

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: Інженерних систем та екології

Випускова кафедра: Теплотехніки

Освітній ступінь: Магістра

Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітня програма: «Теплогазопостачання та вентиляція»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету

Приймак О.В.

„___” _____ 20__ року

**З А В Д А Н Н Я
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА
ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

Сидоренко Катерина Василівна

1. Тема роботи: «Газопостачання багатофункціонального комплексу будівель. Комплексний проект. Частина 2»
затверджена наказом ректора КНУБА № 2494/2 від 28.11.2024 року
2. Керівник роботи Погосов О.Г. к.т.н., доц.
3. Строк подання здобувачем роботи до захисту 27.12.2024р.
4. Зміст пояснювальної записки за розділами:
 - Р. 1. Загальна частина;
 - Р. 2. Архітектурно будівельні рішення;
 - Р. 3. Газопроводи;
 - Р. 4. Розрахунок газопостачання;
 - Р. 5. Гідравлічний розрахунок газопроводів;
 - Р. 6. Розрахунок димовідвідного тракту;
 - Р. 7. Автоматизація котельні.;
 - Р.8. Охорона праці.;
 - Р.9. Список використаної літератури.;
5. Графічна частина:
 - Р. 1. Ситуаційний план;

- Р. 2. Фасади;
- Р. 3. Аксонометрична схема;
- Р. 4. Фасади;
- Р. 5. Аксонометрична схема газопроводів низького тиску в котельні;
- Р. 6. Схема розміщення обладнання котельні;
- Р. 7. План підключення котів;
- Р. 8. Схеми автоматизації;
- Р. 9. План підключення руфтопів;
- Р. 10. Аксонометрична схема підключення руфтопів;

Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1.	07.08.24
Розділ 2.	15.08.24
Розділ 3.	25.08.24
Розділ 4.	18.09.24
Розділ 5.	28.09.24
Розділ 6.	19.10.24
Остаточне оформлення роботи	28.11.24
Направлення роботи для перевірки на плагіат	02.12.24
Попередній захист роботи на випусковій кафедрі	02.12.24
Направлення роботи на рецензування	02.12.24

Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірів	
		дата	підпис

Дата видачі завдання _____

Зав. кафедри	_____	<u>Кириченко М.А.</u>
	(підпис)	(прізвище, ініціали)
Керівник	_____	<u>Погосов О.Г.</u>
	(підпис)	(прізвище, ініціали)
Здобувач	_____	<u>Сидоренко К.В.</u>
	(підпис)	(прізвище, ініціали)

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Інженерних систем та екології
Теплотехніки

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

на тему:

«Газопостачання багатофункціонального комплексу будівель.
Комплексний проект. Частина 2»

Сидоренко Катерина Василівна

Київ 2024 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Інженерних систем та екології

Теплотехніки

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Кириченко М.А.

„___” _____ 20__ року

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

«Газопостачання багатофункціонального комплексу будівель. Комплексний
проект. Частина 2»

Виконала Сидоренко Катерина Василівна
192 «Будівництво та цивільна інженерія»

«Теплогазопостачання та вентиляція»

Група зТВм-23

Керівник Погосов О.Г. к.т.н.,доц.

Ідентичність підтверджую

Київ 2024 р.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1. Загальна частина	7
2. Архітектурно будівельні рішення	10
3. Газопроводи	17
4. Розрахунок газопостачання	28
5. Гідравлічний розрахунок газопроводів	45
6. Розрахунок димовідвідного тракту	63
7. Автоматизація котельні	78
8. Охорона праці	80
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	85

Вступ

Проектування системи газопостачання для багатофункціонального комплексу будівель є складним та відповідальним завданням, що вимагає врахування різноманітних аспектів, таких як безпека, надійність, енергоефективність та відповідність сучасним будівельним нормам. Багатофункціональні комплекси, які поєднують житлові, офісні, торговельні та розважальні приміщення, потребують ретельного підходу до розробки інженерних мереж, зокрема системи газопостачання, для забезпечення безперебійної роботи всіх функціональних зон.

Актуальність проекту

Зростання урбанізації та підвищення вимог до комфорту та енергоефективності будівель обумовлюють необхідність впровадження сучасних систем газопостачання в багатофункціональних комплексах. Ефективна система газопостачання забезпечує:

- **Безпеку експлуатації:** Відповідність системи сучасним стандартам безпеки та надійності є критично важливою для запобігання аварійним ситуаціям.
- **Енергоефективність:** Використання сучасного обладнання з високим коефіцієнтом корисної дії сприяє зниженню енергоспоживання та витрат.
- **Гнучкість та адаптивність:** Можливість задовольнити різноманітні потреби різних функціональних зон комплексу, забезпечуючи оптимальні умови для їх експлуатації.

Мета проекту

Основною метою проекту є розробка ефективної та безпечної системи газопостачання для багатофункціонального комплексу будівель, яка забезпечить:

- Надійне постачання газу: Безперебійне та стабільне забезпечення всіх споживачів комплексу необхідною кількістю газу.
- Відповідність нормативним вимогам: Проектування системи відповідно до чинних будівельних норм та стандартів, що регламентують газопостачання.
- Інтеграцію з іншими інженерними системами: Забезпечення узгодженої роботи з системами опалення, вентиляції та кондиціонування повітря для досягнення максимального комфорту та енергоефективності.

1. Загальна частина.

- Проект газопостачання дахової котельні розролений на підставі:
- Технічних умов АТ "Киї́дгаз" № SW050741223 від 04.12.2023 р.;
- ДБН А.2.2-3:2014 – Склад та зміст проектної документації на оудівництво. Зі Змінами № 1 та № 2.
- ДБН В.2.5-20:2018 – Газопостачання. З урахуванням Зміни № 1.
- Кодексу газорозподільних систем.
- ДБН А.3.2-2-2009 – Охорона праці і промислова безпека в оудівництві.

Основні положення.

- ДБН А.3.1-5:2016 - Організація оудівельного виробництва.
- НПАОП 0.00-1.76-15 - Правила безпеки систем газопостачання.
- ДБН Б.2.2-12:2019 - Планування та заклада територій.
- ДСТУ 8936:2019 - Труби сталеві водогазопровідні. Технічні умови.
- ДСТУ 8943:2019 – Труби сталеві електрозварні. Технічні умови.
- технічних Вимог та Правил щодо застосування сигналізаторів до виохоронезпечних концентрацій паливних газів і мікроконцентрацій чадного газу у повітрі приміщень житлових оудинків та громадських оудинків і споруд
- та інших матеріалів та нормативних документів.
- Даним проектом передоачається:
- підключення до існуючого газопроводу-воду середнього Ду 80 на фасаді оудинку за адресою вул. Б. Хмельницького, 16-22, загальна витрата газу становить 531,6 м³/год;
- демонтаж існуючих газопроводів середнього та низького тиску, існуючого вузла ооліку газу, існуючого ШГРП та ооладнання в існуючій котельні, в тому числі модулів газових "Wessex" - 18 шт. (Q_{заг}=410,4 м³/год).
- оудівництво газопроводу середнього тиску зі сталевих електрозварних труб Ф 89х4,5 по ДСТУ 8943:2019 по фасаді та покрівлі оудівлі на потреби проектуємої дахової котельні;
- встановлення швидкодіючого запірного клапану DN 80 на газопроводі- воді середнього тиску на фасаді оудівлі;
- оудівництво водного та внутрішнього газопроводу низького тиску зі сталевих електрозварних труб Ф 426х8, Ф 219х4,5, Ф 89х4,5 по ДСТУ 8943:2019

до котлів та генератора та сталевих водогазопровідних труо Φ 25x3,2 по ДСТУ 8936:2019 (скидні та продувочні газопроводи котельні);

встановлення газорегуляторного пункту шафового типу з регуляторами тиску для редукування тиску газу з середнього на низький, що відповідає параметрам рооти котлів;

встановлення дузла комерційного ооліку газу з встановленням лічильника газу роторного Delta 2080 G250 1:130 DN80;

встановлення внутрішнього газодого ооладнання зі встановленням швидкодійного запірного клапану DN 200 на 88оді газопроводу в приміщення котельні.

Газопостачання передоачається природним газом з нижчою теплотворною здатністю 8100 ккал/нм³ і густиною 0,73 кг/нм³, газ одорований.

Будівельно-монтажні рооти по газопостачанню слід виконувати спеціалізованою оудівельно-монтажною організацією в суворій відповідності з вимогами діючих норм "Правил оезпеки систем газопостачання", ДБН В.2.5-20:2018 "Газопостачання", текстами погоджень і відомчими інструкціями, затвердженими для монтажних організацій.

2. Архітектурно-оудівельні рішення.

Встановлення генератора газодого передоачається на покрівлі на відм. "+86.590".

Влаштування дахової котельні передоачається на відм. "+88.370" над технічним приміщенням.

Площа котельні складає 163,20

м². Висота приміщення складає

4,0 м. Оо'єм котельні – 652,80

м³.

Котельня по двоухопожежній і пожежній неоезпеці приміщення відноситься до категорії «Г», ступінь догнестійкості - друга II.

Конструкцію покрівлі основного оудинку у місці розміщення дахової котельні та генератора на відстані не менше 6 м від зовнішніх стін приміщення дахової котельні та генератора виконати з негорючих матеріалів.

Котельня відокремлюється від суміжних приміщень негорючим перекриттям та стіною з межею вогнестійкості не менше 0,75 год, REI 45.

Стіни та міжповерхові перекриття, які відокремлюють дахову котельню від інших приміщень - парогазонепроникні.

Конструкція покрівлі основного оудинку у місці розміщення дахової котельні та газового генератора на відстані не менше 6 м від зовнішніх стін приміщення дахової котельної, а також на 2 м від осі газопроводу повинна виконуватися з негорючих матеріалів . Легко скидна поверхня (одинарне скління) повинна складати не менше 0,05м² на 1,0м³ об'єму від об'єму котельні, яка і забезпечує норму природного освітлення 0,03м² на 1,0м³. Вікна заповнюються одинарним склом і обладнуються захисною металевою сіткою.

Вікна передоачити з фрамугами для провітрювання.

3. Газопроводи.

Зовнішні газопроводи.

Даним проектом передоачається:

підключення до існуючого газопроводу-88оду середнього Ду 80 на фасаді оудинку за адресою дул. Б. Хмельницького, 16-22, загальна витрата газу становить 531,6 м³/год;

демонтаж існуючих газопроводів середнього та низького тиску, існуючого вузла ооліку газу, існуючого ШГРП та ооладнання в існуючій котельні, в тому числі модулів газодих "Wessex" - 18 шт. ($Q_{газ}=410,4$ м³/год).

оудівництво газопроводу середнього тиску зі сталевих електрозварних труо Ф 89х4,5 по ДСТУ 8943:2019 по фасаді та покрівлі оудівлі на потребу проектуємої дахової котельні;

встановлення швидкодіючого запірного клапану DN 80 на газопроводі- 88оді середнього тиску на фасаді оудівлі для автоматичного олокування постачання газу в разі виникнення пожежі ;

оудівництво ввідного та внутрішнього газопроводу низького тиску зі сталевих електрозварних труо Ф 426х8, Ф 219х4,5, Ф 89х4,5 по ДСТУ 8943:2019 до котлів та генератора та сталевих вдогазопровідних труо Ф 25х3,2 по ДСТУ 8936:2019 (скидні та продувочні газопроводи котельні);

встановлення газорегуляторного пункту шафового типу з регуляторами тиску для редукування тиску газу з середнього на низький, що відповідає параметрам рооти котлів;

встановлення вузла комерційного ооліку газу з встановленням лічильника газу роторного Delta 2080 G250 1:130 DN80;

встановлення внутрішнього газового ооладнання зі встановленням швидкодіючого запірного клапану DN 200 на 88оді газопроводу в приміщенні котельні.

Газопостачання котельні передоачається природним газом з нижчою теплотворною здатністю 8100 ккал/нм³ і густиною 0,73 кг/нм³, газ одорований.

Будівельно-монтажні рооти по газопостачанню слід виконувати спеціалізованою оудівельно-монтажною організацією в суворій відповідності з

Зварені стики підлягають контролю фізичними методами згідно ДБН В.2.5-20:2018.

Кріплення газопроводу до фасаду оудівлі та фасаду котельні виконати по серії 5.905-18.05.

Прокладання газопроводу по покрівлі виконати на низьких опорах з кріпленнями по серії 5.905-18.05.

Діаметри газопроводів визначені за умови нормального і економічного газопостачання всіх споживачів 8 години максимального споживання газу, з врахуванням забезпечення стійкої роботи пальників газових котлів.

З'єднання сталевих труо передоачається електрозваркою 8 стик, зварні з'єднання повинні відповідати ГОСТ 16037-80. Різьбові з'єднання передоачені тільки для приєднання газових приладів і кранів 8 місцях доступних для огляду і ремонту. Сортамент труо і матеріалів, типи і конструкції запірної арматури та інших технічних виробів, які застосовуються для спорудження газопроводу відповідають

вимогам ДБН В.2.5-20:2018 "Газопостачання".

Передоачається одноступенеда система редукування газу – з середнього на низький тиск.

Влаштування шафового регуляторного пункту (ШГРП) передоачено на покрівлі на зовнішній стіні дахової котельні та забезпечено доступ оослужуючого персоналу до нього.

ШГРП складається з двох ліній редукування.

Лінія редукування 8ключає 8 себе 8хідний та вихідний крани, 8хідний і вихідний манометри, регулятор тиску.

Регулятори ШГРП працюють у режимі - один працює, інший 8 резерві.

ШГРП з середнього на низький тиск з регуляторами тиску газу "Pietro Fiorentini" Dival 600 BP DN 50:

тиск на 8ході регулятора – 0,1 НПа;

тиск на виході регулятора - 0,003 НПа.

Скидні та продувні газопроводи (Ду20, Ду25) ШГРП виводяться на 1,0 м вище покрівлі котельні.

Встановлення єдиного комерційного вузла ооліку (ВОГ) на оазі лічильника Delta

Газопроводи покриваються розпізнавальною фарбою у відповідності з вимогами ГОСТ 14202-69 і ГОСТ 4666-75.

Газове обладнання.

Передається встановлення п'яти котлів (чотири роочі та один резервний) "Vitocrossal 300", тепловою потужністю 1000,0 кВт кожний (витрата газу на одиницю становить 100,8 м³/год, загальна - 403,2 м³/год), фірми "Viessmann", 8 приміщенні дахової котельні та генератора газового "SG400/PG360" фірми "Generac" (витрата газу становить 128,4 м³/год), які працюють на природному газі, передається від газопроводу низького тиску Ф 219х4,5, що прокладається по фасаді котельні зі сталевих електрозварних трубу по ДСТУ 8943:2019 після ШГРП.

Витрата природного газу котельні (чотири роочі котли та один резервний) становить:

$$Q = 100,8 \times 4 = 403,2 \text{ м}^3/\text{год};$$

Витрата природного газу генератора становить:

$$Q = 128,4 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Загальна витрата газу:

$$Q = 403,2 + 128,4 = 531,6 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Подавання газу до газового генератора здійснюється від газопроводу низького тиску Ф 219х4,5 газопроводом Ф 89х4,5 з влаштуванням відключаючої арматури.

На 88оді газопроводу 8 котельню встановлено швидкодіючий "НОРНАЛЬНО-ЗАКРИТИЙ" запірний клапан DN 200, фірми "Madas".

Від газопроводу 8 котельню передано 8 футлярі Ду 500, футляр вмонтувати 8 стіну на цементному розчині, простір між газопроводом і футляром заповнити отумом або просмоленою паклею або монтажною піною.

Подавання газу до газових пальників здійснюється від розподільчого газового колектора Ф 426х8.

Газопроводи Ф 89х4,5 від колектора прокладаються до газових пальників з влаштуванням:

- відключаючої арматури;
- продувочних газопроводів Г5 з кранами для відбору проо.

Кріплення газопроводів передано по серії 5.905-18.05.

Для контролю рівня загазованості передано встановлення модуля сигналізації типу ВАРТА-1.03, до складу якого входять: датчі СН4 довиоухонеоезпечних концентрацій природного газу (метану), датчі СО окису вуглецю (чадного газу), відсічний електричний клапан, пост сигналізації ПС1 (світло - звуковий сигналізатор).

Відведення димових газів та розсіювання шкідливих речовин в атмосферу здійснюється за допомогою димових труо Ф 400/460 (5шт.), що виводяться на відм. "+96.100". Димоді труо виготовляються з двох шарів нержавіючої листової сталі з шаром теплової ізоляції товщиною 30мм між ними. В нижніх частинах димових

труо передоачені ділянки з люком та патруоком для проведення ревізії та відводу конденсату.

