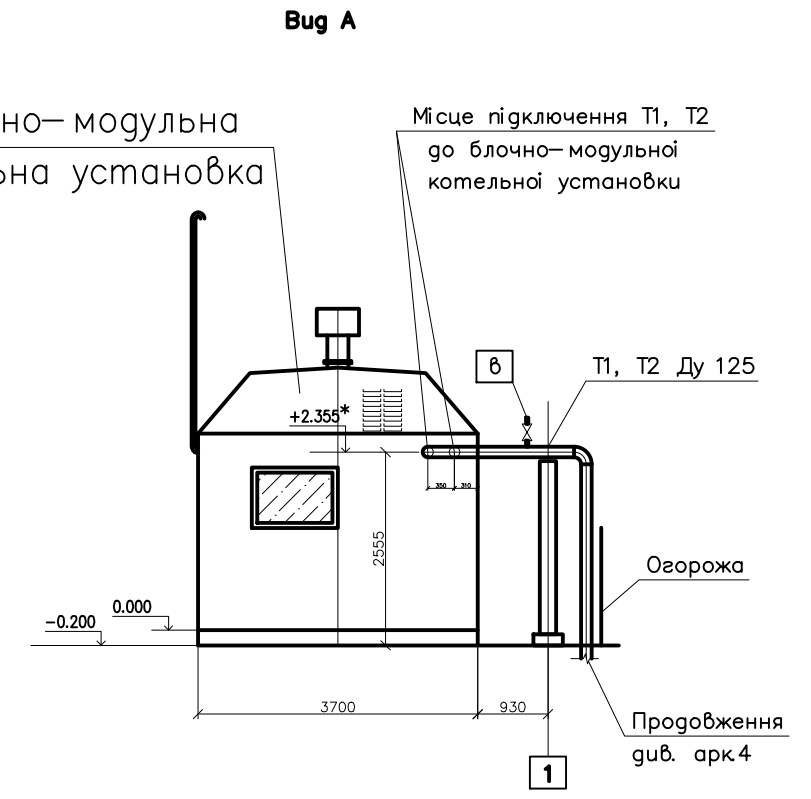
Стадія Аркуш Аркушів

КР

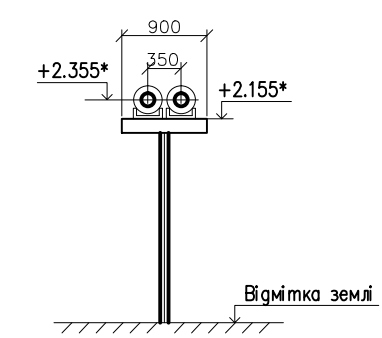
ЗЕМ – 24



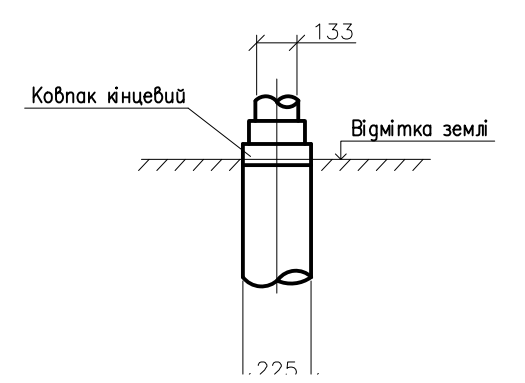
Блочно-модульна котельня установка



1-1 (Опора 1)

