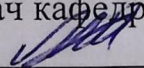
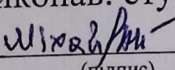


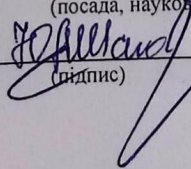
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Машинобудівний навчально-науковий інститут
Кафедра експлуатації суднових енергетичних установок та теплоенергетика

«Допущений до захисту»
Завідувач кафедри ЕСЕУ та ТЕ
 **Личко Б.М.**
“ ” 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття ступеня вищої освіти МАГІСТР

на тему: Проєкт системи газопостачання смт. Олександрівка Миколаївської області з населенням 5400 мешканців з дослідженням регуляторів тиску газу

Виконав: студентка групи 6241м
 **Міхай Г.М.**
(підпис)

Керівник роботи
канд.техн.наук, доцент кафедри ЕСЕУ та ТЕ
(посада, науковий ступінь, вчене звання)
 **Шапвалов Ю.О.**
(підпис)

Миколаїв 2025 р.

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Машинобудівний навчально-науковий інститут
Кафедра експлуатації суднових енергетичних установок та теплоенергетика

знь знань
іальність
ня програма

14 «Електрична інженерія»
144 «Теплоенергетика»
«Теплоенергетика»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми

Шаповалов Ю.О.
" 5 " 12 2025 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ
на здобуття ступеня вищої освіти МАГІСТР

ентці Міхай Ганні Миколаївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

ма роботи: Проект системи газопостачання смт. Олександрівка Миколаївської
сті з населенням 5400 мешканців з дослідженням регуляторів тиску газу

(проект, реконструкція, модернізація енергетичної установки, інженерних систем та ін. з розробкою конструктивного елемента об'єкту)

вник роботи Шаповалов Юрій Олександрович, канд.техн.наук, доцент кафедри
У та ТЕ

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

рджені наказом ректора № _____ від " _____ " _____ 2025 року

рмін подання роботи _____

хідні дані по роботі _____

(призначення, умови експлуатації, технічні дані з потреб в енергії чи енергоносіях)

релік питань, що належать до розробки (найменування розділів)

етуп (Обґрунтування актуальності теми роботи. Мета роботи. Об'єкт і задачі
слідження)

Загальний розділ (Стисла характеристика об'єкту. Вимоги нормативних докумен-
в до системи газопостачання).

Теоретичний розділ (Визначення витрат газу на побутові та комунальні потреби
селення. Визначення годинної витрати газу на опалення, вентиляцію та ГВП.
розрахунок котельні).

Розрахунковий розділ (Гідравлічний розрахунок газопроводів. Гідравлічний
зрахунок тупикової мережі низького тиску).

Дослідницький розділ. Дослідження регуляторів тиску газу (Призначення
гуляторів тиску. Шляхи вдосконалення конструкцій регуляторів газу. Прийняті
хнічні рішення)

Конструкторський розділ. (Обладнання шафових газорегуляторних пунктів. Роз-
унок регуляторів тиску для ШГРП)

Заключний розділ (Висновки та заключення по роботі).

Перелік презентаційних матеріалів

1. Генплан мікрорайону
2. Повздовжній профіль ділянки газопроводу
3. Розрахункова схема газопроводів низького та середнього тиску
4. План котельні
5. Функціональна схема котельні
6. Елементи системи газопостачання
7. Дослідження регуляторів тиску
8. Регулятор тиску РД-32М
9. Газорегуляторна установка

Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
Отримання завдань у керівника та консультантів	I-II	
Вступ	III	
Загальний розділ	IV	
Теоретичний розділ	V- VI	
Розрахунковий розділ	VII-X	
Дослідницький розділ	X-XII	
Конструкторський розділ	XIII-XIV	
Заключний розділ	XV	
Графічна частина	XVI	
Підпис у керівника. Розглядання роботи на кафедрі	XVII	
Захист роботи перед АК	XVIII	

Студент

Міхай Г.М.
(підпис)

Міхай Г.М.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

Шоповалов Ю.О.
(підпис)

Шоповалов Ю.О.
(прізвище та ініціали)

Анотація

Розроблений проєкт системи газопостачання комунально-побутових і промислових споживачів смт. Олександрівка Миколаївської області з населенням 5400 мешканців. Розраховані об'єми споживання газу, проведений гідравлічний розрахунок систем газопостачання, розроблено газопостачання котельні.

Проведене дослідження регуляторів тиску для газорозподільчих пунктів, розглянуті варіанти вдосконалення їх конструкцій та експлуатаційних характеристик.

Виконаний розрахунок регуляторів тиску для шафових газорегуляторних пунктів.

Ключові слова: система газопостачання, котельня, регулятор тиску.

Abstract

A project for a gas supply system for municipal and industrial consumers in the village of Oleksandrivka, Mykolaiv region with a population of 5,400 residents has been developed. Gas consumption volumes have been calculated, hydraulic calculations of gas supply systems have been performed, and gas supply to the boiler house has been developed.

A study of pressure regulators for gas distribution points has been conducted, options for improving their designs and operational characteristics have been considered.

A calculation of pressure regulators for cabinet gas control points has been performed.

Keywords: gas supply system, boiler house, pressure regulator.

ЗМІСТ

ВСТУП	
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	
1.1. Характеристика об'єкту, кліматичні дані	
1.2. Вимоги нормативних документів до системи газопостачання.....	
РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ	
2.1. Річні витрати газу на побутові та комунальні потреби населення.....	
2.2. Визначення річних і часових витрат газу на побутові та комунальні потреби населення	
2.3. Визначення годинної витрати газу на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання	
2.4. Розрахунок котельні.....	
2.4.1. Основні проєктні рішення та вихідні параметри.....	
2.4.2. Вимоги ДБНУ до систем.....	
2.4.3. Розрахунок теплових навантажень котельної.....	
РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ.....	
3.1. Гідравлічний розрахунок газопроводів.....	
3.1.1. Гідравлічний розрахунок кільцевої мережі газопроводів середнього тиску.....	
3.2. Гідравлічний розрахунок тупикової мережі низького тиску.....	
РОЗДІЛ 4. ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ	
4.1. Призначення регуляторів тиску.....	
4.2. Шляхи вдосконалення конструкцій регуляторів газу.....	
4.3. Прийняті технічні рішення.....	
РОЗДІЛ 5. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	
5.1. Обладнання шафових газорегуляторних пунктів (ШГРП).....	
5.2. Методика розрахунку регуляторів тиску для ШГРП.....	