Згідно з розділом ОВНС видедення вертикального димоходу для генератора газодого "SG400/PG360" фірми "Generac" не потріоне, відвід димодих газід передоачено конструкцією генератора через жалюзійні решітки зовнішнього кожуха.

При монтажі, наладці і оослугодуванні котлів та ооладнання слід строго керуватися, як вимогами цього проекту, так і рекомендаціями фірм-вирооникід ооладнання, а також проекту тепломеханічної та ін. частин котельні.

В приміщенні котельні передоачено встановлення двох порошкових догнегасникід ВП-9, та знакід пожежної оезпеки.

Приом в експлуатацію закінченого оо'екту повинен проводитись комісією, яка керується вимогами ДБН В.2.5-20:2018 "Газопостачання" і "Правилами оезпеки систем газопостачання".

Після монтажу всі газопроводи підлягають випрооуванню на міцність та герметичність у відповідності з вимогами "КОДЕКС 2:2021. Газорозподільчі системи":

надземні газопроводи с/т:

- на міцність тиском 0,45 НПа, тридалістю 1 год; на герметичність 0,30 НПа тридалістю 0,5 год;

надземні газопроводи н/т:

- на міцність тиском 0,30 НПа, тридалістю 1 год; на герметичність 0,10 НПа тридалістю 0,5 год.

внутрішні газопроводи н/т:

- на міцність тиском 0,10 НПа, тридалістю 1 год; на герметичність 0,005

НПа тридалістю 5 х8.

Розрахунок повітроооіну для приміщення котельні Вентиляція приміщення котельні природня.

Неоохідна кількість припливного повітря становить:

$$Q = Q1 + Q2, (m^3/год)$$

$V_{пр}$ – об'єм приміщення, $652,80 \text{ м}^3$;

$$Q = Q_1 + Q_2 = 5019,84 + 1958,4 = 6978,24 \text{ (м}^3\text{/год)}$$

Площа припливної решітки становить:

$$F = Q / (3600 \times W_{пр}) = 6978,24 / (3600 \times 1,2) = 1,62 \text{ (м}^2\text{)}$$

де:

$W_{пр}$ – швидкість повітря, яке проходить через припливну решітку в котельню, $1,2 \text{ (м/сек)}$.

Приймається дві дентилляційні припливні решітки з площею $1,1 \text{ м}^2$ кожна в нижній частині вікна.

Площа витяжного каналу становить:

$$F = Q_2 / (3600 \times W_8) = 1958,4 / (3600 \times 1,5) = 0,363 \text{ (м}^2\text{)}$$

де:

W_8 – швидкість повітря, яке видалятиметься через дентилляційний канал, $1,5 \text{ (м/сек)}$;

Приймаємо два дефлектори $\Phi 500$, площею перерізу $0,19 \text{ м}^2$ кожний.

Система контролю загазованості

Проект системи контролю загазованості приміщення дахової котельні розроблений на підставі:

- ДБН В.2.5-20:2018 «Газопостачання. З урахуванням Зміни № 1»;
- НПАОП 0.00.-1.76-15 «Правила безпеки систем газопостачання»;
- ДБН В.2.5-77-2014 «Котельні. Зі Зміною № 1»;
- технічних Вимог та Правил щодо застосування сигналізаторів до двоухонезнепечних концентрацій паливних газів і мікроконцентрацій чадного газу у повітрі приміщень житлових будинків та громадських будинків і споруд.

Даним розділом робочого проекту передбачається установка в приміщенні дахової котельної стаціонарної активної системи безпеки газових установок, скомп'юнованої на базі модулю сигналізації типу ВАРТА-1.03, до складу якого входять: датчик СН₄ до двоухонезнепечних концентрацій природного газу (метану), датчик СО окису вуглецю (чадного газу), відсічний електромагнітний

приміщення котельні при аварійному витокі природного або чадного газів з приміщення котельні шляхом спрацювання швидкодіючого відсічного електричного клапану по команді від датчика газу;

- світлової і звукової аварійної сигналізації про витік природного газу та окису вуглецю з приміщенні котельні.
- передачу сигналу загазованості з приміщенні котельні (метан, чадний газ) до системи диспетчеризації опалення АСУ.

При відсутності електроживлення система на протязі 24 годин повністю зберігає дієдатність модуля сигналізації, відсічного електромагнітного клапану та звукової і світлової сигналізації за рахунок електроживлення від вбудованого з опалення акумулятора.

Охорона праці та техніка безпеки у газовому господарстві.

Власнику проектуємого об'єкту необхідно отримати дозвіл з органів Держпраці на право експлуатації об'єкту підвищеної небезпеки. При виконанні опалення-монтажних робіт при прокладці газопроводів необхідно суворо дотримуватись:

- ДБН А.3.2-2-2009 – Охорона праці і промислової безпеки з опалення.
Основні положення.;

- НПАОП 0.00-1.76-15 – Правил безпеки систем газопостачання.

Будівельно-монтажною організацією повинні бути розроблені та затверджені за встановленим порядком робочі інструкції з техніки безпеки на види робіт і професій для застосування з робочих умов. Весь персонал повинен попередньо навчений методам та технології виконання робіт, ознайомлений з інструкціями та правилами з техніки безпеки і пожежної безпеки при виконанні опалення-монтажних робіт.

Забезпечення заходів з охорони праці, дотримання інструкцій та правил техніки безпеки і пожежної безпеки, а також відповідальність за її стан лягає на перших керівників опалення-монтажних організацій.

Будівельно-монтажною організацією повинні бути розроблені та затверджені за встановленим порядком робочі інструкції з техніки безпеки на

види роіт і професій для застосування в роочих умовах.

Весь персонал повинен бути попередньо ознайомлений з методами та технологією виконання роіт, ознайомитися з інструкціями та правилами з техніки безпеки і пожежної безпеки при виконанні окремо-монтажних роіт.

При перетині інженерних комунікацій, окремо-монтажні роіти необхідно виконувати в присутності відповідальних представників організацій, які експлуатують ці комунікації або споруди.

При цьому повинні виконуватись заходи забезпечення безпеки експлуатації комунікацій та споруд, що перетинаються газопроводами.

При виконанні роіт із застосуванням машин в охоронних зонах підірваних ліній електропередач необхідно виконувати вимоги ГОСТ 12.1.013-78.

Забезпечення заходів з охорони праці, дотримання інструкцій та правил техніки безпеки і пожежної безпеки, а також відповідальність за її стан лягає на перших керівників судівельно-монтажних організацій.

Для безпечного обслуговування обладнання котельні, передоачені наступні заходи :

- стіни виконані газоцільними;
- приміщення котельні відокремлене від інших приміщень стінами з межею вогнестійкості не менше 0,75 год;
- суміжні приміщення не відносяться до категорії А та Б по вибуховій, вибухопожежній та пожежній безпеці;
- котельня обладнана вікнами, природньою припливно-витяжною вентиляцією з кратністю повітрообміну у 3 рази на одну годину.

Котельню необхідно обладнати засобами пожежогасіння відповідно до норм на протипожежне устаткування і ремонт, встановленими Правилами пожежної безпеки в Україні НАПБ А.01.001-2014 - вогнегасниками порошковими ВП-9 (2 шт.).

У приміщенні котельні передоачені легкоскидні конструкції.

У якості легкоскидних конструкцій для приміщення котельні приймаються вікна з одинарним склінням.

Для безпечної та надійної роботи котельні необхідно робити планово – попереджувальний ремонт обладнання котельні.

Щоб уникнути нещасних випадків забороняється:

- вклучати систему газопостачання об'єктів, які не пройшли спеціальне навічання;
- застосовувати вогонь для виявлення витoku газу. Для цього потрібно використовувати водну емульсію;
- класти на газопроводи чи з'єднати на відстані менш 1 м від газових приладів легкоспалаємі предмети;
- проводити ремонт та перенос газоспоживаючих об'єктів, а також вносити у конструкцію будь-які зміни.

При знаходженні витoku газу необхідно закрити газовий кран чи засувку, який перекриває подачу газу. негайно погасити всі відкриті вогні, не курити, не

Розрахунок газопостачання

Вихідні дані.

Відповідно до завдання необхідно запроектиувати систему газопостачання що знаходиться в м. Києві. Джерелом газопостачання є вуличний газопровід середнього тиску. Значення тиску газу в точці підключення відгалуження від нього на територію становить 250 кПа. Природний газ використовується для технологічних потреб (будівлями № 1, 2, 3, 4, 6), а також для потреб теплопостачання (котельною - № 5). встановлено обладнання, яке споживає природний газ, як низького, так і середнього тисків. Природний газ має такі характеристики: $Q_n^p = 35000 \text{ кДж/м}^3$ і $\rho = 0,73 \text{ кг/м}^3$.

Потужність обладнання:

1. В адміністративному корпусі - 0,32 МВт ($V = 37 \text{ м}^3/\text{год}$);
2. В будівлі для допоміжних служб - 0,24 МВт ($V = 28 \text{ м}^3/\text{год}$);
3. В складальному цеху - 13,6 МВт ($V = 1555 \text{ м}^3/\text{год}$);
4. В складі продукції - 0,32 МВт ($V = 37 \text{ м}^3/\text{год}$);
5. В котельній - 2,4 МВт ($V = 284 \text{ м}^3/\text{год}$);
6. В складі матеріалів - 0,54 МВт ($V = 62 \text{ м}^3/\text{год}$).

Вибір і обґрунтування міжцехової системи газопостачання промислового підприємства

Вибір і обґрунтування системи міжцехових газопроводів здійснюємо на основі порівняння двох варіантів систем газопостачання.

Перший варіант - одноступенева система газопостачання середнього тиску газу з влаштуванням пункту обліку газу (ПОБ) на території об'єкту. Для будівель № 3, 5 передбачаємо встановлення ГРУ, а на стінах будівель № 1, 2, 4, 6 - будинкові регулятори тиску.

Другий варіант - двоступенева система газопостачання. На вводі відгалуження від вуличного газопроводу середнього тиску на території ПП проектуємо ГРП стаціонарного типу в окремому будинку. Газопроводи від ГРП прокладаємо в дві нитки - середнього і низького тиску.

В обох варіантах схема газопостачання - тупикова; приймаємо змішаний спосіб прокладання міжцехових сталевих газопроводів: підземний в районі ПОГ (варіант 1), ГРП (варіант 2), до будівлі котельної і до будівлі складального цеху - на глибині 0,8 м від поверхні землі; надземний по стінах будівель та споруд (№ 3, 6, 1, 2) на кронштейнах, а також на окремих опорах (між будівлями № 3 і № 6 та будівлями № 2 і № 6) вище рівня землі на 2,5 м, в місці перетину газопроводом автомобільного проїзду - на 4,5 м.

Остаточний вибір системи міжцехових газопроводів здійснюємо на основі гідравлічного розрахунку обох варіантів систем газопостачання.

Гідравлічний розрахунок промислових газопроводів

Методика розрахунку газопроводу і їх особливості

В результаті гідравлічного розрахунку систем газопостачання ПП визначаємо діаметри газопроводів. Розрахунок виконуємо методом питомих втрат тиску на тертя з використанням залежностей, які рекомендовані вимогами нормативних документів [1]. Для систем середнього та низького тисків використовуємо одні і ті ж самі формули, згідно з якими розраховують відповідні газорозподільні системи населених пунктів. Особливістю розрахунку є визначення розра-

хункової довжини ділянок: як правило, в системах газопостачання ПП втрати тиску по довжині одного порядку з втратами тиску в місцевих опорах. І тому розрахункову довжину ділянки не збільшуємо автоматично на 10 % (що має місце при гідравлічному розрахунку вуличних газопроводів), а у кожному конкретному випадку визначаємо окремо. У зв'язку з цим гідравлічний розрахунок газопроводів ПП дещо ускладнюється.

Газопроводи середнього тиску

Міжцехові та внутрішньоцехові газопроводи ПП розраховуємо окремо.

Оскільки, при розрахунку газопроводів без врахування дійсної величини втрат тиску в місцевих опорах похибка в результатах гідравлічного розрахунку складає не більше 5 %, тому при визначенні довжини розрахункової ділянки використовуємо формулу

$$l_{p,i} = 1,1 \cdot l_{z,i}.$$

Гідравлічний розрахунок проводимо в такій послідовності:

1. Креслимо розрахункову аксонометричну схему мережі газопроводів, нумеруємо ділянки, проставляємо геометричні довжини, виписуємо максимальні витрати газу.
2. Визначаємо головну магістраль, яку розраховуємо в першу чергу, а потім ув'язуємо відгалудження.
3. Визначаємо розрахункові витрати газу на кожній ділянці.
4. Визначаємо питому різницю квадратів тиску за формулою

$$\bar{A} = \frac{P_{\text{поч}}^2 - P_n^2}{\sum_{i=1}^n l_{p,i}}, \text{ кПа}^2/\text{м}.$$

5. Визначаємо розрахункову різницю квадратів тисків за формулою

$$\Delta_{p,i}^2 = \bar{A} \cdot l_{p,i}, \text{ кПа}^2.$$

6. За номограмою на рис. 6.2 [2] орієнтуючись на величину $\Delta_{p,i}^2$, в залежності від витрати газу на ділянці та її довжини підбираємо діаметр газопроводу та уточнюємо дійсне значення величини $\Delta_{o,i}^2$.

7. Визначаємо значення тиску в кінці ділянки за формулою

$$P_{кін} = \sqrt{P_{поч}^2 - \Delta_o^2}, \text{ кПа.}$$

Розрахунку виконуємо в табличній формі.

Газопроводи низького тиску

Гідравлічний розрахунок проводимо в такій послідовності:

1. Креслимо розрахункову аксонометричну схему мережі газопроводів, нумеруємо ділянки, проставляємо геометричні довжини, виписуємо максимальні витрати газу.
2. Визначаємо головну магістраль, яку розраховуємо в першу чергу, а потім ув'язуємо відгалуження.
3. Визначаємо розрахункові витрати газу на кожній ділянці.
4. Розрахункову довжину ділянки визначаємо за формулою

$$l_{p,i} = l_{z,i} + l_{екв} \cdot \sum \xi, \text{ м,}$$

де $l_{екв}$ - приймаємо по рис. 6.6 [2], ξ - приймаємо за табл. 6.1 [2].

5. Визначаємо попередньо діаметр для кожної ділянки газопроводу за номограмою на

	м ³ /год	ки l _г , м	ділян- ки l _р , м						
Схема газопостачання (варіант 1)									
Головна магістраль 1-2-3-4									
1-2	2003	74,6	82,06	479	39307	76x3	51000	345	261
2-3	1839	10	11		5269	57x3	28000	261	200,3
3-4	284	98,6	108,46		51952	57x3	7000	200,3	182
Відгалудження									
2-5	164	61	67,1	428	28719	33,5x3,2	36000	261	179
5-6	127	19	20,9		8945	33,5x3,2	4800	179	165
6-7	65	17	18,7		8004	33,5x3,2	2000	165	159
5-11	37	19	20,9	456,5	9541	33,5x3,2	1500	179	175
6-10	62	10	11	430	4730	33,5x3,2	1200	165	161,3
3-12	1555	10	11	1602	17622	57x3	17600	200,3	150,1
Схема газопостачання (варіант 2)									
1-2	1555	10	11	3411,4	37525	57x3	20000	245	200

Коефіцієнти місцевих опорів для розрахунку газопроводів низького тиску

Схема газопостачання (варіант 2)

Ділянка 1-2

2 повороти $\alpha = 90^\circ$ - $\xi = 1,1$;

засувка - $\xi = 0,5$; $\Sigma \xi = 2,7$.

Ділянка 4-5

Трійник на прохід - $\xi = 1,0$;

поворот $\alpha = 90^\circ$ - $\xi = 1,1$; $\Sigma \xi = 2,1$.

Ділянка 2-4

Трійник на відгалудження - $\xi = 1,5$;

2 повороти $\alpha = 90^\circ$ - $\xi = 1,1$;

2,1.

засувка - $\xi = 0,5$; $\Sigma \xi = 4,2$.

Ділянка 2-3

Трійник на прохід - $\xi = 1,0$;

4 повороти $\alpha = 90^\circ$ - $\xi = 1,1$; $\Sigma \xi =$

засувка - $\xi = 0,5$; $\Sigma \xi = 5,9$.

Ділянка 6-7

Трійник на прохід - $\xi = 1,0$;
 поворот $\alpha = 90^\circ$ - $\xi = 1,1$;
 засувка - $\xi = 0,5$; $\Sigma \xi = 2,6$.

Ділянка 4-8 (5-9)

Трійник на відгалудження - $\xi = 1,5$;
 2 повороти $\alpha = 90^\circ$ - $\xi = 1,8$;
 кран - $\xi = 2$; $\Sigma \xi = 7,1$.