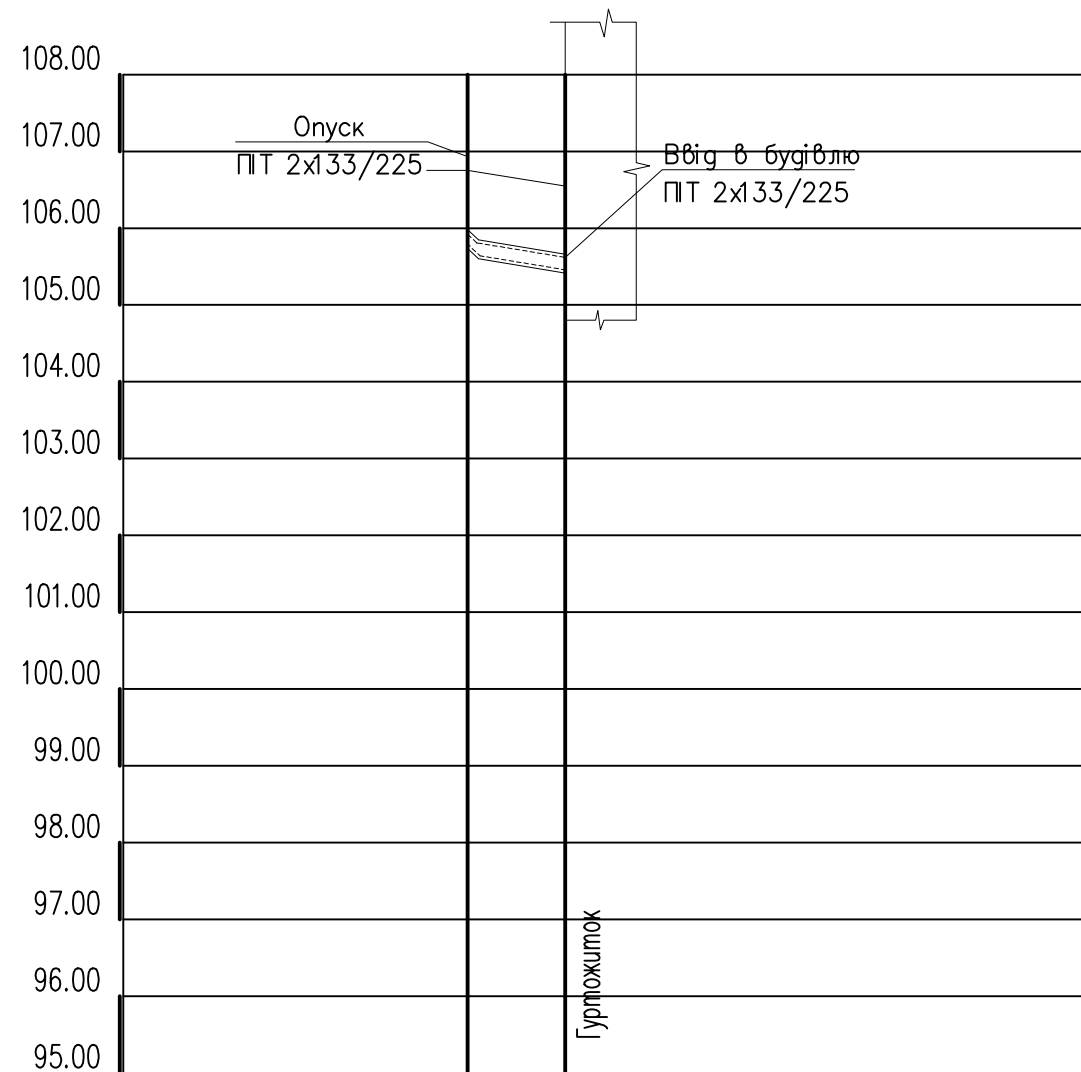


Вузол переходу від надземної прокладки до підземно

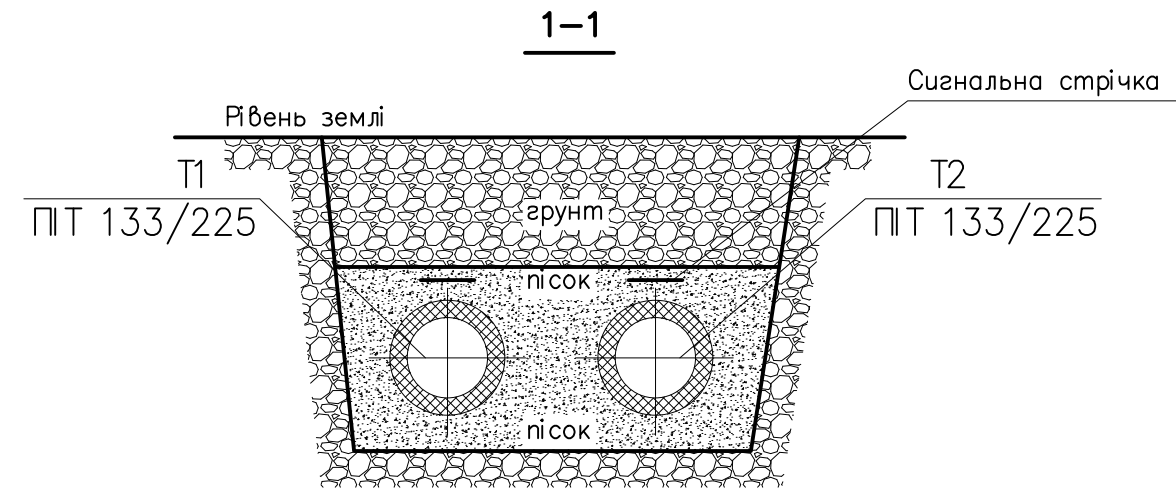


- Примітки:
1. Загальні дані див. креслення N918-20-РП-ТХ1 арк 1
 2. Специфікація виробів та матеріалів дивись креслення N918-20-РП-ТХ1 С
 3. Трубопроводи прокладати з нахилом 0.002 в сторону руху рідини
 4. Розміри з позначенням * уточнити при монтажі.