5.3. Визначення параметрів регуляторів.....	
РОЗДІЛ 6. ЗАКЛЮЧНИЙ РОЗДІЛ.....	
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	

					ВКР.144.6241м.05.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

ВСТУП

Природний газ – ключовий чинник енергетичного розвитку України. Масштаби та динаміка розвитку газової промисловості й систем газопостачання безпосередньо залежать від обсягів видобутку газу. В Україні значне зростання видобутку газу суттєво змінило структуру паливного балансу країни. Якщо у 80-х роках минулого століття частка газового палива складала лише 30% у загальному паливному балансі, то на сьогодні вона перевищує 70% від усіх видів споживаного палива.

Природний газ найбільшою мірою відповідає сучасним вимогам до якості теплоносіїв, які виникають внаслідок удосконалення, інтенсифікації та автоматизації технологічних процесів.

Рациональне використання газоподібного палива з його технологічними перевагами забезпечує значний економічний ефект. Він досягається завдяки підвищенню коефіцієнта корисної дії (ККД) агрегатів та скороченню витрат. Це, своєю чергою, дозволяє значно підвищити інтенсивність виробництва та якість кінцевої продукції. Застосування газу в промислових установках також сприяє поліпшенню умов праці та зростанню її продуктивності. Використання природного газу відкриває можливості для впровадження принципово нових, прогресивних та економічно ефективних технологічних процесів.

Крім промисловості, використання газу як палива істотно покращує умови побуту населення, підвищує санітарно-гігієнічний рівень виробництва та сприяє оздоровленню повітряного басейну в містах і промислових центрах.

Газова промисловість є однією з найбільш динамічних галузей національної економіки. Розвиток видобутку газу зумовлений постійним зростанням газоспоживання. Це зростання відбувається як за рахунок збільшення обсягів використання газу в уже газифікованих містах, так і завдяки газифікації нових міст, селищ та населених пунктів, зокрема у сільській місцевості.

Розподільні системи газопостачання стають об'єднаними для цілих областей, що вимагає від фахівців глибоких знань для їх проєктування, будівництва та

					ВКР.144.6241м.05.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

експлуатації. Зростання споживання газу та масштабність розподільних систем ставлять перед інженерами - газопостачальниками нові складні завдання. Вони охоплюють розвиток і реконструкцію систем, підвищення їх надійності, необхідність економічного використання газу та захист довкілля від забруднень.

Розподільні мережі є складними багатокільцевими системами. Економічне проектування таких мереж має базуватися на сучасних методах оптимізації, враховуючи ймовірнісний характер функціонування та необхідність забезпечення надійної подачі газу споживачам.

Першочерговим завданням загальнодержавного значення є зниження вартості та металоємності систем газопостачання. Не менш важливим є забезпечення повного і надійного газопостачання всіх передбачених споживачів. Координоване вирішення цих двох завдань дозволяє досягти високої ефективності використання газу. Ця проблема вирішується безперервно: починаючи з етапу проектування, коли визначаються основні параметри системи, і протягом усього періоду експлуатації.

Усі переваги газового палива можуть бути раціонально використані лише висококваліфікованими фахівцями, які досконало засвоїли основи газопостачання та суворо дотримуються правил безпеки в газовому господарстві.

Незаперечні переваги газового палива та наявність значних запасів створюють міцну основу для подальшого розвитку газопостачання країни.

Мета роботи: розробити проєкт системи газопостачання смт. Олександрівка Миколаївської області з населенням 5400 мешканців з дослідженням регуляторів тиску газу.

Об'єкт розробки: система газопостачання для селища міського типу Олександрівка Вознесенського району Миколаївської області (населення 5400 осіб, площа 5 км²).

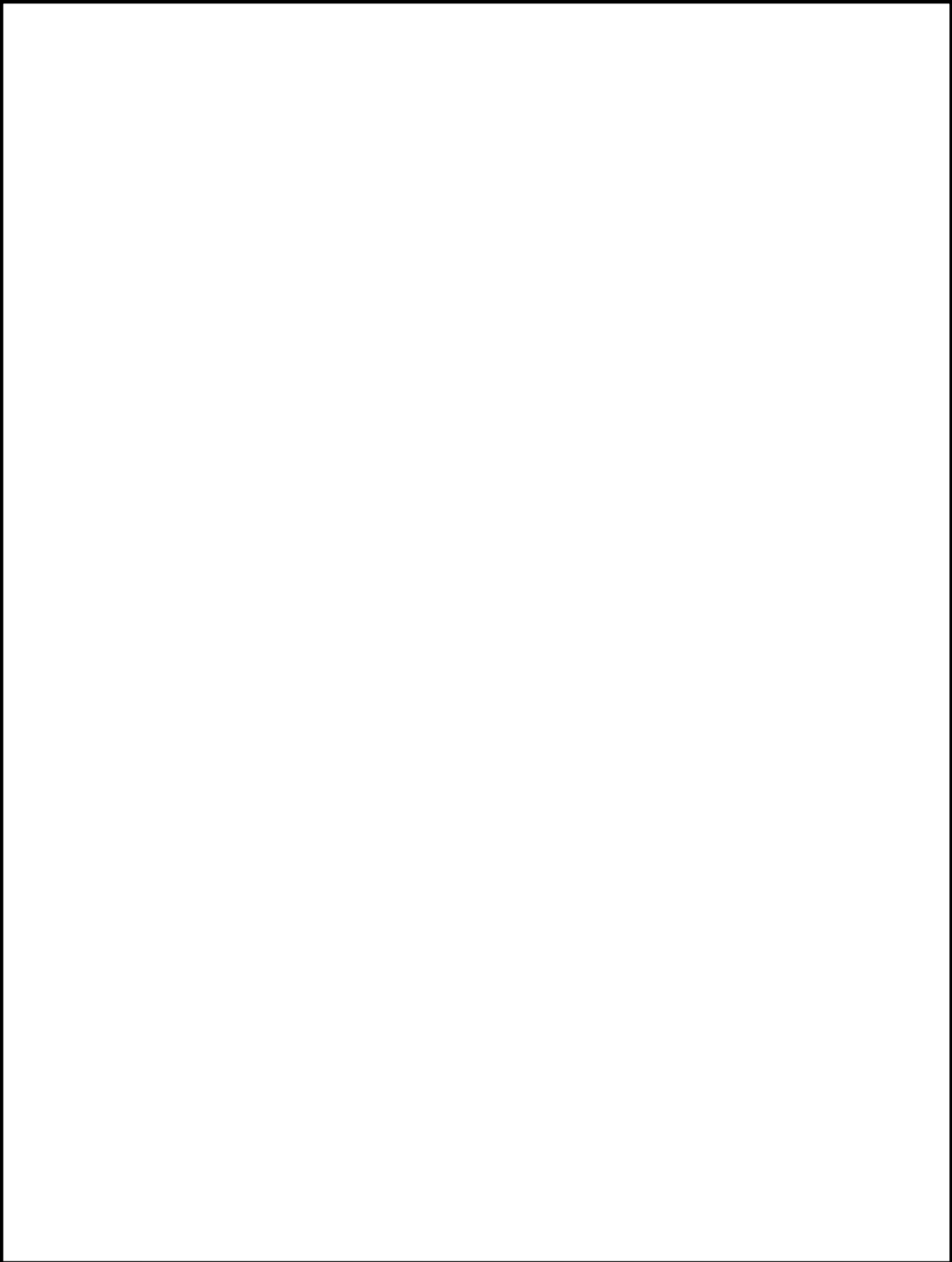
Завдання: Розробити систему газопостачання для населення, комунально-побутових і промислових споживачів смт. Олександрівка Миколаївської області.