Ділянка 5-6

Трійник на прохід - $\xi = 1,0$;
 2 повороти $\alpha = 90^\circ$ - $\xi = 1,1$; $\Sigma \xi = 3,2$.

Ділянка 6-10

Трійник на відгалудження - $\xi = 1,5$;
 поворот $\alpha = 90^\circ$ - $\xi = 1,1$;
 засувка - $\xi = 0,5$; $\Sigma \xi = 3,1$.

Схема газопостачання (варіант 1)

Ділянка 7-8

поворот $\alpha = 90^\circ$ - $\xi = 1,8$;
 кран - $\xi = 2$; $\Sigma \xi = 3,8$.

Таблиця 3.2.2

Гідравлічний розрахунок газопроводів низького тиску

№ ділянки	Витрата газу V, м ³ /год	Довжина ділянки l _г , м	Діаметр dхS, мм	l _{екв} , м	$\Sigma \xi$	$\Sigma \xi \cdot l_{екв}$	$l_p = l_g + \Sigma \xi \cdot l_{екв}$	ΔR , Па/м	ΔP , Па	P _{поч} , Па	P _{кін} , Па
Схема газопостачання (варіант 1)											
7-8	37	17	38x3	1,05	3,8	4	21	55	1155	5000	3845
Схема газопостачання (варіант 2)											
Головна магістраль 1-2-3											

1-2	448	23,3	133x4	3,8	2,7	10,26	33,56	6,5	218,2	5000	4781,8
2-3	284	155,3	108x3	3,4	5,9	20,06	175,36	8,5	1490,6	4781,8	3291,2
Відгалудження											
2-4	164	19,3	76x3	2,8	4,2	11,76	31,06	18	559,1	4781,8	4222,7
4-5	127	47	76x3	2,7	2,1	5,67	52,67	11	579,4	4222,7	3643,3
5-6	99	30	76x3	2,6	3,2	8,32	38,32	7	268,3	3643,3	3375
6-7	37	33	57x3	1,65	2,6	4,29	37,29	6	223,7	3375	3151,3
Відгалудження											
4-8	37	5	38x3	1,05	7,1	7,455	12,455	55	685	4222,7	3537,7
5-9	28	5	38x3	1,03	7,1	7,313	12,313	38	465	3643,3	3178,3
6-10	62	10	57x3	1,79	3,1	5,55	15,55	17	264,4	3375	3110,6

На основі гідравлічного розрахунку робимо висновок, що для газопостачання будівель і споруд на території ПП слід запроєктувати варіант 1 системи міжцехових газопроводів.

Проектування внутрішньоцехової системи газопостачання

Проектуємо одноступеневу тупикову систему газопостачання низького тиску для котельної, яка обладнана 3 котлами типу “Факел”. На вводі міжцехового газопроводу в приміщення котельної влаштовуємо ГРУ. Газопроводи прокладаємо відкрито вздовж стіни котельної, а та-кож на окремих опорах на відмітці 3 м над рівнем підлоги.

Витрата газу для одного котла дорівнює 94,6 м³/год. Тиск газу перед пальником приймаємо 2000 Па.

Гідравлічний розрахунок газопроводів низького тиску

№ ділянки	Витрата газу V, м ³ /год	Довжина ділянки l _г , м	Діаметр dxS, мм	l _{екв} , м	Σξ	Σξ · l _{екв}	l _р = l _г + Σξ · l _{екв}	ΔR, Па/м	ΔP, Па	P _{поч} , Па	P _{кін} , Па
Головна магістраль 1-2-3-4											
1-2	283,8	5,9	76x3	3	-	0	5,9	48	283,2	5000	4716,8
2-3	189,2	5,9	76x3	2,9	1	2,9	8,8	24	211,2	4716,8	4505,6
3-4	94,6	10,6	57x3	1,9	6,4	12,16	22,76	34	773,8	4505,6	3732
Відгалудження											
2-5	94,6	4,7	57x3	1,9	5,8	11,02	15,72	34	534,5	4716,8	4182,3
3-6	94,6	4,7	57x3	1,9	5,8	11,02	15,72	34	534,5	4505,6	3971,1

Коефіцієнти місцевих опорів для розрахунку газопроводів низького тиску

Ділянка 2-5 (2-6)

Трійник на відгалудження - $\xi = 1,5$;
 3 повороти $\alpha = 90^\circ$ - $\xi = 1,1$;
 2 засувки - $\xi = 0,5$; $\Sigma\xi = 5,8$.

Ділянка 3-4

Трійник на прохід - $\xi = 1,0$;
 4 повороти $\alpha = 90^\circ$ - $\xi = 1,1$;
 2 засувка - $\xi = 0,5$; $\Sigma\xi = 6,4$.

Ділянка 2-3

Трійник на прохід - $\xi = 1,0$; $\Sigma\xi = 1,0$.

Розрахунок елементів ГРУ котельної

Вихідні дані: 1) тиск на вході $P_1 = 182$ кПа; 2) тиск на виході $P_2 = 5000$ Па; 3) витрата газу

$$V = 284 \text{ м}^3/\text{год.}$$

В ГРУ передбачаємо встановлення такого обладнання: фільтра, запобіжно-запірного клапана (ЗЗК), регулятора тиску газу, запобіжно-скидного клапана, запірної арматури, контрольно-вимірювальних приладів і приладів обліку витрати газу.

Підбір фільтра

Підбір фільтра здійснюємо за табл. 4 (дод. 7) [3]. Приймаємо фільтр типу ФС-50, пропускна здатність якого становить $430 \text{ м}^3/\text{год}$ при $P_{\text{вх}} < 0,1$ МПа.

Визначаємо втрати тиску в незабрудненому фільтрі за формулою

$$\Delta P = 2000 \cdot \left(\frac{V}{V_m} \right)^2 \cdot \frac{\rho}{0,01 \cdot P_1} < 2500 \text{ Па},$$

де V - дійсна витрата газу, яка надходить до ГРУ, V_T - пропускна здатність фільтра, P_1 - абсолютний тиск газу, кПа.

$$\Delta P = \left(\frac{284}{430} \right)^2 \cdot \frac{0,73}{0,01 \cdot 182} = 350 \text{ Па} < 2500 \text{ Па}.$$

Підбір регулятора тиску

Підбір регулятора тиску здійснюємо за табл. 1,2,3 (дод. 7) [3]. Приймаємо регулятор тиску РДБК1-25, який має такі технічні характеристики: 1) $P_{\text{вх}} = 0,15$ МПа; 2) $P_{\text{вих}} = 0,001$ -

0,037 МПа; 3) пропускна здатність 379 м³/год; 4) діаметр сідла клапана 21 мм; 5) коефіцієнт витрати $\varphi = 0,65$; 6) площа сідла клапана $f = 2,66 \text{ см}^2$.

Визначаємо пропускну здатність регулятора тиску за формулою

$$Q = 159,5 \cdot f \cdot \varphi \cdot K \cdot (0,01 \cdot P_1) \cdot \frac{1}{\sqrt{\rho}},$$

де K - коефіцієнт, який залежить від $P_2/P_1 = 5/182 = 0,027$, $K \approx 1$.

$$Q = 159,5 \cdot 2,66 \cdot 0,65 \cdot 1 \cdot (0,01 \cdot 182) \cdot \frac{1}{\sqrt{0,73}} = 588 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Визначаємо завантаження регулятора тиску

$$\frac{V}{Q} \cdot 100\% = \frac{284}{588} \cdot 100\% = 48,3\% > 20\% .$$

Підбір лічильника газу

Підбір лічильника здійснюємо за табл. 3 (дод. 17) [3]. Приймаємо лічильник типу

ЛВГ-100, який має такі параметри: 1) діапазон витрат газу 40 ... 400 м³/год; 2) границі допустимої похибки виміру $\pm 1,5 \%$; 3) діапазон робочого тиску 0,1 ... 10,0 МПа .

Підбір запобіжно-запірного клапана

Підбір ЗЗК здійснюємо за табл. 5 (дод. 7) [3]. Приймаємо ЗЗК типу ПКН-50, який має такі

технічні характеристики: 1) $D_y = 50$ мм; 2) $P_{вх} < 1,2$ МПа; 3) діапазон настроювання тиску, що контролюється: нижня межа - 0,0003 ... 0,003 МПа, верхня межа - 0,002 ... 0,06 МПа.

Газопостачання котлів

Вибір пальника

Оскільки, газопостачання котлів здійснюється від газопроводів низького тиску, тому приймаємо пальники низького тиску, по одному для кожного котла. При виборі типу пальника керуємось такими характеристиками: 1) теплова потужність; 2) витрата газу котлом; 3) тиск газу і повітря перед пальником; 4) розрідження в топці котла; 5) коефіцієнт надлишку повітря; 6) гео-метричні розміри пальника.

Крім того, пальник повинен забезпечити повне згорання газу з мінімальними надлишком повітря і викидами забруднюючих речовин повітря, розрахункову теплопередачу і максимальне використання теплоти газового палива. Його конструкція повинна відрізнятися простотою, ремонтоздатністю і безпечністю експлуатації.

Отже, приймаємо пальники вихрові (ПГВ-100).

Конструкція пальників забезпечує центральну струминну роздачу газу в закручений потік повітря. Повне згорання природного газу забезпечується при номінальній тепловій потужності з $\alpha_1 = 1,02 \dots 1,05$. В якості стабілізатора полум'я використовують керамічний тунель з розширенням.

Основні технічні характеристики для даних пальників такі: 1) номінальна теплова потуж-

ність - 1154 кВт; 2) номінальний тиск природного газу - 2000 Па; 3) номінальний тиск повітря - 2000 Па; 4) коефіцієнт надлишку повітря при номінальному режимі - 1,05; 5) довжина полум'я при номінальному режимі - 800; 6) номінальна витрата природного газу - 117 м³/год.

Розрахунок пальника

Вихідні дані: 1) теплова потужність котла $Q_{\text{ном}} = 800$ кВт; 2) ККД котла - 0,87; 3) тиск газу перед пальником $P_1 = 2732$ Па.

Визначаємо теплове навантаження пальника

$$Q_n = \frac{800}{0,87} = 920 \text{ кВт.}$$

Визначаємо витрату газу пальником

$$V_z = \frac{920 \cdot 3600}{35000} = 94,6 \text{ м}^3/\text{Год.}$$

Визначаємо теоретично необхідну кількість повітря для горіння газу

$$V_o = 0,27 \cdot \frac{35000}{1000} = 9,45 \text{ м}^3/\text{М}^3.$$

Визначаємо фактично необхідну кількість повітря для горіння газу

$$V_\phi = \alpha_1 \cdot V_o = 1,05 \cdot 9,45 = 9,92 \text{ м}^3/\text{М}^3.$$

Визначаємо швидкість виходу газу з отворів пальника

$$\omega_z = \gamma \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P_z}{\rho_z}},$$

де $\gamma = 0,65$ - коефіцієнт, який враховує нерівномірність розподілу швидкостей; ΔP_z - перепад тиску газу у вихідних отворах, Па, $\Delta P_z = P_1 + P_2$; P_1 - тиск газу перед пальником; P_2 - тиск газу після пальника, приймаємо 20 Па, топка котла знаходиться під розрідженням.

$$\omega_z = 0,65 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (2732 + 20)}{0,73}} = 56,44 \text{ м/с.}$$

Визначаємо площу газової насадки пальника

$$\Sigma f_o = \frac{V_z}{\omega_z} = \frac{0,026}{56,44} = 0,46 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2.$$

Визначаємо кількість отворів, якщо попередньо взяти їх діаметри $d_{\text{отв}} = 8,7$ мм

$$n = \frac{0,46 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 0,0087^2 / 4} = 7,74 \text{ шт.}$$

Приймаємо $n = 12$ шт. Це робимо з конструктивних міркувань.

Розрахунок повітряного тракту

Для стабільної роботи пальника з примусовою подачею повітря необхідно виконувати

умову

$$\frac{\omega_z \cdot \rho_z}{\omega_{\text{нов}} \cdot \rho_{\text{нов}}} = 1 \dots 1,5,$$

де ω_z і $\omega_{нов}$ - відповідно швидкість газу і повітря у розподільних отворах, м/с; ρ_z і $\rho_{нов}$ - густини на газу і повітря.

Визначаємо необхідну швидкість виходу повітря

$$\omega_{нов} = \frac{56,44 \cdot 0,73}{(1 \dots 1,5) \cdot 1,205} = 34,2 \dots 22,8 \text{ м/с.}$$

При середній швидкості повітря $\omega_{нов}^c = 28,5$ м/с, площа повітряного тракту дорівнює

$$F_{нов} = \frac{V_z \cdot V_{нов}}{\omega_{нов}^c} = \frac{0,026 \cdot 9,92}{28,5} = 0,009 \text{ м}^2.$$

Враховуємо, що в повітряному каналі встановленні лопатки для закручування потоку, тому площу повітряного каналу приймаємо більше на 10 %, тобто

$$F_{нов} = 1,1 \cdot 0,009 = 0,01 \text{ м}^2.$$

Особливості обв'язки газопроводами котла

Схему обв'язувальних газопроводів виконуємо таким чином, щоб була забезпечена безпечна експлуатація котлоагрегату.

Так, як для котлів використовуємо пальники турбулентного змішування з примусовою подачею повітря, то на газопроводі між головними контрольними вимикаючими пристроями вста-

новлюємо для кожного котлоагрегату окремо клапан блокування газу і повітря, який автоматично припиняє подачу газу до пальника при падінні тиску в повітропроводі. Тому при виході клапана з ладу небезпеці загазованості буде піддаватися тільки один котел. Для можливості заплювання пальника імпульсний трубопровід від клапана приєднуємо до повітропроводу перед шибером. На імпульсній лінії встановлюємо кран і штуцер з пробкою для скидання тиску повітря. Це дозволяє перевіряти герметичність відключення газу клапаном блокування.

Для надійності відключення котла встановлюємо послідовно три засувки: головна - для відключення всього котлоагрегату, контрольна - для відключення пальника і робоча - для регулювання продуктивності пальника і його відключення.

Передбачаємо трубопровід безпеки, який забезпечує скидання “утечек” газу через закриті вимикаючі пристрої (засувки) в атмосферу через кран, який відкритий при непрацюючому котлі. Продувочний трубопровід об’єднуємо з трубопроводом безпеки. Для періодичної перевірки герметичності засувок маємо штуцер з пробкою, до якого приєднують переносний манометр.

Розрахунок димової труби

- Вихідні дані:
- 1) кількість і тип опалювальних котлів - 3, “Факел”;
 - 2) паливо - природний газ з $Q_n^p = 35000$ кДж/м³, $\rho = 0,73$ кг/м³;
 - 3) витрата газу котлом - 94,6 м³/год;
 - 4) коефіцієнт надлишку повітря $\alpha = 1,3$;

5) температура викидних газів перед димовою трубою - 200 °С;

6) температура зовнішнього повітря: в холодний період року

(ХП): -22 °С,

в теплий період року (ТП): +23,7 °С.

Для видалення продуктів згорання від котлів передбачаємо димову трубу, яка складається

з цегляної частини висотою 5 м та металевої частини висотою 25 м.

Визначаємо об'єм продуктів згорання при $t_{пз} = 0$ °С за формулою

$$V_{пз}^o = V \cdot n \cdot (1 + \alpha \cdot V_o),$$

де V - витрата газу котлом; n - кількість котлів; V_o - теоретично необхідна кількість повітря для спалювання 1 м³ газу.

$$V_{пз}^o = 94,6 \cdot 3 \cdot (1 + 1,3 \cdot 9,5) = 3789 \text{ м}^3/\text{Год.}$$

Визначаємо об'єм продуктів згорання при $t_{пз} = 300$ °С за формулою

$$V_{пз} = V_{пз}^o \cdot \left(1 + \frac{t_{пз}}{273}\right) = 3789 \cdot \left(1 + \frac{200}{273}\right) = 6565 \text{ м}^3/\text{Год.}$$

Визначаємо площу поперечного перерізу бора з врахуванням швидкості в ньому

$$w_{рек} = 4 \dots 6 \text{ м/с}$$

$$F_{бор} = \frac{V_{пз}}{3600 \cdot w_{рек}} = \frac{6565}{3600 \cdot 4} = 0,456 \text{ м}^2.$$

Приймаємо бор з внутрішнім розміром 600x600 мм з $F_{бор} = 0,36 \text{ м}^2$, для якого дійсна

швидкість дорівнює 5,1 м/с.