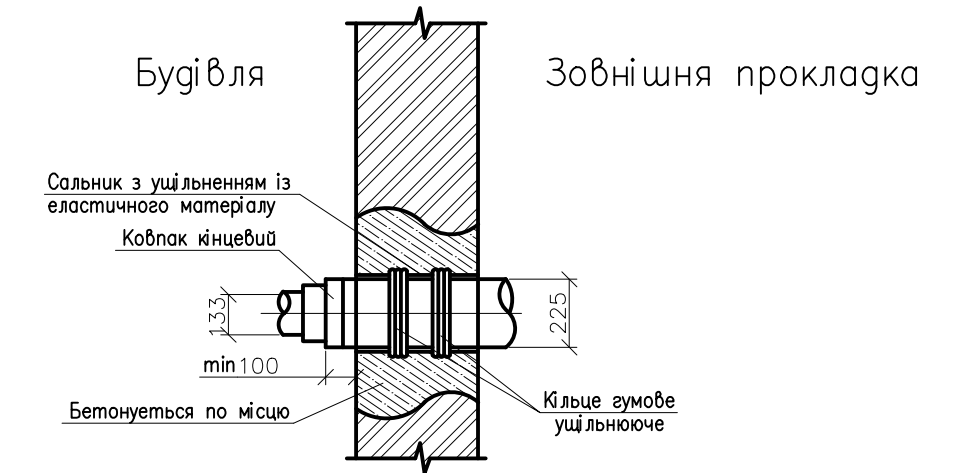
Змін.						Кваліфікаційна робота			
Модернізація системи теплопостачання із встановленням блочно-модульної котельної установки на газу за адресою : проспект Науки, 96									
Змін.	Кільк.	Аркуш	№ок.	Підрис.	Дата				
						Технологічні рішення	Стація КР	Аркуш	Аркуші в
Перевірив		Кириченко				План траси. Вуг А Розрізи 1-1, 2-2	ЗЕМ - 24		
Розробив		Мусянко							



Проектна відмітка землі		
Натурна відмітка землі	106.74	106.50
Відмітка верха теплопроводу (канала, футляра)	105.74	105.50
Відмітка осі трубопроводу	105.627	105.387
Відмітка низу трубопроводу (канала, футляра)	105.515	105.275
Нахил, % °	0.042	
Довжина, м	5.73	
Номер поперечного розрізу	1-1	
Розріз та матеріал труб	ПІТ 2x133/225	
Розгорнутий план	Опуск	Гуртожиток
Розгорнута довжина тепловагістралі		