					ВКР.144.6241м.05.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Розрахувати об'єми споживання газу, зробити гідравлічний розрахунок систем газопостачання, розробити газопостачання котельні.

Провести дослідження регуляторів тиску для газорозподільчих пунктів.

					ВКР.144.6241м.05.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		



					ВКР.144.6241м.05.01.ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
					Загальний розділ				Літ.	Арк.	Аркушів
Студент	Міхай Г.М.										
Керівник	Шаповалов ЮО										
Консульт.									НУК		

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Характеристика об'єкту, кліматичні дані

Проект системи газопостачання розробляється для селища міського типу Олександрівка Вознесенського району Миколаївської області з населенням 5400 осіб.

Район будівництва характеризується наступними природно-кліматичними умовами: вага снігового покриву - 0,7 кПа; швидкісний натиск вітру - 0,38 кПа; розрахункова зимова температура зовнішнього повітря для опалення - 31°C; нормативна глибина сезонного промерзання - 1,6 м [1].

Майданчик будівництва не заболочений і має спокійний рельєф.

Геолого-літологічна будова майданчика (зверху-вниз):

1. Ґрунтово-рослинний шар потужністю 0,1...0,4 м.
2. Глина коричнева, твердої консистенції потужністю 0,8...1,6 м.
3. Суглінок коричневий від твердої до тугопластичної консистенції, 1,6...6м.

Ґрунтами для фундаментів будівель і споруд служать глини з наступними розрахунковими характеристиками: $\gamma_n = 1,82 \text{ г/см}^3$; $C_n = 0,047 \text{ МПа}$; $\varphi = 18^\circ$; $E = 18 \text{ МПа}$.

Ґрунтові води до глибини 6 м не розкриті. Ґрунти просадними і набухаючими властивостями не володіють. Ґрунти сильно агресивні до бетонів, розчинів, вуглецевої сталі.

Взаємна ув'язка запроектованих об'єктів на генеральному плані підпорядкована вимогам технології та оптимальному вирішенню транспортних потоків.

Поряд з житловим сектором передбачена газифікація комунально-побутових об'єктів, таких як банно-пральний комплекс, медичний заклад, хлібопекарня, кафе, ресторани, районні котельні, а також промислові підприємства.

Передбачається двоступенева схема газопостачання з кільцевою мережею середнього тиску.

					ВКР.144.6241м.05.01.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

від районних котельних - 85%,
від газових водонагрівачів - 15%.

Кліматологічна характеристика

ПІ «Укрінтерпостача»

ПРАТ АКЗ (Селікатної цегли)

ТОВ «Микитівський гранітний кар'єр»

ТОВ «Олександрівський гранітний кар'єр»

ТОВ «СТОУН» (Піщаний кар'єр)

ТОВ «Трикратський комбінат хлібопродуктів» «Кернел»

Склад і характеристика газу наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

Склад і характеристика газу

Склад газу		Теплота згоряння, кДж/м ³		Щільність, кг/м ³	
Компоненти	Доля в загальному об'ємі, r_j	a_j	$a_j \cdot r_j$	ρ_i	$\rho_i \cdot r_i$
Метан, CH ₄	0,938	35880	33512	0,7174	0,6701
Етан, C ₂ H ₆	0,036	64360	1352	1,3551	0,0285
Пропан, C ₃ H ₈	0,007	93180	745	2,010	0,0161
Н-Бутан, C ₄ H ₁₀	0,002	123570	494	2,6901	0,0108
Н-Пентан, C ₅ H ₁₂	0,004	156630	470	3,4536	0,0104
Двоокис вуглецю, CO ₂	0,006	-	-	1,9770	0,0060
Сірководень, H ₂ S	-	23270	-	1,5361	-
Азот, N ₂	0,007	-	-	1,2503	0,0338
Всього	1,0	-	36573	-	0,7754

$$Q_p^H = 37,560 \text{ МДж/м}^3$$

1.2. Вимоги нормативних документів до системи газопостачання

Проект системи газопостачання смт. Олександрівка Миколаївської області виконується згідно діючим нормам і правилам:

					ВКР.144.6241м.05.01.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

ДБН В.2.5-20-2001 Газопостачання.

НПАОП 0.00-1.76-15 Правила безпеки систем газопостачання.

ДБН В.2.5-77:2014 Котельні.

НПАОП 0.00-1.81-18 Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском

Системи газопостачання населених пунктів і окремих споживачів газу повинні забезпечувати надійне та безпечне газопостачання, а також можливість оперативного відключення відгалужень до відособлених мікрорайонів, підприємств, споживачів та відключення ділянок закільцьованих газопроводів з тиском газу понад 0,005 МПа.

До складу систем газопостачання входять:

- газопроводи і споруди систем газопостачання населених пунктів (включаючи міжселищні газопроводи, розподільчі газопроводи, внутріквартальні газопроводи і вводи), газопроводи до підприємств, теплових електростанцій (ТЕС), котельних, автомобільних газонаповнювальних компресорних станцій природного газу (АГНКС);

- газопроводи та газове обладнання промислових і сільськогосподарських підприємств, ТЕС, котельних, підприємств комунального і побутового обслуговування населення, житлових будинків і громадських будинків;

- газорегуляторні пункти (ГРП), газорегуляторні пункти блокові (ГРПБ), шафові газорегуляторні пункти (ШРП), газорегуляторні установки (ГРУ), комбіновані будинкові регулятори тиску (КБРТ), установки для отримання газоповітряних сумішей;

- газонаповнювальні станції (ГНС) і пункти (ГНП), проміжні склади балонів (ПСБ), стаціонарні автомобільні газозаправні станції (АГЗС) і пункти (АГЗП), резервуарні установки, групові та індивідуальні газобалонні установки (ГБУ і ІГБУ), випарні та змішувальні установки СВГ.