Визначаємо падіння температури продуктів згорання по висоті димової труби:

1) в цегляній частині - $0,5 \dots 1 \text{ } ^\circ\text{C/м}$: $\Delta t_{цч} = 0,7 \cdot 5 = 3,5 \text{ } ^\circ\text{C}$;

2) в металевій частині - $2 \dots 3 \text{ } ^\circ\text{C/м}$: $\Delta t_{мч} = 2,5 \cdot 25 = 62,5 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Температура продуктів згорання на виході з димової труби

$$t_{вих} = 200 - 66 = 134 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Середня температура продуктів згорання по висоті димової труби

$$t_{ср} = \frac{200 + 134}{2} = 167 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Густина продуктів згорання:

1) середня $\rho_{ср} = \frac{353}{273 + 167} = 0,8 \text{ кг/м}^3$;

2) при виході з димової труби $\rho_{вих} = \frac{353}{273 + 134} = 0,87 \text{ кг/м}^3$.

Густина зовнішнього повітря:

1) в ХП року $\rho_{нов}^{ХП} = \frac{353}{273 - 22} = 1,41 \text{ кг/м}^3$;

2) в ТП року $\rho_{нов}^{ТП} = \frac{353}{273 + 23,7} = 1,19 \text{ кг/м}^3$.

Визначаємо величину тяги в димовій трубі за формулою

$$S_m = g \cdot H \cdot (\rho_{нов} - \rho_{ср}), \text{ Па},$$

для ХП року $S_m = 9,81 \cdot 30 \cdot (1,41 - 0,8) = 180 \text{ Па}$;

для ТП року $S_m = 9,81 \cdot 30 \cdot (1,19 - 0,8) = 115 \text{ Па}$.

Визначаємо гідродинамічний опір газового тракту за формулою

$$\Delta h_{\text{ст}} = \Delta h_{\text{мп}}^{\text{цег}} + \Delta h_{\text{мп}}^{\text{мет}} + \Delta h_{\text{вих}} + \Delta h_{\text{бор}} + \Delta h_{\text{шиб}} + \Delta h_{\text{к}} + \Delta h_{\text{ек}}, \text{ Па,}$$

де $\Delta h_{\text{мп}}^{\text{цег}}$ і $\Delta h_{\text{мп}}^{\text{мет}}$ - втрати тиску відповідно в цегляній та в металевій частинах димової труби,

визначаємо за формулою $\Delta h_{\text{мп}} = \left(\lambda \cdot \frac{l}{d} + \sum \xi \right) \cdot \frac{w^2 \cdot \rho_{\text{нз}}^{\text{сеп}}}{2}$, $\lambda = 0,04$ - для цегляної

частини, $\lambda = 0,02$ - для металеві частини; $\Delta h_{\text{вих}}$ - втрати тиску на виході з димової

труби, визначаємо за формулою $\Delta h_{\text{вих}} = \frac{\rho_{\text{вих}} \cdot w_{\text{вих}}^2}{2}$; $\Delta h_{\text{бор}}$ - втрати тиску в загальному

збірному борві. Визначаємо, виходячи з його довжини, і приймаємо на кожні 25

погонних метрів 20 Па за ст. 144 [4], $\Delta h_{\text{бор}} = 20$ Па; $\Delta h_{\text{шиб}}$ - втрати тиску в шибєрі,

приймаємо $\Delta h_{\text{шиб}} = 10$ Па; $\Delta h_{\text{к}} = 60$ Па - втрати тиску в котлі;

$\Delta h_{\text{ек}} = 70$ Па - втрати тиску в економайзері.

Визначаємо площу поперечного перерізу димової труби врахуванням швидкості в ній

$w_{\text{рек}} = 8 \dots 15$ м/с:

1) для цегляної частини $F_{\text{мп}}^{\text{цег}} = \frac{V_{\text{нз}}}{3600 \cdot w_{\text{рек}}} = \frac{6565}{3600 \cdot 8} = 0,228 \text{ м}^2$.

Приймаємо цегляну частину з внутрішнім розміром 450x450 мм з $F_{\text{мп}}^{\text{цег}} = 0,2025 \text{ м}^2$, для якої дійсна швидкість дорівнює 9 м/с;

2) для металеві частини $F_{\text{мп}}^{\text{мет}} = \frac{V_{\text{нз}}}{3600 \cdot w_{\text{рек}}} = \frac{6565}{3600 \cdot 8} = 0,228 \text{ м}^2$.

Приймаємо металеву частину з внутрішнім діаметром 450 та $F_{\text{мп}}^{\text{мет}} = 0,16 \text{ м}^2$, для якої дійсна швидкість дорівнює 11,4 м/с.

Коефіцієнти місцевих опорів для розрахунку втрат тиску в димовій трубі:

1) для цегляної частини: 1) вхід в трубу - $\xi = 1$; 2) поворот під кутом 90° - $\xi = 1$; $\sum \xi = 2$;

2) для металеві частини: 1) вихід з труби - $\xi = 1$; $\sum \xi = 1$.

Втрати тиску в димовій трубі:

$$1) \text{ цегляна частина } \Delta h_{mp}^{цег} = \left(0,04 \cdot \frac{5}{0,45} + 2 \right) \cdot \frac{9^2 \cdot 0,8}{2} = 79,2 \text{ Па};$$

$$2) \text{ металева частина } \Delta h_{mp}^{мет} = \left(0,02 \cdot \frac{25}{0,45} + 1 \right) \cdot \frac{11,4^2 \cdot 0,8}{2} = 109,7 \text{ Па.}$$

$$\text{Втрати тиску на виході з димової труби } \Delta h_{вих} = \frac{0,87 \cdot 11,4^2}{2} = 56,5 \text{ Па.}$$

$$\text{Втрати тиску в газовому тракті } \Delta h_{zm} = 79,2 + 109,7 + 56,5 + 20 + 10 + 60 + 70 = 405,4 \text{ Па.}$$

Визначаємо напір для димососу за формулою

$$H = \Delta h_{zm} - S_m + \Delta P_{\min}, \text{ Па,}$$

де $\Delta P_{\min} = 20 \text{ Па}$ - мінімальне розрідження в топці.

$$\text{Для ХП року} \quad H = 405,4 - 180 + 20 = 245,4 \text{ Па.}$$

$$\text{Для ТП року} \quad H = 405,4 - 115 + 20 = 310,4 \text{ Па.}$$

Підбір димососу здійснюємо за витратою продуктів згорання та $H = 245,4 \text{ Па}$.

Визначаємо швидкість виходу продуктів згорання з димової труби в літній період, врахо-

вуючи, що теплове навантаження котельної для даного періоду становить $0,3 \cdot Q_{заг}$.

Визначаємо об'єм продуктів згорання при $t_{пз} = 0 \text{ }^\circ\text{C}$

$$V_{пз}^0 = 28,4 \cdot 3 \cdot (1 + 1,3 \cdot 9,5) = 1137 \text{ м}^3/\text{Год.}$$

Визначаємо об'єм продуктів згорання при $t_{пз} = 300 \text{ }^\circ\text{C}$

$$V_{пз} = V_{пз}^o \cdot \left(1 + \frac{t_{пз}}{273}\right) = 1137 \cdot \left(1 + \frac{200}{273}\right) = 1970 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Швидкість виходу продуктів згорання з димової труби

$$w_{вих} = \frac{V_{пз}}{3600 \cdot F_{мп}} = \frac{1970}{3600 \cdot 0,16} = 3,4 \text{ м/с (рекомендовано } 2 \dots 2,5 \text{ м/с).}$$

Техніко-економічні показники

До таких показників можна віднести:

1. Надлишковий тиск в точці вводу відгалудження від міського розподільного газопроводу

високого тиску на територію ПП, який дорівнює 250 кПа.

2. Надлишковий тиск газу перед газопальниковими пристроями, який становить 2000 Па.

3. Міжцехова система газопостачання запроектована одноступеневою з влаштуванням на

території ПП ПОГ стаціонарного типу в окремому будинку.

Газопроводи середнього та низького тисків прокладені в одну нитку переважно надземним

методом прокладання на окремих опорах і на кронштейнах по стінах будівель та споруд.

4. Загальна довжина міжцехових газопроводів дорівнює 336,2 м.

5. Кількість споживачів - 6.

6. Загальна максимальна годинна витрата газу ПП дорівнює 2003 м³/год.

Гідравлічний розрахунок газопроводів

На виході з ШГРУ підтримується абсолютний тиск 3.5кПа. Розрахунковий абсолютний тиск у найвіддаленішого споживача – 2кПа. За головну магістраль приймаємо ділянки 1-2-3-4-5.

Розрахункова питома втрата тиску в головній магістралі дорівнює:

$$\Delta P_{розр.} = \frac{P_n + P_k}{\sum l_{геом.}} = \frac{3500 - 2000}{53} = 28.3 \text{ Па/м}$$

P_n – початковий тиск, 3500Па;

P_k – кінцевий тиск, 2000Па

$\sum l_{геом.}$ - сумарна геометрична довжина магістралі, 53м;

Згідно з отриманим значенням питомих втрат тиску, тиск газу в кінці ділянки 1-2 (у вузлі 2) визначаємо за формулою:

$$P_2 = P_n - \Delta P_{розр.} \cdot l_{геом.} = 3500 - 28.2 \cdot 20 = 2934 \text{ Па}$$

$l_{геом.}$ - довжина ділянки, 20м;

Середнє значення тиску на вказаній ділянці обчислюють так:

$$\overline{P}_{1-2} = \frac{P_1 + P_2}{2} = \frac{3500 + 2934}{2} = 3217 \text{ Па}$$

Переводимо середнє значення надлишкового тиску в абсолютний тиск.

$$P_{1-2} = 3217 \cdot 10^{-6} + 0.101325 = 0.104542 \text{ МПа}$$

Згідно з формулою внутрішній діаметр ділянки 1-2 головної магістралі при рекомендованій ДБН В.2.5-20-2001 швидкості руху газу $w=7\text{м/с}$ повинен бути не менше ніж:

$$d = 0.036238 \cdot \sqrt{\frac{V \cdot (273 + t)}{\overline{P} \cdot w}} = 0.036238 \cdot \sqrt{\frac{89 \cdot (273 + 20)}{0.104542 \cdot 7}} = 6.84 \text{ см}$$

V – витрата газу на ділянці, 89 м³/год;

t – температура газу, 20°C;

Користуючись даними про сортамент сталевих труб для ділянки 1-2 приймаємо діаметр d_y 50.

Попереднє визначення діаметрів ділянок системи внутрішньоцехових газопроводів низького тиску

№ Діл.	V м ³ /ГОД	L _{геом} м	R Па/м	ΔP _{РОЗР.} Па	P _п Па	P _к Па	P _с Па	P _с МПа	d см	D _{3xS} мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Головна магістраль										
1-2	89	20	28.3	566	3500	2934	3217	0.104542	6.84	d_y 50
2-3	45	21	-	594	2934	2340	2637	0.103962	4.37	d_y 40
3-4	25	12	-	340	2340	2000	2170	0.103495	3.97	d_y 40
		Σ=53		Σ=1500						
Відгалудження										
3-5	20	1	45,3	45.3	2340	2295	2317	0.103642	3.25	d_y 25
5-6	13	6.5	-	-	2295	2000	2147	0.103472	3.15	d_y 25
5-7	7	4	-	-	2295	2000	2147	0.103472	2.94	d_y 25
2-8	44	3.5	66.7	234	2934	2700	2817	0.104142	4.81	d_y 40
8-9	27	5	-	-	2700	2367	2533	0.103585	3.78	d_y 32
9-10	10	5.5	-	-	2367	2000	2183	0.103508	2.3	d_y 25
9-11	17	4.5	-	-	2367	2000	2183	0.103508	3	d_y 20
8-12	17	4.5	-	-	2700	2000	2350	0.103675	3	d_y 20

Після попереднього визначення діаметрів переходимо до визначення суми коефіцієнтів місцевих опорів на ділянках.

Коефіцієнти місцевих опорів для розрахунку внутрішньоцехових газопроводів низького тиску

Ділянка 1-2	Ділянка 2-3
6 поворотів на 90° $\xi=6*1.1=6.6$; трійник на прохід $\xi=1$; кран $\xi=2$; $\Sigma \xi=9.6$;	трійник на прохід $\xi=1$; поворот на 90° $\xi=1.1$; звуження $\xi=0.35$; $\Sigma \xi=2.5$;
Ділянка 3-4	Ділянка 3-5
звуження $\xi=0.35$; 3 повороти на 90° $\xi=3*1.6=4.8$;	трійник на поворот $\xi=1.5$; звуження $\xi=0.35$;

кран $\xi=2$; $\Sigma \xi =7$;	$\Sigma \xi =1.9$;
Ділянка 5-6 2 повороти на 90° $\xi=2*2.1=4.2$; кран $\xi=4$; звуження $\xi=0.35$; $\Sigma \xi =6.5$;	Ділянка 5-7 трійник на поворот $\xi=1.5$; поворот на 90° $\xi=2.2$; кран $\xi=4$; звуження $\xi=0.35$; $\Sigma \xi =8$;
Ділянка 2-8 трійник на прохід $\xi=1$; трійник на поворот $\xi=1.5$; $\Sigma \xi =2.5$;	Ділянка 8-9 звуження $\xi=0.35$; трійник на поворот $\xi=1.5$; $\Sigma \xi =1.4$;
Ділянка 9-10 2 повороти на 90° $\xi=2*2.1=4.2$; кран $\xi=4$; звуження $\xi=0.35$; $\Sigma \xi =6.5$;	Ділянка 9-11 трійник на поворот $\xi=1.5$; поворот на 90° $\xi=2$; кран $\xi=2$; звуження $\xi=0.35$; $\Sigma \xi =5.9$;
Ділянка 8-12 поворот на 90° $\xi=2$; звуження $\xi=0.35$; кран $\xi=2$; трійник на поворот $\xi=1.5$; $\Sigma \xi =5.9$;	

Визначаємо еквівалентні довжини ділянок та записуємо до таблиці.

$$L_d = \frac{d_{BH}}{11 \left(\frac{n}{d_{BH}} + 1922 \cdot \frac{v \cdot d_{BH}}{V} \right)^{0.25}} = \frac{5.3}{11 \left(\frac{0.01}{5.3} + 1922 \cdot \frac{14.3 \cdot 10^{-6} \cdot 5.3}{89} \right)^{0.25}} = 1.97 \text{ м}$$

d_{BH} - внутрішній діаметр, 5.3см;

n – еквівалентна абсолютна шорсткість стінки труби, 0.01мм;

ν – коефіцієнт кінематичної в'язкості середовища, $14.3 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$;

V – витрата, $89 \text{ м}^3/\text{год}$;

Для ділянки 1-2 вирішуємо обернену задачу гідравлічного розрахунку. За допомогою номограми знаходимо питому втрату тиску ділянки 1-2: **$R=25 \text{ Па/м}$** .