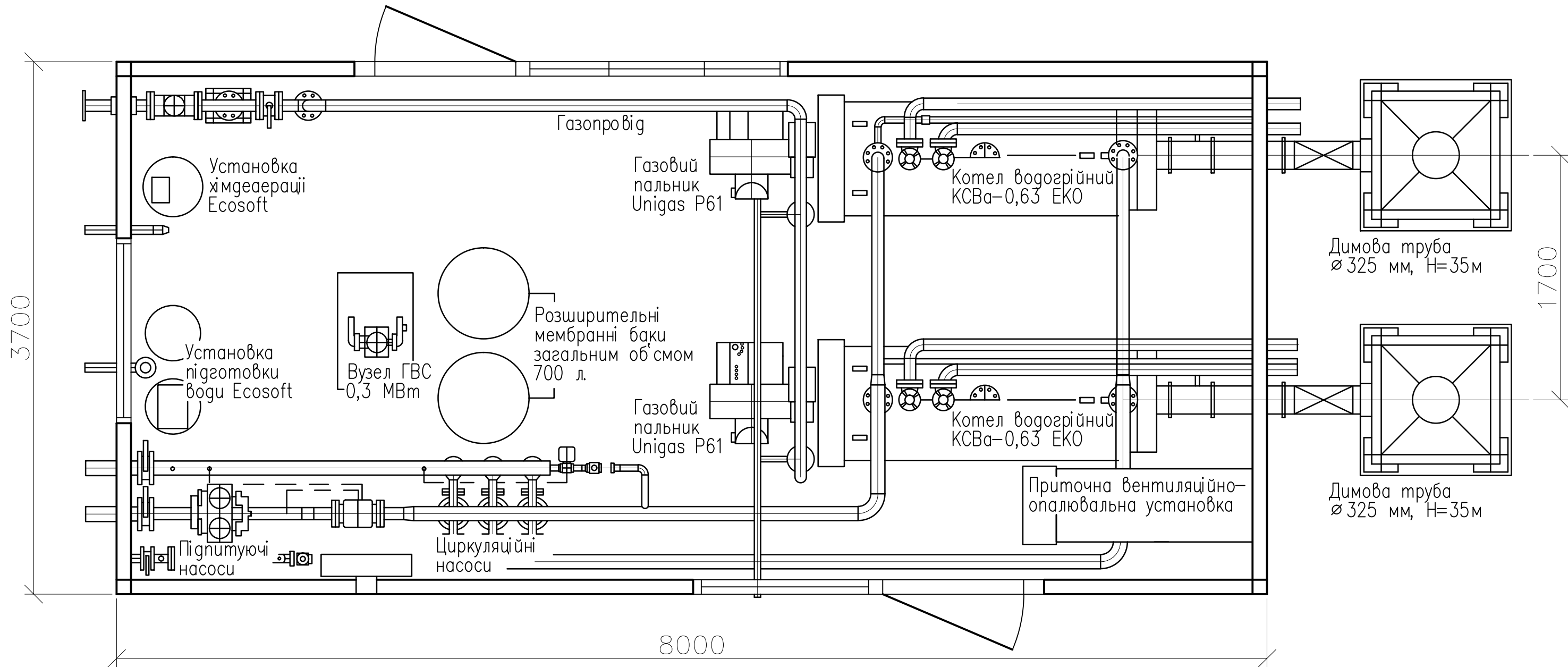


Вузол проходження трубопроводів ПІТ через стіну будівлі

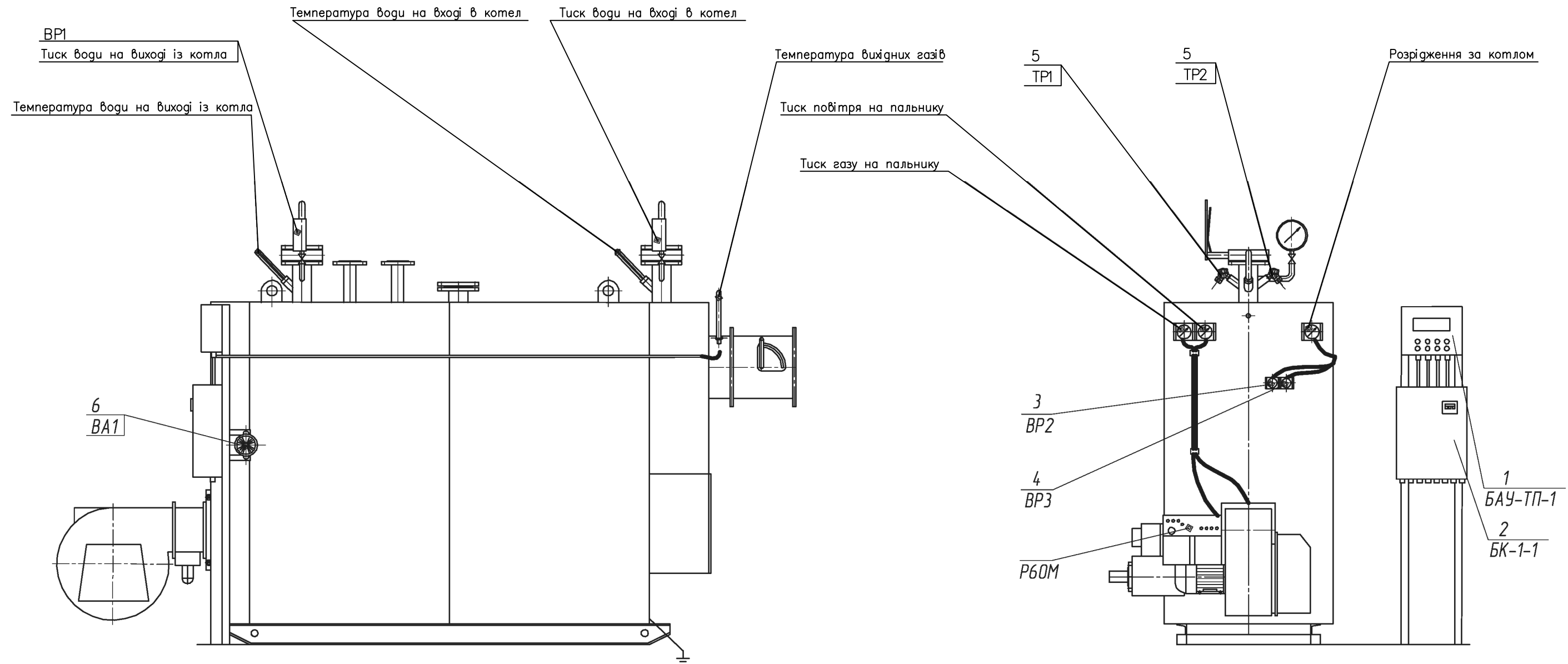


						<i>Кваліфікаційна робота</i>		
						<i>Модернізація системи теплопостачання із встановленням блочно-модульної котельної установки на газу за адресою : проспект Науки, 96</i>		
Змін.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата			
						Технологічні рішення		Станція КР
Перевірив	Кириченко					Повздовжній профіль тепломережі		3ТЕМ - 24
Розробив	Мусяєнко							

Блочно-модульна водогрійна котельня установка БМВКУ-1,0Г(Е) потужністю 1,4 МВт



						Кваліфікаційна робота			
						Модернізація системи теплопостачання із встановленням блочно-модульної котельної установки на газу за адресою : проспект Науки, 96			
Змін.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата	Блочно-модульна водогрійна котельня установка БМВКУ-1,0Г(Е) потужністю 1,4 МВт	Стадія	Аркуш	Аркуші в
						КР			
Перевірив		Кириченко				План розташування агрегатів	ЗЕМ - 24		
Розробив		Мусянко							



Монтаж елементів системи управління вести згідно із схемою функціональною і схемою електричних з'єднань.

При проведенні монтажу електрообладнання котла заземлити згідно із вимогами ПУЕ

Розміщення датчиків системи управління може бути змінено при проектуванні конкретного об'єкта

При підключенні елементів системи управління виконувати вимоги із монтажу викладені в їх експлуатаційній документації

Розглядати сумісно із СК1233.00.00.00.00 МЧ (Е). Умовні позначення елементів див. СК1233.00.00.00.00 Е4 (Е).