Розробку систем газопостачання слід виконувати згідно із затвердженими схемами газопостачання України, областей, районів, міст, селищ та сіл, які по-

					ВКР.144.6241м.05.01.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

винні розроблятися на основі схем і проєктів, генеральних планів населених пунктів з урахуванням розвитку їх на перспективу та згідно з вимогами ДБН Б.2.2-12:2018 «Планування і забудова територій».

При проєктуванні систем газопостачання слід передбачати технічні рішення, що забезпечують раціональне використання газового палива, матеріалів та обладнання.

Параметри природного газу повинні відповідати вимогам Кодексу газорозподільних систем і ДСТУ 4047-2001.

Газ, що подається споживачу, повинен одорюватися. Інтенсивність запаху газу визначається за ДСТУ 22387.5:2017.

При подачі із ГРС газу з мінусовою температурою в підземні газопроводи, що прокладаються в спучених ґрунтах, повинні бути враховані заходи щодо стійкості газопроводу.

Температура газу, що виходить із газорозподільних станцій магістральних газопроводів (ГРС) при подачі в підземні газопроводи, повинна бути не нижче мінус 10 °С, а при подачі в наземні та надземні газопроводи не нижче розрахункової температури зовнішнього повітря для району будівництва. За розрахункову температуру зовнішнього повітря належить приймати температуру найбільше холодної п'ятиденки за ДСТУ Н Б В. 1.1-27:2010.

Використання як палива суміші СВГ з повітрям та інших газоповітряних сумішей допускається при вмісті горючих та негорючих компонентів у співвідношенні, що забезпечує перевищення верхньої концентраційної межі займистості суміші не менше ніж у 2 рази. Вміст шкідливих домішок в газоповітряних сумішах СВГ не повинен перевищувати значень, наведених у ДСТУ 4047-2001.

Матеріали та технічні вироби, що передбачаються в проєктах систем газопостачання, повинні бути економічними, надійними та відповідати вимогам технічних регламентів з підтвердженням відповідності згідно чинного законодавства.

При розробках систем та об'єктів газопостачання необхідно передбачати заходи щодо безпеки газопостачання згідно з ДНАОП 0.00-1.76, пожежної безпе-

					ВКР.144.6241м.05.01.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

ки згідно з НАПБ А.01.001, ДБН В.1.1-7, Методикою розрахунку індивідуального пожежного ризику, оцінки впливів на навколишнє середовище.

Висновки за розділом

Проект системи газопостачання розробляється для селища міського типу Олександрівка, Вознесенського району, Миколаївської області, з населенням 5400 осіб. Майданчик будівництва має спокійний рельєф і не заболочений.

Середньомісячна температура повітря: коливається від $-13,5^{\circ}\text{C}$ (січень) до $22,6^{\circ}\text{C}$ (липень). Тривалість опалювального періоду - 182 доби.

Середня температура повітря найбільш холодного періоду: $-20,0^{\circ}\text{C}$.

Схема газопостачання: передбачається двоступенева схема з кільцевою мережею середнього тиску.

Джерело газопостачання: газопровід - відвід від магістрального газопроводу. Гаряче водопостачання житлових і громадських будівель: 85% від районних котельнь, 15% від газових водонагрівачів.

Газифікація передбачена для: житлового сектору, комунально-побутових об'єктів, промислових підприємств.

Проект виконується згідно з чинними нормами і правилами, включаючи ДБН В.2.5-20-2001, НПАОП 0.00-1.76-15, ДБН В.2.5-77:2014, НПАОП 0.00-1.81-18 та інші.

Системи газопостачання повинні забезпечувати надійне та безпечне газопостачання, а також можливість оперативного відключення відгалужень та ділянок кільцевих газопроводів з тиском газу понад 0,005 МПа.

Склад систем газопостачання включає газопроводи, газове обладнання, ГРП, ШРП, ГНС та інші елементи.

Температура газу, що виходить із ГРС, при подачі в підземні газопроводи не повинна бути нижче -10°C . Передбачається одоризація газу.

					ВКР.144.6241м.05.01.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

					ВКР.144.6241м.05.02.ПЗ							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Теоретичний розділ					Літ.	Арк.	Аркушів
Студент	Міхай Г.М.											
Керівник	Шаповалов ЮО											
Консульт.										НУК		

РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Річні витрати газу на побутові та комунальні потреби населення

Для розробки системи газопостачання населеного пункту основною характеристикою є визначення річного об'єму споживання газу.

Всі види споживання газу в населеному пункті можна умовно розділити на такі групи:

1 - витрата газу населенням у квартирах для приготування їжі та гарячої води;

2 - витрата газу підприємствами комунального господарства (лазні, пральні, медичні заклади, хлібокомбінат, котельні);

3 - витрата газу на опалення і вентиляцію житлових і громадських будівель від різних джерел тепlopостачання (котельні, місцеві опалювальні установки);

4 - витрата газу на гаряче водопостачання;

5 - витрата газу промисловими підприємствами.

Визначення норм питомих витрат газу на побутові та комунально-побутові потреби проводиться за середньорічними нормами витрати тепла. Норми витрати тепла не є постійною величиною. На підприємствах громадського харчування на норми витрати газу впливають кількість приготовлених страв, їх асортимент, тип і якість нагрівального газового обладнання.

Значна частина цих факторів не піддається теоретичному підрахунку. Визначення річної потреби в газі проводиться за усередненими нормами витрати теплоти, отриманими з практики.

					ВКР.144.6241м.05.02.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Нормативні витрати газу

Споживачі газу	Показник споживання газу	Норма витрати газу за рік, МДж
I. Житлові будови		
На приготування їжі (газова плита + централізоване ГВП)	на 1 людину за рік	2800
На приготування їжі та гарячої води для господарських потреб, включаю- чи прання білизни (при відсутності газового водонагрівача і централізо- ваного гарячого водопостачання)	на 1 людину за рік	4600
На приготування їжі та гарячої води для господарських та санітарно- побутових потреб, включаючи пран- ня білизни (плита + водонагрівач)	на 1 людину за рік	8000
II. Підприємства побутового обслуговування		
Механічна пральня	1 т сухої білизни	18000
Лазня	1 помивка	40
III. Підприємства громадського харчування		
Їдальня, кафе, ресторан	1 сніданок, 1 обід, 1 вечеря	8,4
IV. Заклади охорони здоров'я		
Медичний заклад: на приготування їжі на приготування гарячої води для го- сподарсько-побутових потреб і ліку- вальних процедур (без прання білиз- ни)	на 1 койку за рік	3200
	на 1 койку за рік	9200
V. Хлібокомбінат		
На випічку хлібобулочних виробів	на 1 т	5450

Примітки:

1. Навантаження пральні визначене з умови обробки 150 кг сухої білизни на 1 людину за рік (150 т на 1000 мешканців) і 25% від числа мешканців, які користуються послугами пральних, тобто $150 \times 0,25 = 37,5$ т на рік на 1000 газопостачальних мешканців.