При розрахунковій довжині ділянки 39м фактичні втрати тиску становлять:

$$\Delta P = R \cdot L_d = 25 \cdot 39 = 972 \text{ Па/м}$$

Кінцевий тиск становить:

$$P_k = P_n - \Delta P = 3500 - 972 = 2528 \text{ Па}$$

Кінцевий розрахунок внутрішньоцехових газопроводів низького тиску

№ Діл.	V м ³ /ГОД	D _{3xS} , мм	d см	L _Г м	L _d м	$\Sigma \xi$	L _p м	R Па/м	ΔP Па	P _n Па	P _k Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Головна магістраль											
1-2	89	$d_y 50$	5.3	20	2.0	9.6	38.9	25	972	3500	2528
2-3	45	$d_y 40$	4.1	21	1.4	2.5	24.5	18	441	2528	2087
3-4	25	$d_y 40$	3.6	12	1.2	7	20	12	240	2087	1952
Відгалудження											
3-5	20	$d_y 25$	2.7	1	0.83	1.9	2.6	15	39	2087	2048
5-6	13	$d_y 25$	2.7	6.5	0.61	6.5	10.5	27	283	2048	1965
5-7	7	$d_y 25$	2.7	4	0.4	8	7.2	45	324	2048	1948
2-8	44	$d_y 40$	4.1	3.5	1.4	2.5	7	18	126	2528	2402
8-9	27	$d_y 32$	3.6	5	1.15	1.4	6.6	14	92	2402	2310
9-10	10	$d_y 20$	2.1	5.5	0.6	6.5	9.3	20	186	2310	2124
9-11	17	$d_y 25$	2.7	4.5	0.8	5.9	9.3	25	232	2310	2078
8-12	17	$d_y 25$	2.7	4.5	0.8	5.9	9.3	25	232	2402	2170

17-18	17,78	40	9,00	0,25	1,15	0,288	9,288	0,593	5,51
13-21	53,34	65	137,00	0,25	2,4	0,600	137,600	0,240	33,02
21-22	35,56	50	6,00	0,25	1,69	0,423	6,423	0,530	3,40
22-23	26,67	50	14,00	0,25	1,59	0,398	14,398	0,314	4,52
23-24	17,78	50	32,00	0,25	1,48	0,370	32,370	0,150	4,86
24-25	8,89	50	9,00	0,25	1,27	0,318	9,318	0,043	0,40
21-26	17,78	50	40,00	0,25	1,48	0,370	40,370	0,150	6,06
26-27	8,89	40	12,00	0,25	1,01	0,253	12,253	0,169	2,07
16-19	17,78	40	43,00	0,25	1,15	0,288	43,288	0,593	25,67
19-20	8,89	40	12,00	0,25	1,01	0,253	12,253	0,169	2,07
									27,74
,11-30	8,89	25	4,00	0,25	0,71	0,178	4,178	1,147	4,79
,12-31	17,78	32	4,00	0,25	0,97	0,243	4,243	1,476	6,26
,19-36	8,89	25	9,00	0,25	0,71	0,178	9,178	1,147	10,53
,12-31	17,78	25	4,00	0,25	0,79	0,198	4,198	4,143	17,39
									38,97
,11-30	8,89	40	4,00	0,25	1,01	0,253	4,253	0,169	0,72
,12-31	17,78	40	4,00	0,25	1,15	0,288	4,288	0,593	2,54
,11-30	8,89	25	4,00	0,25	0,71	0,178	4,178	1,147	4,79
,12-31	17,78	32	4,00	0,25	0,97	0,243	4,243	1,476	6,26
,10-11	151,13	100	27,00	0,25	3,81	0,953	27,953	0,344	9,62
Гідростатичний напір Нг = -11,0х(1,29-0,73)+1,5х(1,29-0,73)									-1,40
Втрати тиску на газовому приладі та лічильнику									11,50
Втрати тиску від точки 14 до точки 18									14,38

Розрахунок димовивідного тракту

Витрата газу котлами становить:

$$\sum V_{\Gamma} = n \cdot V = 10 \cdot 7,5 = 75 \text{ м}^3/\text{год.}$$

n - кількість котлів; $n=10$;

V - максимальна витрата газу одним котлом; $V=7,5 \text{ м}^3/\text{год.}$

Об'єм продуктів згоряння дорівнює:

$$V = \sum V_{\Gamma} (1 + \alpha \cdot V_0) = 75(1 + 1,5 \cdot 9,18) = 1107 \text{ м}^3/\text{год.}$$

α - коефіцієнт надлишку повітря;

V_0 - теоретично необхідна кількість повітря для спалювання 1 м³ газу, дорівнює:

$$V_0 = \frac{1.13 \cdot Q_p^H}{4.187} = \frac{1.13 \cdot 34}{4.187} = 9.18 \text{ м}^3$$

Q_p^H - нижча теплота спалювання газу; $Q_p^H = 34$ МДж/м³;

Розраховуємо діаметр димоходу:

$$D = \sqrt{\frac{V}{2826 \cdot w}} = \sqrt{\frac{1107}{2826 \cdot 3}} = 0.361 \text{ м}$$

w – швидкість руху продуктів спалювання; $w = 3 \text{ м/с}$ (природне спонукання);

Приймаємо сталеву прямошовну трубу діаметром $D_3 \times S = 377 \times 7 \text{ мм}$. Газохід теплоізолювано негорючим матеріалом – базальтовим волокном, товщиною $\sigma = 50 \text{ мм}$. Покривний шар – тонколистова оцинкована сталь товщиною $\sigma = 0.7 \text{ мм}$. Температура продуктів спалювання на виході із димаря перевищує температуру точки роси.

Сумарна довжина вертикальних ділянок $\sum H = 3.5$ (всередині цеху) + 2 (ззовні) = 5.5 м, що забезпечує видалення продуктів спалювання. Діаметр газоходу разом з ізоляцією дорівнює $D = 377 + 50 + 50 + 1.4 \approx 480 \text{ мм}$.

Опалення та вентиляція котельні

В приміщенні котельні проектом передбачено установку механічної припливної системи вентиляції з підігрівом повітря, яка розрахована для подачі повітря на згорання палива в котлах та додатковий постійно діючий трикратний обмін повітря в котельній залі.

Розрахунок вентиляції котельні.

Кількість повітря, яке необхідно для згорання 1 м³ газу при $\alpha = 1$:

$$V_0 = 9.794 \text{ м}^3/\text{м}^3,$$

Витрати природного газу на десять котлів 98,1 м³/год,

Кількість повітря на горіння при $\alpha = 1.20$, $t = 5^\circ\text{C}$

$$98,1 \times 9,794 \times 1,20 \times (273+5)/(273+20) = 1094 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$\text{Об'єм приміщення залу котельні : } V = 324 \text{ м}^3$$

$$\text{Трикатний обмін повітря за годину: } V = 324 \times 3 = 972 \text{ м}^3/\text{год.}$$

$$\text{Загальні витрати повітря : } V = 1094 + 925 = 2066 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Приплив повітря через одну припливну механічну установку з підігрівом – 2066 м³/год.

Кількість теплоти на нагрів припливного повітря (до +5 °С однієї установки дахової котельні:

$$2066 \times 1,25 \times 0,24 \times (5+22) \times 1,163/1000 = 19,46 \text{ кВт} \approx 20,0 \text{ кВт.}$$

Приплив:

- забезпечується за допомогою однієї регульованої механічної системи подачі повітря на горіння з підігрівом в калориферах припливних установок до +5°С.

Котельня зала обладнана повітряним опаленням приміщення, шляхом перегріву припливного повітря.

Температура припливного повітря з врахування навантаження повітряного опалення 7,0 кВт становить:

$$t_{\text{притока}} = 5 + ((7,0 \times 860)/(2020 \times 1,27 \times 0,24)) = 5 + 9,8 = 14,8 \text{ °С} \approx 15,0 \text{ °С.}$$

Система обладнана фільтром, вентилятором, калорифером, шумоглушником на заборі повітря, припливними решітками.

Витяжка:

природна витяжка через два дефлектори діаметром 500 мм.

$$\text{Площа витяжного отвору дефлектора: } 972/(2 \times (0,8 \times 0,85 \times 3600)) = 0,199 \text{ м}^2,$$

один дефлектор діаметром $D=500$ мм перерізом .

0,8 м/с – швидкість руху повітря в дефлекторі.

Витяжні системи обладнуються утепленими клапанами з відводом дренажу. Трубопроводи теплопостачання калориферів прийняті із сталеві водогазопровідної труби за ГОСТ 3262-75* (легкі).

При виникненні пожежі в котельній залі припливна вентиляція вимикається.

Теплова потужність власних потреб котельні (опалення + вентиляція котельної зали) становить $20,0 + 7,0 = 27,0$ кВт.

Водопідготовча установка котельні

Об'єм системи теплопостачання – 7,130 м³.

Розрахунковий об'єм та якість води для підживлення системи теплопостачання повинна відповідати вимогам ДБН В .2.5-39:2008, п.15.1 ÷15.2; ДНАОП 0.00-1.26-96, п. 13.5; «Правил технічної експлуатації теплових установок і мереж», наказ Мінпалива та енергетики України від 14.02.2007 року, № 71, п. 6.8.

Розрахункова витрата хімоочищеної води для підживлення теплової системи – $7,130 \times 0,75 / 100 = 0,05348$ м³/год.

Розрахункова витрата сиріої води для аварійного підживлення теплової системи – $7,130 \times 2 / 100 = 0,143$ м³/год.

Середньорічний витік теплоносія з водяних теплових мереж не повинен перевищувати 0,25% обсягу води з мережі у робочому режимі й приєднаних до неї систем тепло споживання за годину не залежно від схеми їх приєднання, п. 6.3.76 «Правил технічної експлуатації теплових установок і мереж», наказ Мінпалива та енергетики України від 14.02.2007 року, № 71.

Середньорічна розрахункова витрата підживлювальної води: $7,130 \times 0,25 / 100 = 0,0178$ м³/год. Для зменшення фактичної величини підживлення в котельні встановлена якісна запірно-регулююча арматура.

Розрахункова витрата підживлювальної води

№ п/п	Найменування споживача		Витрати води		
			м ³ /год	м ³ /добу	м ³ /рік
1	Котельня	підживлення системи хімоочищеною водою	0,0178	0,427	90,722
2		аварійне підживлення системи сиріою водою	0,143	0	0

Якість мережної і підживлювальної води нормується за показниками:

- табл.1, п. 13.5 «Правил будови і безпечної експлуатації парових котлів з тиском пари не більше 0,07 МПа (0,7 кгс/см²), водогрійних котлів водопідігрівачів з температурою нагріву води не вище 115 °С, ДНАОП 0.00-1.26-96
- п. 6.8.8 «Правил технічної експлуатації теплових установок і мереж», наказ Мінпали-ва та енергетики України від 14.02.2007 року, № 71 - для підживлення теплових ме-реж,
- п. 6.8.9 «Правил технічної експлуатації теплових установок і мереж», наказ Мінпали-ва та енергетики України від 14.02.2007 року, № 71 – для мережної води теплових мереж.
- вимоги фірми - виробника котла.

№ п/п	Найменування показника	Одиниця виміру	ДНАОП 0.00-1.26-96	ПТЕ теплових установок і мереж	
			п. 13.5	п. 6.8.8	п. 6.8.9
1	Карбонатна твердість	мг-екв/кг	0,7		
2	Розчинений кисень	мг/кг	0,1	0,05	0,02
3	Вільна вуглекислота	мг/кг	-	0	0
4	рН		-	8,3÷9,5	8,3÷9,5
5	Завислі речовини	мг/кг	5	5	5
6	Залишкова загальна твердість	мг-екв/кг	0,1		
7	Масла і нафтопродукти	мг/кг	0,1	1,0	1,0
8	Карбонатний індекс	(мг-екв/кг) ²		3,0	3,2
9	Уміст заліза	мг/кг			0,5

Вода комунального водогону відповідає вимогам ДержСанПіНу «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого питного господарчо-питного водопроводу» від 13.12.2874-82, № 383.

Для приведення якості води у відповідність з вимогами ДНАОП 0.00-1.26-96 передбачена обробка води:

- хімічне пом'якшення підживлювальної води по способу натрій - катіонування в автоматичній водоочисній установці "FU 0835 –Cab-GL/SL", компанії "Ekosoft", США.

Розрахунок натрій - катіонної водоочисної установки FU-0835-CAB-GL/SL

№ п/п	Розрахункові показники	Одиниця виміру	Величина
1	Продуктивність фільтрів середня в годину	л/год	17,8
2	Об'єм катіоніту (смоли) одного фільтру, V_k	л	18
3	Ємність фільтру по даним фірми-виробника, $E_{Na} \times f_{Na} \times H_{сл}$	г-екв	18
4	Кількість фільтрів в роботі, а	шт	1
5	Загальна жорсткість вихідної води, $Ж_3$	мг-екв/л	3,8
6	Кількість солей жорсткості, які видаляються на натрій-катіонітних фільтрах $A=24 \times Ж_3 \times Q_{Na}$	г-екв/добу	1,892
7	Число регенерацій кожного фільтру в добу $n=A/E_p^{Na} \times f_{Na} \times H_{сл} \times a$	1/добу	0,105
8	Витрата 100% солі на одну регенерацію фільтра: по даним фірми-виробника Q_c^{Na}	кг/рег	3,00
9	Добова витрата технічної солі на регенерацію фільтру $Q_{тс} = Q_c^{Na} \times n \times a \times 100/93$	кг/добу	0,013
10	Витрати води на одну регенерацію фільтру $Q_{вп}$	л/рег	300
11	Витрати води середні за годину на власні потреби натрій-катіонітних фільтрів $Q_{вп}^{год} = Q_{вп} \times a \times n/24$	л/год	1,314
12	Міжрегенерацийний період роботи фільтрів $T=24/n-t_{рег}$	годин	226,8
13	Тривалість регенерації, $t_{рег}$	годин	1,5
14	Теоретична кількість солі, який потрібна на одну регенерацію фільтру $[NaCl]=58,44 \times E_p^{Na} \times f_{Na} \times H_{сл}$	г/рег	1052
15	Надлишок солі, який скидається за одну регенерацію фільтру $\Delta[NaCl]=Q_c^{Na}-[NaCl]$	г/рег	1948
16	Кількість солей жорсткості, яка скидається в дренаж за одну регенерацію фільтру $Ж_c = E_p^{Na} \times f_{Na} \times H_{сл}$	г-екв/рег	18
17	Кількість $CaCl_2$, яка скидається в дренаж за одну регенерацію фільтру $[CaCl_2]= Ж_c \times \alpha_{Ca}$	г-екв/рег	12,91
18	Доля солей кальція в загальному об'ємі скидів, α_{Ca}	-	0,717

19	Кількість $MgCl_2$, яка скидається в дренаж за одну регенерацію фільтру $[MgCl_2]=Ж_c \times \alpha_{Mg}$	г-екв/рег	5,094
20	Доля солей магнія в загальному об'ємі скидів, α_{Mg}	-	0,283
21	Кількість $CaCl_2$, яка скидається в дренаж за одну регенерацію фільтру $[CaCl_2]=55,5 \times [CaCl_2]$	кг/рег	0,716
22	Кількість $MgCl_2$, яка скидається в дренаж за одну регенерацію фільтру $MgCl_2]=47,6 \times MgCl_2]$	кг/рег	0,242
23	Загальна кількість солей $NaCl$, $CaCl_2$, $MgCl_2$, яка скидається в дренаж за одну регенерацію фільтру	кг/рег	2,907
24	Концентрація хлоридів в воді, яка скидається в дренаж від водопідготовки	мг/дм ³	9689
25	Добова загальна кількість солей $NaCl$, $CaCl_2$, $MgCl_2$, яка скидається в дренаж	кг/добу	0,306
26	Добова витрата води на регенерацію фільтра	м ³ /добу	0,032
27	Кількість хімічно очищеної води за одну регенерацію	м ³	4,706
28	Кількість води для доведення залпового викиду солей $NaCl$, $CaCl_2$, $MgCl_2$, які скидаються в дренаж за одну регенерацію фільтру водопідготовки, до концентрації 240 мг/дм ³	м ³ /рег	12,112
29	Кількість регенерацій за холодний період року 176*n		18,50
30	Кількість регенерацій за теплий період (365-176) днів		0,78
31	Кількість регенерацій за рік	рег/рік	19,28
32	Річна витрата води на регенерацію фільтрів	м ³ /рік	5,784
33	Річна витрата очищеної води на підживлення	м ³ /рік	90,722
34	Річна витрата води на технологічні потреби котельні	м ³ /рік	96,506

Зовнішнє електропостачання

Електропостачання котельні здійснюється по другій категорії від двох незалежних джерел напругою ~380/220В 50Гц п'ятижильними кабелями (три фази, нейтраль та земля), які підводяться до щита вводу котельні ЩВК.

Електропостачання теплопункту здійснюється по другій категорії від двох незалежних джерел напругою ~380/220В 50Гц п'ятижильними кабелями (три фази, нейтраль та земля), які підводяться до щита вводу теплопункту ЩВТ..

Проектування кабельних ліній електропостачання котельні до щита вводу в котельню ЩВК та кабелів електропостачання теплопункту до щита вводу ЩВТ виконується проектною організацією по окремому договору з замовником.

Основні технічні показники електропостачання: щита вводу котельні ЩВК

Встановлена потужність, кВт	27.8
Розрахункова потужність , кВт	25.5
Напруга мережі живлення, В	~380/220
Розрахунковий струм, А	48.3
Cos	0,78

Основні технічні показники електропостачання: щита вводу тепловпункту ЩВТ

Встановлена потужність, кВт	5.28
Розрахункова потужність , кВт	5.28
Напруга мережі живлення, В	380/220
Розрахунковий струм, А	10.8
Cos	0,78

До електроприймачів щита вводу котельні ЩВК відносяться:

- щит автоматики котельні ЩАК;
- щит автоматики каскаду котлів ЩА1;
- щит автоматики каскаду котлів ЩА2;
- щит автоматики каскаду котлів ЩА3;
- щит автоматики каскаду котлів ЩА4;
 - щит автоматики каскаду котлів ЩА5;
 - робоче освітлення котельні та розетки;
 - аварійне освітлення котельні з блоком безперебійного живлення;
 - ремонтне освітлення котельні;
 - контрольне вибухобезпечне освітлення котельні;
 - живлення сигналізатора газового;
 - живлення сигналізації аварійної котельні місцевої
 - вентиляційне-опалювальної системи.

До електроприймачів щита автоматики котельні ЩАК відносяться:

- автоматика насосів підживлення котельні ;
- автоматика керування мережевих насосів контуру котельня –

тепловий пункт;

- автоматика керування насосів власних потреб котельні ;
- лічильники тепла контурів опалення та гарячої води окремо.

До електроприймачів щита автоматики ЩА1 відносяться:

- автоматика каскадного керування п'яти котлів опалення К1.1-К1.5;
- автоматика котлів К1-.1-К1-5;
- автоматика керування насосів котлів К1.1-К1.5.