Орієнтовна витрата матеріалів для електромонтажу в межах котла системи управління:
 провід ПВС 2*0,75 – 80м
 провід ПВС 3*0,75 – 18м
 металрукав (трубка гафрована) – 20м

						Кваліфікаційна робота			
						Модернізація системи теплопостачання із встановленням блочно-модульної котельної установки на газу за адресою : проспект Науки, 96			
Змін.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата	Котел стальний водогрійний автоматизований КСВа-063 Гс "ВК-34"	Стація	Аркуш	Аркуші в
							КР		
Перевірив		Кириченко				Електромонтажне креслення	ЗЕМ - 24		
Розробив		Мусяєнко							

Показники	КСВа-0,25 (ЕКО)	КСВа-0,63 (ЕКО)	КСВа-1,0 (ЕКО)	КСВа-2,0 (ЕКО)	КСВа-3,15 (ЕКО)
Номинальна потужність МВт, не менше	0,25	0,63	1,0	2,0	3,15
Паливо	Природний газ ДСТУ 5542				
ККД, %, не менше	91	91	91	91	91
Діапазон регулювання тепловиробництва відносно номінальної, %	40-100	30-100	40-100	40-100	30-100
Робочий тиск води в котлі на виході, МПа, не більше			0,6		
Робочий тиск води в котлі на виході, МПа, не менше	0,35	0,2	0,35	0,35	0,35
Максимальна температура води на виході з котла, С			115		
Мінімальна температура води на виході з котла, С			60		



						Кваліфікаційна робота				
						Модернізація системи теплопостачання із встановленням блочно-модульної котельної установки на газу за адресою : проспект Науки, 96				
Змін.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата	Технологічні рішення		Стаття	Аркуш	Аркуші в
								КР		
Перевірив		Кириченко				Характеристики котла та його вигляд		зТем - 24		
Розробив		Мусяєнко								