2. Навантаження лазні визначене з умови 52 помивок на рік на 1 людину і 25% від числа мешканців, що користуються лазнями ($52 \times 1000 \times 0,25 = 13\ 000$ помивок на 1000 газопостачальних мешканців на рік).

3. Навантаження медичного закладу визначене за нормативом - 10 ліжок на 1000 мешканців.

4. Навантаження хлібокомбінату визначене за умови норми випічки хлібо-булочних виробів 0,75 т на 1000 мешканців на добу ($0,75 \times 365 = 274$ т на рік).

5. Навантаження їдалень, ресторанів і кафе визначене за умови відвідування останніх 25% населення ($0,25 \times 1050 \times 365 = 95812$ мешканців на рік).

2.2. Визначення річних і часових витрат газу на побутові та комунальні потреби населення

При проєктуванні системи газопостачання необхідно визначити розрахункові годинні витрати газу на всіх ділянках системи газопостачання.

Загальне споживання на побутові та комунальні потреби населення умовах розділяють на два види: до 1-го відносять витрату газу на господарсько-побутові та дрібні комунальні потреби населення, до 2-го - підприємства комунального господарства з розрахунковою годинною витратою газу, що перевищує $150 \text{ м}^3/\text{год}$.

Для газопостачання 1-го виду споживачів застосовують, в основному, мережі низького тиску (менше 5кПа). Останнім часом для цього розроблена прогресивна схема газопостачання середнього тиску з використанням будинкових регуляторів тиску.

Для 2-го виду споживачів використовуються мережі середнього або високого тиску.

					ВКР.144.6241м.05.02.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Визначення витрат газу на побутові та комунально-побутові потреби ускладнене тому, що багато факторів впливають на споживання газу (тип встановлених у квартирі газових приладів, ступінь благоустрою і населеності квартир, ступінь охоплення споживачів централізованим теплопостачанням, характер об'єкта, ступінь розвитку комунально-побутового обслуговування населення, уклад життя населення).

Розрахункові годинні витрати газу можна визначити: за річними нормами газу споживачами; за номінальними витратами газу газовими приладами; за тепловою продуктивністю газоспоживаючих установок і укрупненими показниками.

Витрата газу на опалення і вентиляцію будівель визначаються з наявної житлової площі.

Визначення витрат газу за номінальним витратам газових приладів виробляється в тому випадку, коли відомі їх кількість і тип. При відсутності таких даних витрата газу визначається за річними нормами відповідно з [10].

Протягом усього року газ споживається нерівномірно. Розрізняють сезонну, добову і годинну нерівномірність. Сезонна нерівномірність споживання газу на опалення викликається підвищенням газоспоживання в зимові місяці, яке змінюється відповідно температурі зовнішнього повітря.

Нерівномірність споживання газу по днях тижня викликана підвищенням витрати газу на господарсько-побутові потреби населення в передвихідні та передсвяткові дні, а також залежить від режиму роботи промислових підприємств.

Нерівномірність споживання газу по годинах доби виникає від зниження витрати газу в нічний час на господарсько-побутові потреби населення, а також залежить від режиму роботи промислових підприємств. Тому для забезпечення безперебійності постачання споживачів система газопостачання розраховується на максимальну годинну витрату газу.

За максимальну годинну витрату газу приймається середня витрата газу за годину максимального споживання.

При розрахунку систем розподілу газу дуже часто представляється можливим встановити число квартир, які підлягають газопостачанню і, тим більше, газових приладів (особливо для знову проєктованих районів і міст).

Таблиця 2.2

Значення коефіцієнта годинного максимуму для населення $K_{\max}$

Число осіб (споживачів газу), тис. чол.	Значення $K_{\max}$
1	1/1800
2	1/2000
3	1/2050
5	1/2100
10	1/2200
20	1/2300
30	1/2400
40	1/2500
50	1/2600
100	1/2800

Тому при проєктуванні системи розподілу газу на побутово-господарчі та комунальні потреби рекомендується визначати як частку річної витрати за формулою:

$$V_{\text{час}}^{\max} = K_{\max} \cdot V_{\text{год}}$$

де $V_{\text{час}}^{\max}$ - максимальна розрахункова годинна витрата газу при температурі 0°C і тиску газу 0,1 МПа, м³/год.

$K_{\max}$ - коефіцієнт годинного максимуму (коефіцієнт переходу від річної витрати до максимальної годинної витрати газу), приймається за табл. [10].

$V_{\text{год}}$ - річна витрата газу, м³/рік.

Річні витрати газу для житлових будинків, підприємств побутового обслуговування населення, громадського харчування, хлібокомбінату, а також закладів охорони здоров'я визначаються за нормами теплоти, наведеним у табл. 2.1. Крім

перерахованих споживачів, в будь-якому населеному пункті є ще ряд дрібних підприємств, врахувати які неможливо. У зв'язку з цим при розрахунку річних витрат газу витрату газу на ці підприємства слід приймати в розмірі до 5% від сумарної витрати теплоти на житлові будинки.

Значення коефіцієнта годинного максимуму для підприємств комунального господарства приймається за табл. 2.3.

Таблиця 2.3

Коефіцієнт годинного максимуму для комунальних підприємств

Підприємства	Коефіцієнт годинного максимуму витрати газу
Громадське харчування	1/2000
Лазня	1/2700
Медичний заклад	1/2500...1/3500
Пральня	1/2900
Хлібокомбінат	1/6000

Річна витрата газу, $V_{год}, м^3/год.$:

$$V_{год} = \frac{Q_i \cdot m}{Q_n^p},$$

де Q_i - річна норма витрати тепла на побутове та комунально-побутове споживання, кДж/год. (табл. 2.1);

m – кількість розрахункових одиниць споживання газу;

Q_n^p - нижча теплота згоряння газу, кДж/м³.

2.3. Визначення годинної витрати газу на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання

Годинні витрати теплоти на житлові райони населених пунктів визначаються за укрупненими показниками [7].