До електроприймачів щита автоматики ЩА2 відносяться:

- автоматика каскадного керування п'яти котлів опалення К1.6-К1.10;
- автоматика котлів К1.6-К1.10;
- автоматика керування насосів котлів К1.6-К1.10.

До електроприймачів щита автоматики ЩА3 відносяться:

- автоматика каскадного керування чотирьох котлів опалення К1.11-К1.14;
- автоматика котлів К1.11-К1.14;
- автоматика керування насосів котлів К1.11-К1.14.

До електроприймачів щита автоматики ЩА4 відносяться:

- автоматика каскадного керування чотирьох котлів опалення К1.15-К1.18;
- автоматика котлів К1.15-К1.18;
- автоматика керування насосів котлів К1.15-К1.18.

До електроприймачів щита автоматики ЩА5 відносяться:

- автоматика каскадного керування чотирьох котлів для гарячої води К1.19-К1.22;
- автоматика котлів К1.19-К1.22;
- автоматика керування насосів котлів К1.19-К1.22;
- автоматика керування насосами гарячого водопостачання (насоса мережної води, насоса загрузки бойлера та насоса циркуляції гарячої води).

До електроприймачів щита вводу теплопункту ЩВТ відносяться:

- щит автоматики теплопункту ЩАТ;
- робоче освітлення теплопункту та розетки;
- аварійне освітлення теплопункту з блоком безперебійного живлення;

До електроприймачів щита автоматики теплопункту ЩАТ відносяться:

- автоматика погодо залежного керування контуром опалення будівлі;
- керування насосом контуру опалення:

-автоматика приготування гарячоїводи ;

- керування насосами приготування гарячої води.

Розподільчі силові мережі прийняті радіальними і виконуються мідними силовими кабелями розрахункового перерізу. Кабелі прокладаються в гофрукавах з кріпленням скобами , в коробах пластмасових по стінах, на електромонтажних лотках металевих.

Захисні засоби

1. Зовнішній існуючий контур заземлення будівлі, поєднується зваркою з шиною заземлення котельні в двох точках.
2. Перед здачею котельні в експлуатацію необхідно заміряти значення опору заземлюючого пристрою згідно з вимогами п. 1.8.36 ПУЕ. Це значення не повинне перевищувати 4 Ом.
3. Шина заземлення котельні із сталі перерізом 40x4мм прокладається по стінах на висоті 0.8 м .
4. Шина заземлення поєднується зваркою з щитами живлення ЩЖК та ЩЖТ.
5. Заземлення котла прокладається по підлозі сталевую половою перерізом 40x4 мм і з'єднується зваркою з шиною заземлення.
6. Живлення щита ЩЖК виконується по двох незалежних вводах п'яти жильними кабелями (три фази, нейтраль та “ земля ”). Земельні жили кабелів поєднуються з корпусом щита ЩЖК болтовим з'єднанням.
7. Заземлення котла, насосів, клапанів виконується по кабелям їх живлення від щита ЩЖК.
8. Секції лотків електромонтажних металевих являються продовженням шини заземлення і монтуються між собою болтовими з'єднаннями . До шини заземлення лотки поєднуються мідним багатожильним проводом під болтове з'єднання в декількох точках.

9. Усі струмопровідні металеві частини обладнання, металеві конструкції, стаціонарно прокладені газопроводи і трубопроводи виробничого призначення заземлюються на контур заземлення.
10. Згідно з ДНАОП 0.00-1.29-97 для відведення статичної електрики електропровідне обладнання, трубопроводи, димоходи повинні являти собою безперервний електричний ланцюг, приєднаний в межах котельні до контуру заземлення.
11. Блискавкозахист котельні, димових труб, вентиляційної труби виконується стрижньовим.
12. Згідно з ДСТУ Б В.2.5-38:2008 заземлення блискавкозахисту поєднується з заземленням будівлі не менш ніж у двох точках.
13. Згідно ДСТУ Б В.2.5-38:2008 для захисту котельні від повторних проявів блискавки металеві корпуси обладнання заземлюються і в місцях зближення на відстань меншу 10 см виконуються перемички зваркою сталевую проволокою діаметром на менше 5 мм².
14. Згідно ДСТУ Б В.2.5-38:2008 захист від заносу високих потенціалів по підземним та наземним комунікаціям та трубопроводам виконується приєднанням їх на вході в будівлю зваркою до заземлення.

Електроосвітлення.

Згідно з ДБН В.2.5-77: 2014 “Котельні” в приміщенні котельної зали передбачаються такі види електроосвітлення:

- робоче освітлення приміщення котельні напругою 220 В, 50 Гц;
- аварійне освітлення приміщення котельні від блока безперебійного живлення напругою 220 В, 50 Гц;
- контрольне вибухобезпечне освітлення котельні напругою 220В, 50 Гц;
- розетки напругою 220 В, 50 Гц,
- ремонтне, напругою 12В, 50 Гц.

Робоче освітлення приміщення передбачено пило вологозахищеними світильниками. Керування освітленням здійснюється вимикачами, встановленими в приміщенні котельні біля входу. Світильники кріпляться на лотках металевих з розводкою живлення в них та до стін з розводкою живлення в лотках пластмасових та в металорукавах.

Стаціонарне аварійне освітлення від блоку безперебійного живлення та освітлення від переносного акумуляторного ліхтаря світлодіодного вибухобезпечного, який має внутрішній пристрій автоматичної підзарядки.

Ремонтне освітлення виконується від ліхтаря переносного з лампочкою напругою 12В. На щиті ЩВТ розміщена розетка з напругою 12В від понижуючого трансформатора.

Контрольне вибухобезпечне освітлення основних проходів котельні та газорозподільчого пункту у виконанні для вибухонебезпечних зон класу 2 і вибухонебезпечної суміші категорії ПА, групи Т1 напругою 220 В, 50 Гц. Контрольне освітлення одержує живлення зі щита ЩВК., розташованого за межами котельні. Герметичні вимикачі контрольного освітлення розташовані зовні котельні біля входу. Кабелі між щитом живлення, світильниками і вимикачами суцільні марки ВВГ нг з.

В котельні встановлюється розетка на 220В, 50 Гц з захисним заземлюючим контактом, живлення якої виконується від автоматичних вимикача з диференційним захистом.

Розрахункові величини освітленості прийняті згідно ДБН В.2.5-28-2008.

Освітленість приміщення котельні 100 лк.

В приміщенні теплопункту передбачаються такі види електроосвітлення:

- робоче освітлення приміщення теплопункту напругою 220 В, 50 Гц;
- аварійне освітлення приміщення теплопункту від блоку безперебійного живлення напругою 220 В, 50 Гц;
- розетки напругою 220 В, 50 Гц,

Автоматизація котельні **Загальна частина**

В даному розділі проекту вирішуються питання автоматизації обладнання котельні та індивідуального тепlopункту торгівельно-розважального центру по вул. Салютній м. Києва. Котельня обладнана десятьма газовими конденсаційними котлами компанії Wolf серії CGB-100, тепловою потужністю по 91,9 кВт кожний : два паралельних каскада по 4 котла з погодо залежним регулюванням забезпечують опалення та вентиляцію будівлі, окремий каскад з двох котлів використовується для приготування гарячої води. В тепlopункті контури вентиляції забезпечують потрібну постійну температури, контури опалення регулюють температуру в залежності від погоди.

Основні переваги каскадної системи опалення:

- 1) підвищення надійності (якщо виходить з ладу один котел, то інші можуть частково або повністю покрити необхідну теплове навантаження);
- 2) спрощення монтажу, ремонту та експлуатації (окремі елементи каскаду набагато простіше доставити на місце і змонтувати, ремонтувати ніж один котел великої потужності).
- 3) підвищення економічності (звичайні котли втрачають досить багато ефективності при роботі на частковій потужності).

Газові конденсаційні котли компанії Wolf серії CGB-100, що випускаються в рамках енергозберігаючих систем Wolf, завдяки поєднанню високоефективного теплообмінника з алюмінієвого сплаву з енергоефективним пальником з попереднім змішуванням забезпечується пропорційний режим роботи з плавним регулюванням по тужності кожного котла в діапазоні від 17 до 91,9 кВт з оптимальним часом роботи пальника, що є важливою особливістю для економного використання енергії протягом всього опалювального періоду.

Здатність котлів з модульованими пальниками знижувати витрата палива називають коефіцієнтом робочого регулювання пальника (тобто відношення

максимальної теплової потужності котла до мінімальної) Цей коефіцієнт для одного котла 17:91,9, а для каскаду з восьми котлів - 17: 919.

В котельні використовуються циркуляційні насоси з електронним регулюванням Wilo Yonos MAXO На корпусі насоса розміщений регулюючий модуль, що забезпечує підтримку перепаду тиску на насосі на заданому рівні. Насос плавно підлаштовується під не-обхідну потужність теплової системи. Основні переваги електронного регулювання:

- економія енергії при одночасному скороченні експлуатаційних витрат;
- зменшення рівня шумів від протікання рідини;
- не потрібні клапани скидання тиску.

В розділі містяться рішення по теплотехнічному контролю, автоматичному регулюванню, сигналізації та керуванню електроприводами котельні та теплопункту, що проектуються, в обсязі достатньому для надійної, економічної та безаварійної експлуатації, а також такому, що забезпечує можливість аналізу роботи обладнання.

Підставою для виконання даного розділу проекту є:

- технічне завдання на проектування даного розділу;
- завдання технологів теплотехнічної частини;
- технологічні, будівельно - архітектурні креслення;
- нормативні документи для проектування.

Даний розділ проекту виконано у відповідності з вимогами нормативних документів:

- ДБН В.2.5-77: 2014 “ Котельні ”;
- ДБН В.2.5-20-2001 ” Газопостачання ”;
- ДНАОП 0.00-1.26-96 Правила будови і безпечної експлуатації парових котлів з тиском пари не більше 0,07 МПА (0,7кгс/см²), водогрійних котлів і водопідігрівачів з температурою нагріву води не вище 115°C
- ”Правила улаштування електроустановок” ПУЕ (2014).

Теплотехнічний контроль

Прилади теплотехнічного контролю обрано у відповідності з функціями поділяються на:

- датчики, вимірювальні параметри роботи котельні для автоматичного регулювання режимів роботи, які входять до складу обладнання пристроїв автоматики котлів фірми WOLF.
- показувальні прилади, спостереження за якими необхідно для правильного ведення встановлених режимів технологічного процесу та здійснення передпускових операцій (манометри, термометри по воді та манометри по газу);
- датчики, контролюючі параметри, зміна яких може привести до аварійного стану обладнання (тиску води, газу та димових газів, рівня води в котлі);
- два електронні теплові лічильники ЛВТЕ-3С ТОВ «КатрЛесс» окремо на систему опалення, вентиляції та на систему гарячого водопостачання.

Котельня та теплопункт обладнані приладами теплотехнічного контролю в обсязі ДБН В.2.5-77: 2014 “ Котельні” та ДБН В.2.5-20-2001 ”Газопостачання”.

Автоматичний контроль.

В котельній залі щити автоматики розміщені щити автоматики:

- щит автоматики котельні ЩАК ;
- щит автоматики першого каскаду чотирьох котлів опалення ЩА1;
- щит автоматики другого каскаду чотирьох котлів опалення ЩА2;
- щит автоматики каскаду двох котлів гарячої води ЩА3;

Автоматичні пристрої щита живлення котельні ЩАК забезпечують:

- підтримку тиску у зворотному трубопроводі системи опалення та системи гарячого водопостачання в заданих межах;
- керування насосами підживлення водою та включення резервного ;
- підтримку рівня води в баку очищеної води;
- погодо залежне керування контуром опалення котельні (власних потреб) блоком погодо залежного керування опаленням ТРМ 32 фірми «Овен».

Щити автоматики ЩА1 та ЩА2 включають в себе автоматику регулювання фірми Wolf:

- модуль керування ВМ (виконує функцію погодо залежного регулятора);
- модуль керування каскадом КМ (керування системою з чотирьох котлів , підключених на гідрострілку);

Щит автоматики ЩА3 включають в себе автоматику регулювання фірми Wolf:

- модуль керування ВМ (програми для режимів гарячої водопідготовки);
- модуль керування каскадом КМ (керування насосами бойлера через датчик температури бойлера.);
- реле часу для періодичного включення насоса циркуляції гарячої води.

В теплопункті встановлений щит автоматики теплопункту ЩАТ, який забезпечує погодо-залежне керування опаленням будівлі блоком погодо залежного керування опаленням ТРМ 32 фірми «Овен».

Автоматика безпеки та технологічний захист

Схема автоматики захисту котла забезпечує відключення котла з сигналізацією на дисплей при виникненні аварійних ситуацій:

- сигнал наявності полум'я при запуску котла відсутній (згасання факелу пальника);
- затухання полум'я при роботі пальника;
- перевищена температура подачі котла;
- перевищена межа спрацювання датчика температури димових газів;
- тиск газу на ввіді в котел нижче норми;
- тиск води в котлі низький;
- температура газів в котлі висока;
- зникнення електроживлення котла;

- несправний вентилятор;
- контроль потоку води (температура зворотна більша температури подачі).

З виходу «загальна аварія» контролера котла видається повний сигнал «Аварія котла» з світловою індикацією на щиті ЩА1 (ЩА2). З щита ЩА1 (ЩА2) загальний сигнал аварії каскаду котлів поступає на місцеву сигналізацію котельні.

Пуск котла здійснюється після виявлення причин аварії, усунення несправності та зняття блокіровок в ланках захисту котлів.

Схемою автоматики котельні передбачено відключення подачі газу на котли та живлення припливної вентиляції котельні при:

- спрацюванні систем контролю і сигналізації загазованості приміщення котельні;
- спрацюванні системи пожежної сигналізації;
- при порушенні електропостачання.

Розрахунок блискавко захисту

У відповідності з ДСТУ Б В.2.5-38:2008 «Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд», комплекс відноситься до II рівня блискавкозахисту.

Заходи по блискавкозахисту продувних трубопроводів і газопроводів безпеки передбачено у відповідності ДСТУ Б В.2.5-38:2008 «Улаштування блискавко захисту будівель і споруд».

Блискавко захист виконаний у виді окремо стоячого стержневого блискавковідводу. Визначити необхідну висоту блискавковідводу для створення зон захисту типів А і Б. Значення $h_x = 5,5$ м, а значення $R_x = 14$ м.

Розрахунок:

1. Визначаємо необхідну висоту стержневого блискавковідводу h для зони захисту типу Е.

$$h = \frac{R_x + 1,63h_x}{1,5} = \frac{14 + 1,63 \cdot 5,5}{1,5} = 15,3 \text{ м.}$$

2. Орієнтуючись на типові конструкції, приймаємо висоту стержневого блискавководводу $h = 2,5$ м. Тоді на виході $h_x = 5,5$ м радіус зони захисту типу А дорівнює:

$$R_x = (1,1 - 0,002h)(h - h_x / 0,85) = (1,1 - 0,002 \cdot 2,5) \cdot (2,5 - 5,5 / 0,85) = 19,46 \text{ м} > R_x = 14 \text{ м}.$$

Аварійна сигналізація котельні

Котельня, що проектується, працює без постійної присутності обслуговуючого персоналу.

Проектом передбачається:

- газова сигналізація котельні (газосигналізатор «Варта 1-03-13»)
- місцева аварійна світлова сигналізація котельні, яка виводиться на пульт сигналізації котельні місцевий «Сигнал 1» ;
- диспетчерська світлозвукова сигналізація виводиться на пульт диспетчерської сигналізації «Сигнал 2» котельні, який знаходиться в приміщенні з постійно чергувальним персоналом. Пульт «Сигнал 2» дублює сигнали пульта «Сигнал -1».

Газова сигналізація

Газова сигналізація виконується сигналізатором «Варта 1-03.13». Живлення сигналізатора здійснюється від блока безперебійного живлення щита вводу в котельню ЩВК, який забезпечує першу категорію живлення. Щит ЩВК та сигналізатор «Варта 1-03.13» знаходяться за межами котельні. Сигнали загазованості від вибухобезпечних датчиків по метану , окису вуглецю та температурних датчиків на випадок підвищеної температури в приміщенні (пожежна безпека).

Пульти аварійної сигналізації котельні.

Котельня має місцевий пульт аварійної сигналізації «Сигнал-1». Сигнали з місцевого пульта аварійної сигналізації передаються трижильним кабелем на пульт

дистанційної аварійної сигналізації «Сигнал-2», який знаходяться в приміщенні з постійно чергу вальним персоналом.

Всі пульти аварійної сигналізації мають вбудований блок безперебійного живлення, забезпечуючи першу категорію їх живлення.