Схема газового пальника

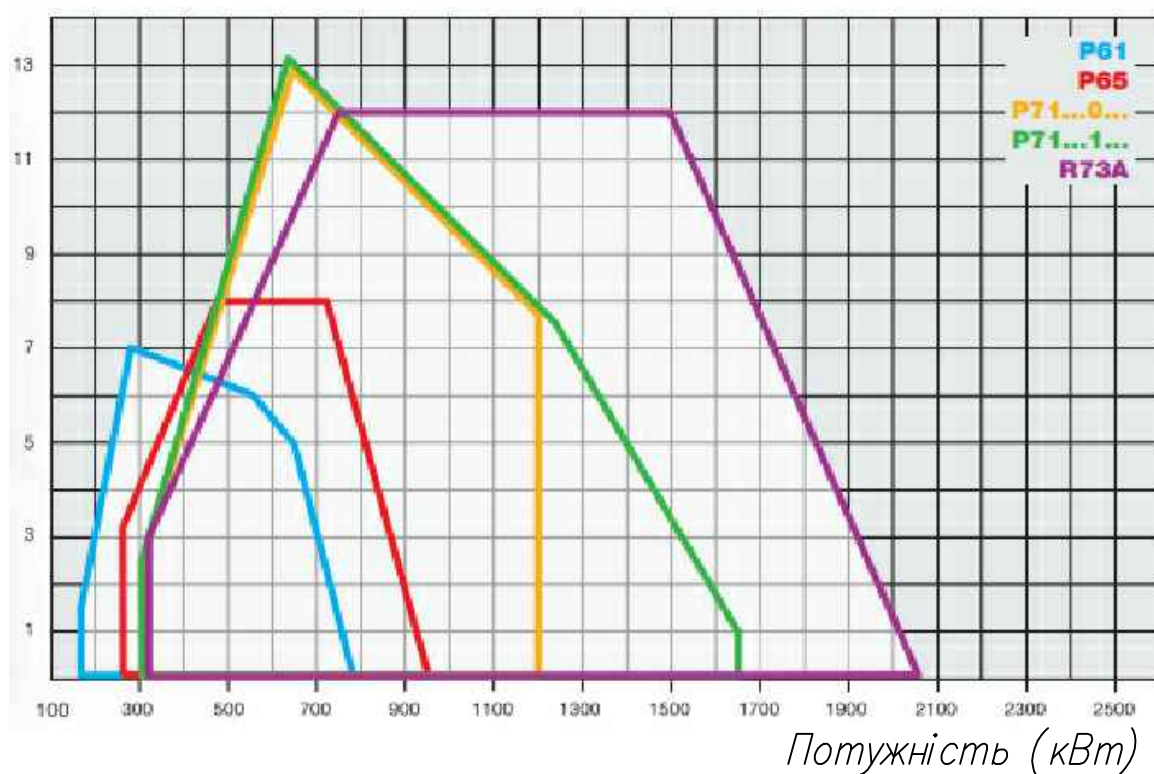
Серія tecnopress
P61–P65–P71–R73A



Характеристики пальника

Пальники серії TECHNOPRESS з діапазоном потужності від 160 до 2060 кВт, можуть бути використані як на генераторах з камерою згорання під розрядженням, так і з аеродинамічним опором. Колоколоподібна головка згорання здатна створювати полум'я розсіяного типу з високим ступенем випромінювання. Практичні але прості для регулювання і настройки органи пальника, виключна простота при обслуговуванні разом із неперевершеним співвідношенням якості/ціна забезпечує нашій продукції високу конкурентоздатність.

Протитиск в камері згорання (мбар)