Максимальна годинна витрата теплоти на опалення житлових та громадсь-

ких будівель Q_o , кДж/год., при $t_{н.р.о}$ визначається з виразу:

$$Q_o = Q_o^{\text{жил}} + Q_o^{\text{общ}},$$

де $Q_o^{\text{жил}}, Q_o^{\text{общ}}$ - витрати теплоти на опалення житлових та громадських будівель відповідно.

Для житлових будинків витрата теплоти на опалення, кДж /год, визначається за формулою:

$$Q_o^{\text{жил}} = 3.6 \times q_o \times F,$$

де q_o - укрупнений показник максимально-годинної витрати тепла, кДж/м³ год;

F - площа опалювальних або вентильованих будівель, м².

Витрата теплоти на опалення громадських будівель розраховується за формулою:

$$Q_o^{\text{общ}} = K_1 \times Q_o^{\text{общ}},$$

де K_1 - коефіцієнт, що враховує витрату теплоти на опалення громадських будівель, при відсутності даних приймається рівним 0,25.

Максимальна годинна витрата газу на опалення житлових та громадських будівель, м³/год, визначається за формулою:

$$V_{\text{час}}^o = \frac{Q_o}{Q_p^H \times \eta},$$

де Q_p^H - нижча теплота згоряння газу, кДж/м³;

η - ККД котельних агрегатів, приймається рівним 0,8... 0,85.

Максимальна годинна витрата теплоти на вентиляцію громадських будівель, кДж /, визначається за формулою:

$$Q_v^{\text{общ}} = K_1 \times K_2 \times Q_o^{\text{жил}},$$

де K_2 - коефіцієнт, що враховує витрату теплоти на вентиляцію, за відсутності даних приймається рівним 0,6.

Максимальна годинна витрата газу, м³/год, на вентиляцію:

$$V_{\text{час}}^{\text{вент}} = \frac{Q_v^{\text{общ}}}{Q_p^H \times \eta}.$$

					ВКР.144.6241м.05.02.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Максимальна годинна витрата теплоти, кДж/год, на гаряче водопостачання житлових і громадських будівель визначається:

$$Q_{г.в.} = (2...2,4) \times 3,6 \times q_{г.в.} \times N \text{ (\% охоплення)},$$

де $q_{г.в.}$ - укрупнений показник максимального теплового потоку на гаряче водопостачання, Вт/чол., залежить від норм споживання гарячої води.

Максимальна годинна витрата газу, м³/год, на гаряче водопостачання визначається за формулою:

$$V_{\text{час}}^{\text{г.в.}} = \frac{Q_{г.в.}}{Q_p^H \times \eta}.$$

Значення при визначенні видатків газу на вентиляцію та гаряче водопостачання приймається рівним 0,8 ... 0,85, так як джерелом теплоти є котельня.

Результати годинних витрат газу на всі види споживання представлені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

Годинні витрати газу

	Споживачі газу	Позн.	Величина, м ³ /год.
1.	Побутове споживання	$V_{\text{побут.}}$	156,6
2.	Комунально-побутове споживання	$V_{\text{ком.побут}}$	267,4
3.	Центральне опалення	$V_{\text{оп}}$	995,8
4.	Вентиляція	$V_{\text{вент}}$	119,5
5.	Централізоване гаряче водопостачання	$V_{\text{ГВП}}$	360,4
6.	Теплопостачання промислового підприємства		393,0
7.	Централізоване теплопостачання (гр.3+4+5+6)		1475,7
	Всього		2292,7

2.4. Розрахунок котельні

2.4.1. Основні проєктні рішення та вихідні параметри

Проєктом передбачено реконструкція системи газопостачання котельні. Встановлення водогрійних котлів та допоміжного обладнання: лічильників, мережевих насосів, живильних насосів, циркуляційних та рециркуляційних насосів, теплообмінних апаратів, баків акумуляторів, розширювальних баків, обладнання хімводопідготовки, а також регулюючої арматури.

Тривалість опалювального періоду 182 доби.

Як теплоносії для систем опалювання використовуються два контури:

Теплоносій первинного контуру системи теплопостачання (для підживлення котла) – гаряча вода з параметрами 105-80°C.

Теплоносій вторинного контуру (система теплопостачання споживачів) – гаряча вода з параметрами 95-70°C.

Витрата мережевої води – 104 м³/год.

Паливо для котельні – природний газ з теплотворною здатністю 8050 ккал/м³. Витрати газу по котельній при максимальній загрузці 360 м³/год. Тиск газу на вводі 0,05 МПа, для котлів необхідний газ низького тиску – 2000 Па.

Розрахункова теплопродуктивність котельні – 3,0 МВт.

Теплова схема котельної включає систему котельного устаткування і трубопроводів, що визначають вироблення і передачу споживачу теплоносіїв заданих параметрів.

Для детального підбору обладнання необхідно виконати розрахунки:

- розрахунок теплової схеми на чотирьох режимах;
- тепловий баланс приміщень котельні;
- гідравлічний розрахунок системи опалення;
- розрахунок поверхні нагріву та підбір опалювальних приладів.

					ВКР.144.6241м.05.02.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

При гідравлічному розрахунку системи, її розподіляють на ділянки постійної витрати води. Головне циркуляційне коло – це є коло найбільш погане з гідродинамічної точки зору. В ньому мають місце максимально великі витрати тиску. Розрахунок виконується типово:

1. Розробляється аксонометрична схема.
2. Розраховується теплове навантаження Q .

Проектні рішення:

1. Тепломеханічну частину проєкту розробити на основі завдання на проєктування, архітектурно-будівної частини проєкту, вимог підприємства, виробників обладнання та у відповідності з вимогами ДБН В.2.5-77:2014 Котельні, НПАОП 0.00-1.81-18 Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском.

2. Для обліку відпрацьованої теплової енергії в котельній передбачений вузол обліку з електромагнітним лічильником теплової енергії.

3. У вищих точках трубопроводів котельні встановити повітрязбірники з автоматичними повітря відводами та арматурою діаметром 15 для відпуску повітря, а в нижніх точках – арматурою діаметром 25 для спуску води.

4. Трубопроводи системи теплопостачання прийняти зі сталевих електрозварних труб по ДСТУ 8943:2019 та сталевих водогазопровідних труб по ДСТУ 8936:2019.

5. Для захисту від корозії трубопроводи покрити масляно-бітумним покриттям БТ-177 ОСТ 6-10-462-79 в два шари та ізолювати теплоізоляцією «Rockwool».