Аварійна сигналізація котельні включає в себе сигнали :

- загазованості котельні , який поступає від газосигналізатора;
- аварії каскаду котлів опалення №1;
- аварії каскаду котлів опалення №2;
- аварії каскаду котлів приготування гарячої води;
- аварії системи підживлення водою (аварійно низький рівень води в баку запасу води з відключенням аварія насоса підживлення);
- аварійного відхилення тиску води від норми в зворотному трубопроводі (аварійно низький чи аварійно високий тиск);
- аварійного відхилення тиску газу в газопроводі на вході в котельню (аварійно низький чи аварійно високий тиск);
- аварії насосів контурів циркуляції котельні;
- несанкціонованого відкриття дверей котельні;
- температура приміщення котельні низька;
- сигнал пожежі (від пожежної сигналізації будівлі);
- аварії насосів циркуляції до теплопункту;
- відсутність живлення щита вводу котельні ЩВК.

Пожежна сигналізація

Проектна котельня обладнується автоматичною пожежною сигналізацією. В пожежних зонах необхідно встановити теплові автоматичні пожежні сповіщувачі.

При спрацюванні автоматичної пожежної сигналізації передбачається:

- закриття відсічного клапана на загальному газопроводі на ввіді в котельню;
- відключення вентиляційних систем;

- видачу сигналу на щит сигналізації Сигнал 1ДВ;

Для припливної системи П1 передбачається:

- погоду залежне управління системою вентиляції;
- керування та контроль роботи припливних та витяжних вентиляторів;
- заблоковане з припливним вентилятором керування засувкою зовнішнього повітря;
- в холодний період року - регулювання температури припливного повітря шляхом управління клапаном на теплоносії за допомогою контролера;
- контроль забруднення фільтрів;
- захист теплообмінника від замерзання;
- відключення вентиляційних систем при пожежі;
- стан вентиляторів і технологічного обладнання відображено світловими індикаторами;
- для управління та контролю за роботою системи вентиляції приймаємо
- контролер типу Аероклім 8 plus, протокол передачі даних ModBus RTU, інтерфейс RS485;
- управління здійснюється зі щитів автоматичного управління ЩАУ № 1.

Автоматизація вузла обліку тепла.

Система обліку теплоспоживання розроблена для встановлення двох вузлів обліку тепла для систем тепло споживання на об'єкті «Будівництво торговельно - розважального центру з адміністративними приміщеннями та паркінгом по вулиці Салютна, в Шевченківському районі м. Києва» : вузла обліку тепла , яке постачається до теплопункту та вузла обліку тепла на гаряче водопостачання.

Вузли обліку тепла встановлюються для можливості вимірювання кількості те-плоти, яку виробляє котельня.

Вузли обліку встановлюються в котельній залі, прийнятий тип теплотічильника ЛВТЕ-3с ТОВ "Катр Лесс", внесений до Держреєстру України за № 1100-02. Лічиль-ник фіксує порушення роботи системи теплоспоживання, час

відключення живлення приладу, несанкціоноване втручання в процес обліку теплової енергії.

До комплекту кожного теплолічильника входять:

- два первинних вимірювальних перетворювача ІVK-1;
- вимірювально-обчислювальний блок ІВБ ;
- комплект з двох термоперетворювачів опору ТСМ-1288М;
- дві захисні гільзи для встановлення термоперетворювачів.

Принцип роботи теплолічильника заснований на вимірюванні сигналів, які надходять з первинних перетворювачів (датчиків) витрат води і температури в подавальному та зворотному потоках води та обробці результатів вимірювання вимірювальним перетворювачем.

Теплолічильник забезпечує вимір і індикацію наступних параметрів системи теплопостачання:

- вимір витрати теплоносія в прямому і зворотному трубопроводах тепломережі за допомогою перетворювача первинного виміру ($\text{м}^3/\text{год}$);
- сумарний підсумок кількості теплоносія в прямому і зворотному трубопроводах тепломережі, м^3 ;
- вимір температури теплоносія в прямому і зворотному трубопроводах ($^{\circ}\text{C}$);
- різниця температур теплоносія у подавальному та зворотному трубопроводах ($^{\circ}\text{C}$);
- сумарний наростаючий підсумок кількості тепла, ГДж та Гкал.

Теплолічильник ЛВТЕ-3с забезпечує обчислення спожитої кількості тепла з використанням значень масової витрати і різниці ентальпії теплоспоживання в подавальному і зворотному трубопроводах.

Теплолічильник ЛВТЕ-3с фіксує у внутрішній пам'яті приладу годинні значення параметрів системи за останній місяць та добові значення параметрів за останній місяць та добові значення параметрів за останній рік роботи приладу. Час зберігання статичної інформації не обмежується.

Система обліку теплоспоживання розроблена для встановлення вузла обліку тепла для систем тепло споживання на об'єкті.

Аварійна сигналізація теплового пункту

В теплопункті передбачається:

- місцева аварійна світлова сигналізація теплопункту, яка виводиться на пульт сигналізації котельні місцевий «Сигнал 1» ;
- диспетчерська світлозвукова сигналізація теплопункту виводиться на пульт диспетчерської сигналізації «Сигнал 2» котельні, який знаходиться в приміщенні з постійно чергувальним персоналом. Пульт «Сигнал 2» дублює сигнали пульта «Сигнал -1».

Аварійна сигналізація теплопункту включає в себе сигнали :

- аварії насоса контурів опалення будівлі;
- несанкціонованого відкриття дверей теплопункту ;
- температура приміщення теплопункту низька;
- аварійного відхилення тиску води від норми в зворотному трубопроводі (аварійно низький чи аварійно високий тиск).

Монтаж та експлуатація приладів та електроапаратури

Встановлення та монтаж первинних приладів і відбірних пристроїв необхідно проводити по типовим кресленням і конструкціям Головомонтажавтоматики.

Креслення типових конструкцій проектною організацією замовнику не видаються, згідно ДБН А.2.2-3:2012

Прокладка імпульсних ліній і кабелів здійснюється згідно схем електричних підключень і розташування у відповідності діючим матеріалам Головомонтажавтоматики.

Під час монтажу приладів і апаратури слід також керуватись інструкціями заводів і фірм, які виробляють цю апаратуру.

Експлуатація приладів і апаратури повинна проводитись у повній відповідності з інструкціями заводів, що їх виготовляють.

Щити, прилади і апаратура, до яких підводиться електричне живлення, повинні бути надійно заземлені.

Монтаж захисного заземлення виконати згідно "Инструкции по монтажу захисного заземления электроустановок систем автоматизации" ТИ4. 25088.17000.

Іскробезпечні кабелі з'єднань датчиків газової сигналізації монтувати окремо від інших електричних кабелів.

Прокладання газопроводів на покриттях будівель

Допускається передбачати прокладку газопроводів по негорючих покриттях будинків I і II ступеней вогнестійкості. Газопроводи, при прокладці по покриттях будинків, повинні розміщуватися на опорах, висота яких забезпечує зручність монтажу та експлуатації газопроводу, але не менше 0,5 м. Для обслуговування арматури, розміщеної на газопроводах, повинні передбачатися площадки із негорючих матеріалів зі східцями. Газопровід не повинен погіршувати умови вентиляції та освітлення будинків, які мають на дахах ліхтарі.

Протипожежні заходи

Приміщення котельної зали на відмітці +8,800 відносяться до II-ї ступені вогнестійкості, категорії "Г" по пожежній безпеці.

Протипожежні заходи виконано відповідно з вимогами ДБН В.1.1-7-2002 "Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва".

Шлях евакуації забезпечується двома виходами з котельної зали.

В місцях проходу комунікацій через стіни та перекриття передбачається щільне закладання неспалимими матеріалами.

Площа легко скидних огорожувальних конструкцій в приміщенні котельної зали забезпечується віконним прорізом з одинарним заскленням, з розрахунку 0,05 м² на 1 м³ об'єму приміщення котельної зали, (об'єм котельні – 324 м³, необхідна площа – 16,2 м². Товщина скла – 3 мм.

Димові труби виведені на рівень +15,5 м згідно розрахунків розсіювання шкідливих викидів в атмосферу (дивись окремий розділ проекту).

Всі матеріали, включно теплоізоляцію, з яких ведеться монтаж в котельні вогнестійкі.

В приміщенні котельної зали встановлено датчики загазованості природним та чадним газами, з виводом сигналу до приміщення з постійним перебуванням чергового персоналу. Електроприлади відповідають класу пожежної безпеки приміщення.

При аварійних відхиленнях технологічного процесу та при загазованості приміщення автоматично припиняється подача газу в котельню та на пальники котлів.

При виникненні пожежі в приміщенні котельні передбачено автоматичне відключення припливної системи вентиляції.

В приміщенні котельні запроектовані пожежні крани.

В приміщенні котельні передбачені первинні засоби пожежогасіння.

Охорона праці та техніка безпеки в газовому господарстві

Основним завданням в експлуатації систем газопостачання являється безперебійна і надійна подача газу споживачам. Відповідальними за виконання вказаного є керівники газових служб. У кожному підприємстві газового господарства для працівників, які зайняті експлуатацією, повинні бути складені та затверджені в установ-леному порядку.

Інструкції по безпечних методах роботи.

Для працівників, які працюють на пожеже небезпечних ділянках є інструкції по про-типожежній безпеці. Розробляють ці інструкції на підставі типових інструкцій з вра-хуванням особливостей газового господарства та вимог „Положення по розробці ін-струкцій по охороні праці ”, затвердженого наказом Держпромгїрнагляду України 29.01.98 р. № 9 та Правил пожежної безпеки в Україні введених в дію наказом МВС України 22.06.95р. № 400.

Інструкції повинні знаходитись на робочих місцях, в справах газової служби та у особи, яка відповідає за газове господарство.

Крім наведеного, на підприємстві повинні бути розроблені, відповідно з чинним законодавством, плани локалізації та ліквідації можливих аварій в системі газопоста-чання, організоване систематичне проведення навчально-тренувальних занять з об-слуговуючим за цими планами, згідно затвердженого графіка, з записом у журналі.

Працівники всіх спеціальностей, які зайняті експлуатацією систем газопостачання повинні проходити інструктаж та навчання по техніці безпеки у відповідності з вимо-гами діючих нормативних документів.

Машини, механізми, обладнання, інвентар, інструменти та пристосування до них повинні відповідати видам робіт, які виконуються і бути у справному стані.

Відповідальні за виконання інструкцій по техніці безпеки при виконанні робіт кері-вники цих робіт.

До виконання газонебезпечних робіт допускаються працівники, які пройшли на-вчання та витримали іспит на знання "Правил безпеки систем газопостачання Украї-ни", технології виконання газонебезпечних робіт, вміють користуватися засобами особистого захисту (протигази, рятувальні пояси та інш.), знають способи надання першої до лікарняної допомоги і можуть її надати.

Адміністрація газового господарства зобов'язана забезпечити працівників спец-одягом, спецвзуттям і засобами особистого захисту у відповідності з типовими нор-мами. Перед допуском до роботи працівникам під розпис, необхідно видати відпові-дні інструкції про безпечні методи роботи.

Особисті засоби захисту, які видаються працівникам, повинні бути перевірені в установленому порядку, а працівники проінструктовані про порядок користування ними.

Керівники робіт не повинні допускати до роботи осіб без відповідного спецодягу, спецвзуття, засобів особистого захисту, а також у хворобливому або нетверезому стані.

Крім зазначених інструкцій при будівництві, ремонті та експлуатації систем газо-постачання необхідно суворо дотримуватися вимог Закону України "Про

охорону праці", "Правил безпеки систем газопостачання України", 1998 р, ДБН В.2.5-20-2001.

Заходи по забезпеченню безпеки технологічних процесів

Обладнання та трубопроводи з температурою стінки більше +45°C теплоізолювані і пофарбовані в відповідні кольори згідно вимог. Всі струмоприймачі заземлені відповідно вимогам розділу 1-7 ПУЕ-2019, .

Системи контролю, автоматизації та дистанційного керування роботою основного технологічного обладнання дозволяють:

- отримати своєчасну інформацію про порушення технологічного процесу;
- аварійне відключення обладнання;
- захист обслуговуючого персоналу.

Водогрійні котли обладнані автоматикою безпеки, що забезпечує припинення подачі газу при відхиленні контрольних параметрів від норми:

- неприпустимому відхиленні тиску газу від заданого тиску біля пальника;
- згасанні контрольованого полум'я пальника;
- неприпустимому зниженню тиску повітря перед пальником;
- вимиканні електроенергії.

Очищення підживлювальної води за допомогою ХВО забезпечує не утворення накипу в трубопроводах, котельному обладнанні та арматурі.

Відвід продуктів згоряння через димові труби на рівень +61,10 м з сталою тягою.

Техніка безпеки при обслуговуванні і експлуатації електричного устаткування котельні забезпечується виконанням вимог ПУЕ-2019, "Правил улаштування елект-роустановок", ДБН В.2.5-27:2006 , «Захисні заходи електробезпеки в електроустано-вках будинків та споруд», а також ДБН В.2.5-23-2003 «Проектування електрооблад-нання об'єктів цивільного призначення».

Окрім цього необхідно використовувати індивідуальні засоби, які забезпечують безпеку: діелектричні рукавички, килимки, а також різні таблички і гасла з попе-реджувальними надписами.

Контроль вимог безпеки праці

Аварійні викиди гарячої води від запобіжних клапанів і устаткування виконуються в бак запасу підживлювальної води, з переливом в каналізацію. Стоки від установки зворотного осмосу, що вміщують солі від ХВО, невеликі по об'єму і рідко викидаються в каналізацію.

Приміщення котельні обладнане датчиками загазованості з передачею сигналу на диспетчерський пункт чергового персоналу.

Характеристика виробничих споруд та приміщень

Категорія приміщення котельні по пожежній безпеці "Г" відповідно з вимогами ДБН В.2.5-77:2014, додаток «А».

Приміщення забезпечено системами вентиляції (подача повітря на горіння та трикратний обмін в котельні – через припливні вентиляційні установки) та опалення. Освітленість робочих місць відповідає розрядам робіт. Котельня обладнана елект-ричним освітленням: робочим та аварійним.

Приміщення котельні забезпечується шляхом евакуації обслуговуючого персоналу.

Розміщення обладнання та організація робочих місць

Безпечна експлуатація обладнання забезпечується наявністю нормативних проходів до обладнання, вся арматура розміщена в робочій зоні обслуговування, котельня повністю автоматизована і працює без постійного обслуговуючого персоналу. Черговий знаходиться в окремому приміщенні.

Експлуатація газорегуляторних пунктів

Приймання і введення в експлуатацію ГРП проводяться в такій послідовності: перевірка виконавчо-технічної документації; перевірка відповідності монтажу і устаткування проектам; ревізія ГРП; перевірка газопроводів і устаткування на міцність і щільність; уведення в експлуатацію. Комісії пред'являється необхідна виконавчо-технічна документація. Устаткування ГРП

повинне відповідати проекту. Ціль ревізії – установити укомплектованість і справність устаткування; регулятора, фільтра, запобіжних, скидних і запірних пристроїв, КВП.

Перевірку на міцність газопроводів і устаткування робить будівельномонтажна організація в присутності представника замовника. Випробування на міцність необхідно для виявлення дефектів в устаткуванні, трубах і їхніх з'єднаннях. Під іспитовим тиском на міцність (середнього тиску більше 0,005 до 0,3 МПа - 0,45 МПа; високі тиски більше 0,3 МПа до 0,6 МПа – 0,75 МПа; високого тиску більше 0,6 до 1,2 МПа – 1,50 МПа) газопроводи і устаткування ГРП витримують протягом 1 год, після чого тиск знижують до норм, установлених для випробування на щільність.

Випробування газопроводів і устаткування ГРП на щільність, залежно від конструкцій регуляторів і арматури може проводитися в цілому або вроздріб (до регулятора і після нього). Якщо випробування проводиться в цілому, то норми іспитових тисків приймають по тиску газу до регулятора. При випробуванні вроздріб норми іспитових тисків установлюють окремо до і після регулятора тиску. Випробовують ГРП на щільність (середнього тиску більше 0,005 до 0,3 МПа – 0,3 МПа; високі тиски більше 0,3 МПа до 0,6 МПа – 0,6 МПа; тиску більше 0,6 до 1,2 МПа – 1,2 МПа) після випробування на міцність 12 год. При цьому падіння тиску не повинне перевищувати 1 % початкового тиску.