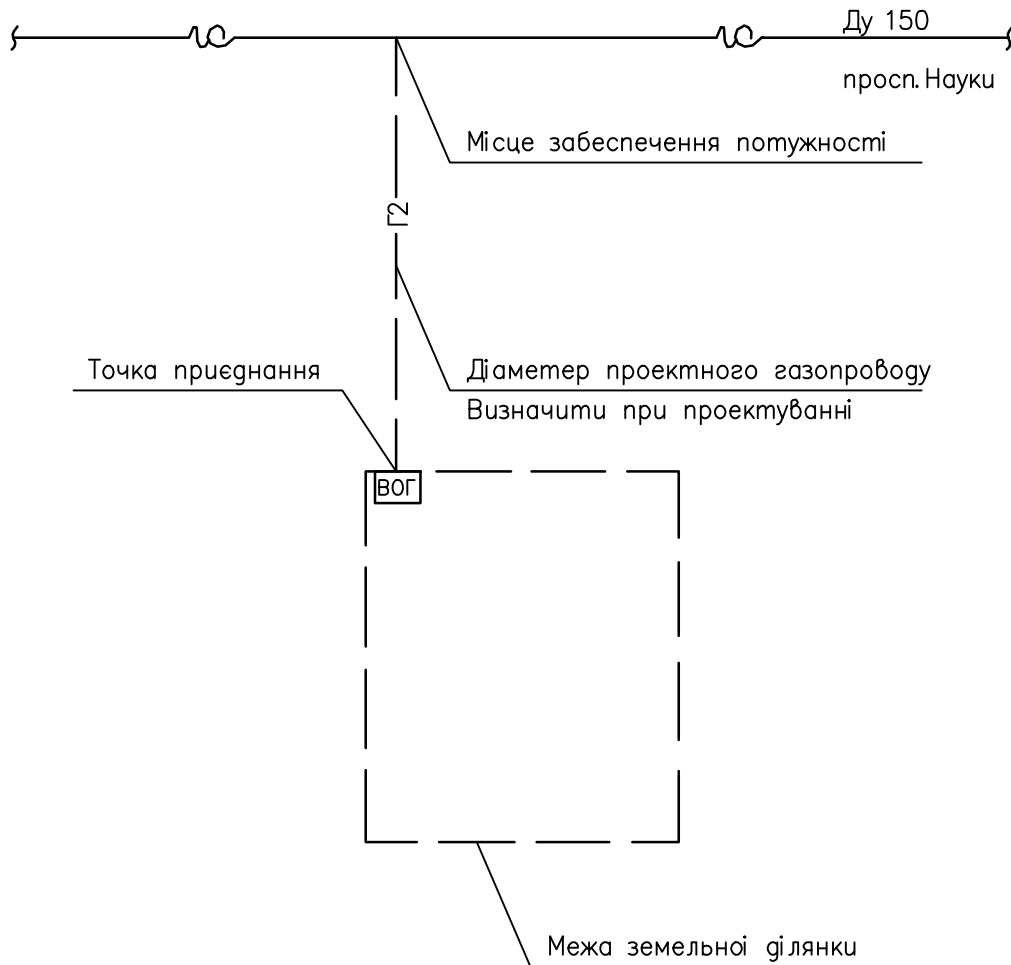
						Кваліфікаційна робота			
						Модернізація системи теплопостачання із встановленням блочно-модульної котельної установки на газу за адресою : проспект Науки, 96			
Змін.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата				
						Водогрійні котли: жаротрубні котли серії КСВа (Еко) газ, дизель, мазут.	Стадія	Аркуш	Аркушів
							КР		
Перевірив		Кириченко				Характеристики пальника та його вигляд	ЗЕМ – 24		
Розробив		Мусяєнко							

СХЕМА РОЗМІЩЕННЯ ДІЛЯНКИ І ГАЗОПРОВОДУ

Замовник: КП "Керуюча компанія з обслуговування житлового фонду Голосіївського району м. Києва"