6. На трубопроводах вказати умовне позначення середовищ та напрямків потоків.

7. Джерелом водопостачання котельні є існуюче введення господарсько-протипожежного водопроводу діаметром 80.

Холодна вода використовується:

- для внутрішнього пожежогасіння;

					ВКР.144.6241м.05.02.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

- для підживлення системи теплопостачання, після пом'якшення у водопідготовчій установці;

- для власних потреб котельні.

8. Для обліку загальних втрат води на вводі в котельню встановити водомірний вузол з водоміром СК-32-Х. Для обліку втрат води на власних потреб котельної встановити водомірний вузол з лічильником СК-15-Х. Для гарячого водопостачання душової кабінки запроєктована установка електричного бойлера в побутовому приміщенні котельні.

9. В котельні запроєктована система побутової та виробничої каналізації.

10. Було запропоновано перехід з відкритої системи теплопостачання до незалежної схеми закритої системи.

11. Передбачається реконструкція внутрішньої системи газопостачання котельної у зв'язку з заміною котлів. Газове обладнання має сертифікат України та необхідну автоматику безпеки.

12. В існуючому приміщенні ГРП передбачається встановлення вузла редуцирування для зниження тиску середнього на низький з регулятором РДУК2-100 з сідлом діаметру 50мм, ПВК-100, ПСК-50; та вузла обліку витрати газу з лічильником «Курс-01» G-160-А-ЛП з коректором СПГ-741.

13. В приміщенні запроєктована система припливно-витяжна вентиляція з природним спонуканням з розрахунку трикратного повітрообміну.

14. Труби газопроводів повинні бути випробувані гідравлічним тиском на заводі виробника у відповідності к вимогам стандарту. Монтаж газопроводів виробляти у відповідності до вимог ДБН В.2.5-20-2001 Газопостачання.

2.4.2. Вимоги ДБНУ до систем

Вимоги ДБНУ до системи теплопостачання

Ці норми поширюються на проєктування теплових мереж та споруд, які транспортують: гарячу воду з температурою до 200°C і тиском до 2,5МПа; водяну пару з температурою до 440°C і тиском до 6,3МПа.

					ВКР.144.6241м.05.02.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Вимоги охоплюють водяні (включно з мережами гарячого водопостачання), парові та конденсатні теплові мережі від вихідної запірної арматури джерел теплоти (зовнішніх колекторів або стін) до вхідної запірної арматури теплових пунктів будівель і споруд.

Гідравлічні розрахунки та параметри

Втрати тиску

Питомі втрати тиску на тертя для водяних теплових мереж визначаються на основі техніко-економічних розрахунків.

Для діючих мереж допускається приймати величину питомих втрат тиску на основі результатів випробувань.

Діаметри подавального і зворотного трубопроводів двотрубних водяних мереж (при сумісній подачі теплоти на опалення, вентиляцію та ГВП) зазвичай приймаються однаковими.

Умовний прохід у теплових мережах має бути не менше 32мм (незалежно від розрахункової витрати теплоносія).

Для циркуляційних трубопроводів гарячого водопостачання (ГВП) — не менше 25мм.

Статичний тиск

Статичний тиск у водяних системах теплопостачання не повинен перевищувати допустимий тиск для обладнання джерела теплоти, мереж, теплових пунктів і систем споживачів (опалення, вентиляції, ГВП), безпосередньо приєднаних до мереж, та має забезпечувати їхнє заповнення водою.

Статичний тиск визначається умовно для температури води до 100°C.

Якщо статичний тиск перевищує допустимі межі, слід передбачати розподіл водяних мереж на незалежні зони.

Для підтримки тиску в зонах, відключених від джерела теплоти, у вузлах розподілу (розтину) слід передбачати підживлювальні пристрої з використанням води з теплових мереж суміжної зони, приєднаної до джерела теплоти.

					ВКР.144.6241м.05.02.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Робочий тиск

Тиск води в подавальних трубопроводах (при роботі мережних насосів) приймається з умов нескипання води при її максимальній температурі в будь-якій точці подавального трубопроводу, обладнанні джерела теплоти та приладах споживачів. Тиск води у зворотних трубопроводах (при роботі мережних насосів) має бути:

Надмірним (не менше 0,05МПа).

Не перевищувати допустимого тиску в системах споживачів.

Забезпечувати заповнення місцевих систем.

У відкритих системах теплопостачання (у неопалювальний період) тиск води у зворотному, подавальному та циркуляційному трубопроводах ГВП має бути не менше ніж на 0,05МПа більше статичного тиску систем ГВП споживачів.

Тиск і температура води на всмоктуючих патрубках насосів (мережних, підживлювальних, підкачувальних, змішувальних) не повинні перевищувати допустимих умов міцності конструкцій насосів.

Гідравлічні Режими (П'єзометричні Графіки)

Гідравлічні режими водяних теплових мереж розробляються для: опалювального періоду; неопалювального періоду; аварійних режимів;

Для відкритих систем додатково розробляються два режими:

При максимальному водорозборі з подавального трубопроводу в опалювальний період.

При максимальному водорозборі зі зворотного трубопроводу в опалювальний період.

Визначення тиску насосів

Мережні насоси

Тиск мережних насосів визначається для опалювального і неопалювального періодів і дорівнює сумі втрат тиску:

- в установках на джерелі теплоти;
- у подавальному та зворотному трубопроводах до найбільш віддаленого споживача;

					ВКР.144.6241м.05.02.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

- у системі споживача (включаючи втрати в теплових пунктах і насосних) при сумарних розрахункових витратах води.

Якщо на теплових мережах встановлюються підкачувальні насоси, натиск мережних насосів на джерелах теплоти зменшується на величину робочого натиску підкачувального насоса.

Підкачувальні насоси

Тиск підкачувальних насосів (на подавальному і зворотних трубопроводах) визначається за п'єзометричними графіками при максимальних витратах води, з урахуванням гідравлічних втрат в обладнанні та трубопроводах джерела теплоти.

Підживлювальні насоси

Тиск визначається з умов підтримки статичного тиску у водяних мережах і перевіряється для умов роботи мережних насосів в опалювальний та неопалювальний періоди.

Примітка: Допускається передбачати установку окремих груп підживлювальних насосів з різними натисками для опалювального, неопалювального періодів і статичного режиму.

Змішувальні насоси

Натиск насосів-змішувачів (на перемичці) визначається за найбільшим можливим перепадом тиску між подавальним і зворотним трубопроводами у вузлі установки насоса.