До введення в експлуатацію ГРП необхідно труби і арматури продути газом. Продувку роблять із дотриманням всіх заходів, зазначених в наряді на газонебезпечні роботи. Повітря витісняється під тиском газу 1000...1500 Па шляхом скидання газоповітряної суміші в атмосферу. Для скидання можна використати спеціальну свічу, гідрозатвор або скидний клапан. Продувку газопроводу, на ділянці від засувки в колодязі до засувки перед фільтром, доцільно робити через байпасну лінію на свічу. Після цього варто зробити продувку устаткування ГРП. Продувку закінчують після аналізу газоповітряної суміші. Після продувки переходять до налагодження устаткування ГРП, послідовність операцій вказується в інструкціях. Зразкова послідовність операцій: за допомогою штока і зчеплення важелів

відкривають запобіжний клапан; послабляють пружину пілота і розвантажують робочу мембрану регулятора, відкривають вихідну засувку за регулятором; повільно відкривають вхідну засувку і пропускають газ на регулятор; мембрана регулятора переміщається нагору, і клапан відкривається; одночасно по імпульсній трубці газ попадає в надмембранну порожнину регулятора; мембрана регулятора в цей момент зазнає утиску однакової величини зверху і знизу, тобто перебуває в рівновазі, клапан регулятора під дією своєї маси і маси штока переміститься вниз і прикриє сідло, тобто витрата газу припиниться.

Для поновлення витрати газу необхідно піджати регулювальну пружину пілота; режим тиску газу контролюють вихідним манометром; повільно відкривають вхідну і вихідну засувки, включають регулятор під навантаження, і скидання газу в атмосферу припиняється; налаштовують на задані режими роботи запобіжний і скидний клапани, регулятор тиску газу і визначають перепад тиску газу на фільтрі, перевіряють щільність всіх різьбових і фланцевих з'єднань мильною емульсією. Для настроювання ЗЗК на мінімум кладуть вантаж на шток мембрани, за допомогою пілота знижують тиск газу і по манометру визначають той тиск, при якому клапан спрацьовує. Якщо молоток клапана опускається при тиску більше високому, ніж покладено, то вантаж зменшують. Настроювання ЗЗК на максимум роблять аналогічним способом, але замість вантажів використовують пружність пружини, змонтованої на його корпусі. Гідрозатвор налаштовують після заливання в нього рідини. Рівень води забезпечує спрацьовування гідрозатвора до спрацьовування запобіжного клапана на максимум.

При включенні регуляторів необхідно: перевірити вхідний і вихідний тиски (вхідна засувка і ЗЗК повинні бути закриті, натискний гвинт пілота вивернуть, засувки на байпасі закриті, а крани на імпульсних лініях, і до КВП, а також перед скидними пристроями відкриті); відкрити вхідну засувку; відкрити запобіжний клапан і поставити ударник у робоче положення (поступово загортати натискний гвинт пілота до досягнення заданого тиску газу). При вимиканні регулятора необхідно: перевірити вхідний і вихідний тиски; вивернути натискний гвинт пілота; закрити запобіжний клапан і вхідну засувку.

Для підвищення вихідного тиску газу необхідно: перевірити вихідний і вхідний тиски газу; поступовим укрупчуванням натискного гвинта пілота встановити необхідний тиск газу. Для зниження вихідного тиску натискний гвинт пілота необхідно вивернути до досягнення заданої величини тиску газу.

Для відкриття ЗЗК необхідно: перевірити вхідний і вихідний тиски газу; вивернути натискний гвинт пілота; відкрити ЗЗК і поставити ударник у робоче положення; ввернути натискний гвинт пілота і відновити заданий тиск газу.

Правила безпеки при технічному обслуговуванні

На кожний ГРП складають паспорт, у якому втримуються основні характеристики устаткування і КВП. На будинку ГРП на видному місці вивішують попереджувальні написи «Вогненебезпечно». У кожному ГРП повинні бути вивішені схеми їхнього пристрою і інструкції для експлуатації, техніці безпеки і пожежної безпеки.

Для аварійного освітлення варто користуватися акумуляторними ліхтарями у вибухобезпечному виконанні, включати їх на вулиці перед входом у приміщення. У приміщенні ГРП повинна перебувати аптечка.

На період ремонтних робіт у приміщенні ГРП призначають одного чергового, що стежить за роботами, підтримує зв'язок, не допускає сторонніх у приміщення ГРП не дозволяє курити і т.д. Якщо стався нещасний випадок, черговий повинен, надавши допомогу потерпілому, повідомити про те, що трапилося, в аварійну службу, викликати «швидку допомогу». При ремонтних роботах варто використати інструмент, що не викликає іскри.

Газозварювальні роботи в приміщенні ГРП дозволяються у виняткових випадках за спеціальним планом і під безпосереднім керівництвом інженернотехнічного працівника. Якщо в приміщенні ГРП з'явився газ, то зварювальні роботи негайно припиняють. Відновити роботи можна після ліквідації витоку газу і провітрювання приміщення. При роботі в протигазах необхідно стежити, щоб шланги не мали перегинів, а відкриті кінці їх були розташовані з навітряної сторони не ближче 5 м від ГРП. У приміщенні ГРП не можна зберігати

горючі і легкозаймисті матеріали. Роботи з ремонту електроустаткування і зміни перегорілих електроламп повинні проводитися при виключеному струмі.

Проведення газонебезпечних робіт

Проведення газонебезпечних робіт Газонебезпечні роботи проводяться обов'язково під керівництвом фахівця, за винятком приєднання без застосування зварювання до діючих газопроводів низького тиску введень в вдома діаметром не більше 50 мм, приєднання або від'єднання без застосування зварювання окремих побутових газових приладів, введення в експлуатацію індивідуальних балонів установок, проведення ремонтних робіт без застосування зварювання і газового різання на газопроводах низького і середнього тисків діаметром не більше 50 мм, наповнення СУГ резервуарів і балонів у процесі їх експлуатації, огляду, ремонту і вентиляції колодязів, перевірки і видалення конденсату з конденсатозбірників, зливу залишків, що не випарувалися, СУГ з резервуарів і балонів, заправлення газобалонах автомашин, технічного обслуговування внутрішніх газопроводів і газовикористовуючих установок, у тому числі ГРП, ГНС, АГЗС і установок СУГ, а також обслуговування діючих приладів і апаратів у житлових і громадських будинках.

А також без фахівця допускається виконання газонебезпечних робіт, зазначених в спеціально розробленому переліку газонебезпечних робіт підприємства.

Газонебезпечні роботи повинні виконуватися бригадою в складі не менше 2 працівників. Введення в експлуатацію індивідуальних ГБУ, технічне обслуговування газового устаткування житлових і громадських будинків (у тому числі і домовиках регуляторів тиску), а також окремих газових приладів апаратів у житлових будинках можуть виконуватися одним працівником.

Допускається СПГХ робити технічний огляд ГРП, розташованих в окремих будинках, вбудованих і прибудованих до будинків з відособленим входом, одним працівником по інструкції, що містить додаткові заходи безпеки.

Огляд ГРП, обладнаних системами телемеханіки, розміщених у шафах, на відкритих площадках, а також ГРУ може робитися одним працівником.

Ремонтні роботи в колодязях, тунелях, траншеях і котлованах глибиною більше 1м, колекторах і резервуарах повинні виконуватися бригадою не менш чим із трьох працівників.

У процесі проведення газонебезпечної роботи всі розпорядження повинні даватися особою, відповідальною за роботу. Інші посадові особи і керівники, що беруть участь у проведенні роботи, можуть давати вказівки працівникам тільки через відповідального за проведення даної роботи.

Газонебезпечні роботи виконуються, як правило, у денний час. Роботи з локалізації аварій виконуються в будь-який час доби в присутності і під безпосереднім керівництвом керівника або фахівця. Приєднання до діючих газопроводів новопобудованих газопроводів і об'єктів робиться тільки при пуску газу в ці газопроводи і об'єкти.

Приєднання до діючих газопроводів всіх тисків повинне проводитися без припинення подачі газу споживачам із застосуванням спеціальних пристроїв. Зниження тиску газу в діючому при виконанні робіт із приєднання до нього нових газопроводів повинне робитися за допомогою пристроїв, що відключають, або регуляторів тиску. Щоб уникнути підвищення тиску газу на цій ділянці газопроводу, можливо, використати наявні скидні газопроводи або встановлювати новий скидний трубопровід із пристроєм, що відключає.

Газ, що скидається, повинен спалюватися. Тиск повітря в газопроводах що, приєднуються, повинен зберігатися до початку робіт з їх приєднання або пуску газу. Врізання газопроводів у діючі газопроводи варто робити по спеціальних інструкціях, розроблених підприємствами газового господарства. Після врізання відгалужень у діючий газопровід з'єднання повинні перевірятися на щільність приладовим методом або мильною емульсією.

Всі газопроводи і газове устаткування перед їх приєднанням до діючих газопроводів, а також після ремонту, повинні піддаватися зовнішньому огляду і контрольному обпресуванню бригадою, що робить пуск газу. Контрольне обпресування виконується повітрям або інертним газом. Зовнішні газопроводи всіх

тисків підлягають контрольному обпресуванню тиском 0,1 МПа (1 кгс/см²). Падіння тиску не повинне спостерігатися протягом 10 хв.

Контрольне обпресування внутрішніх газопроводів промислових і сільськогосподарських підприємств, котелень, підприємств комунальнопобутового обслуговування населення виробничого характеру, а також устаткування і газопроводів ГРП (ГРУ), ГНС, ГНП, АГЗС, АГЗП повинні робитися тиском 0,01 МПа (1000 мм вод. ст.). Падіння тиску не повинне перевищувати 10 даПа (10 мм вод. ст.) за 1 годину. Контрольне обпресування внутрішніх газопроводів і газового устаткування житлових і громадських будинків повинне робитися тиском 0,005 МПа (500 мм вод. ст.). Падіння тиску не повинне перевищувати 20 даПа (20 мм вод.ст.) за 5 хв.

Додаток 1 Енергетичні показники будівлі

Енергетичні показники				
Показники	Познака і одиниця виміру	Нормативне значення показника	Розрахункове (проектне) значення показника	Фактичне (виміряне) значення показника
Енергопотреба для опалення	$Q_{H,nd}$ кВт·год	-	1361874,3	-
Енергопотреба для охолодження	Q_C, nd кВт·год	-	624789	
Енергопотреба для гарячого водопостачання	$Q_{DHW,nd}$ кВт·год	-	167020	
Розрахункова (фактична) питома енергопотреба	EP , кВт·год/м ²	-	23	
Максимально допустиме значення питомої енергопотреби будинку	EP_{max} , кВт·год/м ²	-	25,4	
Клас енергетичної ефективності	-	-	C	
Термін ефективної експлуатації теплоізоляційної оболонки та її елементів	рік	-	50	
Відповідність проекту будинку нормативним вимогам	-	-	Так	
Необхідність доопрацювання проекту будинку	-	-	Ні	

Висновки за результатами оцінки енергетичних параметрів будинку

Вказівки щодо підвищення енергетичної ефективності будинку
<p>Проект відповідає вимогам ДБН В.2.6-31:2016 до теплотехнічних та енергетичних показників огорожувальних конструкцій будинку і порядку їх розрахунків, що забезпечує:</p> <ul style="list-style-type: none"> - раціональне використання енергетичних ресурсів на обігрівання приміщень будинку; - нормативні показники санітарно-гігієнічних параметрів мікроклімату приміщень; - довговічність огорожувальних конструкцій під час експлуатації будинку. <p>Позитивний клас енергоефективності будівлі досягається шляхом рекуперації витяжного повітря, що в свою чергу вирішується завдяки регулюванню організованого припливного повітря.</p>

Додаток 2 Характеристика автоматизації інженерних систем

Характеристика	Деталізація характеристики	Клас енергетичної ефективності системи
Регулювання надходження теплової енергії до приміщення	Місцеве регулювання в приміщенні	«В»
Регулювання розподілення за температурою теплоносія у подавальному або зворотному трубопроводі	Регулювання за внутрішньою температурою повітря приміщень	«А»
Регулювання періодичності зниження споживання енергії системою та/або розподілення теплоносія	Автоматичне програмоване регулювання за розкладом, з оптимізацією моментів включення та виключення	«А»
Взаємозв'язок між регулюванням споживання енергії	Частковий взаємозв'язок	«В»
Регулювання джерела енергії	Кількісне регулювання залежно від погодних умов	«А»
Упорядкування джерел енергії	Пріоритетність, що базується на навантаженнях	«В»
Регулювання витрати повітря у приміщенні	Регулювання за періодами часу	«В»
Регулювання витрати повітря при його підготовці	Автоматичне регулювання витрати	«А»
Використання повітря з низькою температурою	Використання зовнішнього повітря з низькою температурою	«А»
Регулювання температури припливного повітря	Зі змінним значенням заданої температури та залежно від погодних умов	«В»
Регулювання вологості	Відсутнє регулювання	«С»
Регулювання зовнішнього освітлення	Автоматичне	«А»
Регулювання жалюзей	Ручне	«С»
Система автоматизації та управління будівлею	Локальна система автоматизації систем регулювання	«А»

Список використаних джерел

1. Опалення, вентиляція та кондиціонування: ДБН В.2.5-67:2013. – [Чинні від 2014–01–01] // Мінрегіон України. – К.: Укрархбудінформ, 2013. – 140 с. – (Державні будівельні норми України).
2. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6–31:2006. – [Чинні від 2007-04–01] //Мінбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2006. –65 с. – (Державні будівельні норми України).
3. Інженерне устаткування будівель і споруд : ДБН В.2.5-20-2001 // Мінбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2001. –46 с. – (Державні будівельні норми України).
4. Котельні : ДБН В.2.5-77 2014 // Мінбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2014. – 83 с. – (Державні будівельні норми України).
5. Склад та зміст проектної документації на будівництво : ДБН А.2.2-3-2014 // Мінбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2014. – 59с. – (Державні будівельні норми України).
6. ДСТУ Б А.2.4-7:2009 «Правила виконання архітектурнобудівельних робочих креслень»
7. Рекомендації по проектуванню дахових, вбудованих і прибудованих котельних установок та установлення побутових теплогенераторів, працюючих на природному газі; 2-е вид., перероб. та доп. – К.: УкрНДІнжпроект, 1998. – 34 с. – Чинні з 05.11.98.
8. Пасічник, П., Погосов, О., & Кулінко, Є. (2024). Можливості децентралізації систем теплопостачання в газифікованих багатоквартирних будинках радянської забудови в м. Києві. Scientific Collection «InterConf+»,(42 (189), 592–600. <https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.02>.
9. ДБН В.2.5-20-2018 Газопостачання. Інженерне обладнання будинків і споруд, Наказ від 15.11.2018 № 305 Про затвердження ДБН В.2.5-20:2018 Газопостачання.
10. Правила систем газопостачання, Наказ Міністерства енергетики та вугільної промисловості України 15.05.2015 № 285.

11. Кулінко, Є., Скочко, В., Тисленко, П., & Шебанова, М. (2024). Геометричне моделювання мереж системи теплопостачання на основі мінімізації. Прикладна геометрія та інженерна графіка, 1(106), 278-300.
12. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л.Л. Паливно-енергетичний комплекс. Стратегія розвитку [Текст] Навч. посіб. / Л.Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ, Б.О. Левченко. - Харків: НТУ «ХП», 2009. - 400 с.
13. ДСТУ EN 303-1:2017. Котли опалювальні. Частина 1. Котли опалювальні з форсунками з примусовою тягою. Термінологія, загальні вимоги, випробування та маркування (EN 303-1:1999, IDT)
14. ДСТУ EN 303-2:2017. Котли опалювальні. Частина 2. Котли опалювальні з форсунками з примусовою тягою. Спеціальні вимоги для котлів з мазутними форсунками розпилювання (EN 303-2:1998, IDT). Зі зміною № 1:2017
15. Котельні установки промислових підприємств: навчальний посібник /Д.В. Степанов, Є.С. Корженко, Л.А. Бондар. - Вінниця: ВНТУ, 2011. - 120с.
16. Кучерук В.Ю. Дудатьєв І.А. Використання ресурсозберезних технологій на теплопостачальних підприємствах // Промислова екологія. 2010.С. 1-5.
17. Приймак, О. В., & Гламаздін, П. М. (2011). Аналіз технічних рішень, що пропонуються при розробці оптимізованих схем теплопостачання міст України.
18. Козячина, Б., Смілян, М., & Погосов, О. (2024). Перспективи застосування модульних твердопаливних котельних при диверсифікації джерел теплової енергії адміністративних будівель. Collection of scientific papers «ΛΟΓΟΣ», (March 1, 2024; Paris, France), 200-206.
19. Технічні вимоги та правила щодо застосування сигналізаторів вибухонебезпечних концентрацій чадного газу у повітрі приміщень житлових і громадських будинків та споруд:-К.: КиївЗНДІЕП, 1998 – 15с.
20. Правила подачі та використання природного газу в народному господарстві України. Затв. Наказом Держкомнафтогазу від 01.11.94р. №355.