Адреса: Голосіївський район, просп. Науки, 96

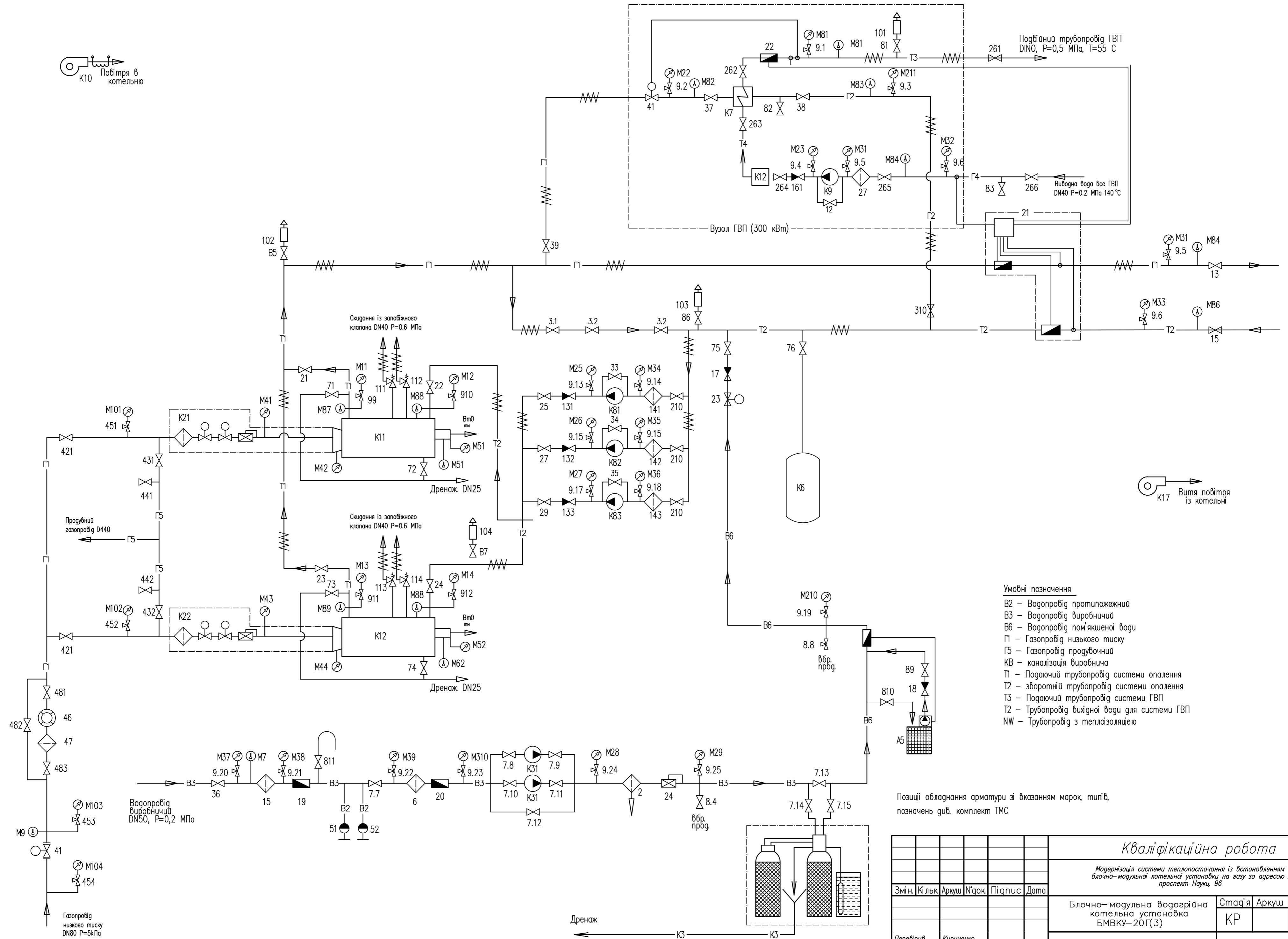
Виконавець будівельних робіт (зовнішнє газопостачання):
АТ "Київгаз"



Примітка: Вузол обліку газу встановлюється в точці приєднання

						<i>Кваліфікаційна робота</i>			
						<i>Модернізація системи тепlopостачання із встановленням блочно-модульної котельної установки на газу за адресою : проспект Науки, 96</i>			
Змін.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата				
						Технологічні рішення	Стадія	Аркуш	Аркуші в
							КР		
Перевірив	Кириченко					Схема розміщення ділянки газопроводу	ЗТем – 24		
Розробив	Мусієнко								

К10 Повітря в котельню



К17 Виття повітря із котельні

- Умовні позначення**
- B2 - Водопровід протипожежний
 - B3 - Водопровід виробничий
 - B6 - Водопровід пом'якшеної води
 - Г1 - Газопровід низького тиску
 - Г5 - Газопровід продувочний
 - KB - каналізація виробнича
 - T1 - Подаючий трубопровід системи опалення
 - T2 - зворотній трубопровід системи опалення
 - T3 - Подаючий трубопровід системи ГВП
 - T2 - Трубопровід вибіркової води для системи ГВП
 - NW - Трубопровід з теплоізоляцією

Позиції обладнання арматури зі вказанням марок типів, позначень див. комплект ТМС

Змін					Кваліфікаційна робота				
					Модернізація системи тепlopостачання із встановленням блочно-модульної котельної установки на газу за адресою: проспект Науки, 96				
Змін	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата	Блочно-модульна водогрійна котельня установка БМВКУ-20Г(3)	Стація	Аркуш	Аркуші в
Перевірив	Кириченко					Тепломеханічна частина	КР		
Розробив	Мусяєнко					Схема комбінована			ЗТЕМ - 24