Перепад тиску на введенні

При визначенні натиску мережних насосів (для елеваторного приєднання систем опалення) перепад тиску на введенні двотрубних водяних мереж у будівлі приймається рівним розрахунковим втратам тиску на введенні і в місцевій системі з коефіцієнтом 1,5, але не менше 0,15МПа.

Продуктивність та кількість насосів

Продуктивність (подача)

Закриті системи: подача робочих підживлювальних насосів приймається рівною розрахунковій витраті води на компенсацію витоку з теплової мережі.

					ВКР.144.6241м.05.02.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Відкриті системи: подача робочих підживлювальних насосів дорівнює сумі максимальної витрати води на ГВП та розрахункової витрати води на компенсацію витоку.

Примітка: При визначенні продуктивності мережних насосів у відкритих системах слід перевіряти необхідність обліку додаткової витрати води для вакуумних деаераторів.

Кількість насосів уточнюється з урахуванням їхньої спільної роботи на теплову мережу.

Таблиця 2.5

Тип насосів	Кількість	Резерв	Додаткові умови
Мережні	Не менше 2	1	При 5 робочих насосах в одній групі резервний насос допускається не встановлювати
Підкачувальні та змішувальні	Не менше 3	1	Резервний насос передбачається незалежно від числа робочих насосів
Підживлювальні (закриті)	Не менше 2	1	-
Підживлювальні (відкриті)	Не менше 3	1	-
Підживлювальні у вузлах розподілу (закриті)	1	Без резерву	-
Підживлювальні у вузлах розподілу (відкриті)	2	1 робочий, 1 резервний	-

Вимоги ДБНУ до газопостачання

Загальні вимоги до надземних газопроводів

Надземні газопроводи прокладають на окремо стоячих опорах, етажерках і колонах з негорючих матеріалів або по стінах будівель.

Прокладка газопроводів по стінах будівель

Тип будівлі та категорія пожежної небезпеки	Максимальний тиск газу	Додаткові умови / обмеження
Виробничі (категорії Г і Д)	До 0,6 МПа	-
Громадські та житлові	До 0,3 МПа	Не нижче III ступеня вогнестійкості
Громадські та житлові	Низький тиск	IV-V ступінь вогнестійкості, умовний діаметр труб не більше 50 мм. Висота - за узгодженням з експлуатуючою організацією
Виробничі (Г і Д) та допоміжні, окремо стоячі котельні	До 0,6 МПа (високий тиск)	По глухих стінах, над вікнами/дверними отворами одноповерхових або над вікнами верхніх поверхів
Виробничі	Низький і середній тиск	Уздовж вікон, що не відкриваються, або перетин світлових отворів, заповнених склоблоками
Покриття будівель	Всі тиски	Негорючі, I і II ступеня вогнестійкості, з приміщеннями категорій Г і Д по пожежній небезпеці. На опорах висотою не менше 0,5 м

Транзитні газопроводи заборонено прокладати:

По стінах дитячих установ, лікарень, санаторіїв, навчальних закладів, будівель культурно-видовищних – всіх тисків.

По стінах житлових будівель – середнього і високого тиску.

Транзитні газопроводи (виняток): Допускається прокладка транзитних середнього тиску діаметром до 100 мм по стінах тільки однієї житлової будівлі не нижче III ступеня вогнестійкості.

Загальна заборона прокладки (всі тиски):

По будівлях зі стінами з панелей з металевою обшивкою і горючим утеплювачем.

По стінах будівель категорій А, Б і В по вибухопожежній небезпеці.

Не допускається передбачати роз'ємні з'єднання і запірну арматуру на газопроводах під віконними отворами і балконами житлових і громадських будівель.

З'єднання підземного газопроводу-введення з надземним стояком повинно бути зварним (з гнутими або круто зігнутими відведеннями). Зварні стики перевіряються неруйнівними методами.

На введеннях (на стояках надземного введення) встановлюються сталеві пробки діаметром 20-25 мм.

Висота прокладки приймається відповідно до ДБН Б.2.2-12:2019.

На вільній території (поза проїздом/проходом) на низьких опорах: не менше 0,5 м (для 1-2 труб).

Футляри (місця входів/виходів із землі):

Потрібно укласти у футляри, надземна частина не менше 0,5 м.

Кінець надземної частини ущільнюється бітумом.

Футляри не обов'язкові в місцях, де виключено механічне пошкодження; в цьому випадку ділянки покриваються захисним ізоляційним покриттям дуже посиленого типу на висоту 0,5 м.

Газ неосушений прокладається з ухилом не менше 3%, з установкою дренажних штуцерів у низьких точках і тепловою ізоляцією.

Сумісна прокладка:

З трубопроводами для корозійно-активних рідин газопроводи прокладаються збоку або вище них на відстані не менше 250 мм. При фланцевих з'єднаннях – захисні козирки.

З електричними кабелями/дротами: Згідно з вимогами ПУЕ.

Переходи через перешкоди

По залізничних мостах – не допускається.

По автомобільних мостах – згідно з ДБН В.2.3-14:2006, у місцях, що виключають скупчення газу.

По металевих/залізобетонних мостах – електрично ізольовані.

Річки (водні перешкоди): підводні або надводні (мости, окремі опори).

					ВКР.144.6241м.05.02.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Підводні переходи: на прямолінійних, стійких ділянках, що не розмиваються, з пологими берегами, перпендикулярно динамічним осям потоків.

Дві нитки: при ширині водної перешкоди 75 м і більше, пропускна здатність кожної 0,75 розрахункової витрати газу. (Резервна нитка не обов'язкова для кільцевих газопроводів, якщо забезпечується безперебійне постачання).

2.4.3. Розрахунок теплових навантажень котельні

Розрахунок теплової схеми котельні

Принципова тепла схема характеризує основний технологічний процес перетворення енергії і використання в установці теплоти робочого тіла. Теплова схема є умовним графічним зображенням основного і допоміжного обладнання, об'єднаного лініями трубопроводів робочого тіла відповідно до послідовності його руху в установці.

Метою розрахунку теплової схеми котельні є:

- визначення загальних теплових навантажень, що складаються із зовнішніх навантажень і витрат тепла на власні потреби, для обґрунтування вибору основного устаткування;
- визначення всіх теплових і масових потоків, необхідних для вибору допоміжного устаткування і визначення діаметрів трубопроводів і арматури;
- визначення вихідних даних для подальших техніко-економічних розрахунків (річного вироблення тепла, річних витрат палива і ін.).

Розрахунок теплової схеми дозволяє визначити сумарну теплопродуктивність котельні установки при декількох режимах її роботи.

Котельня призначена тільки на опалювання житлових та громадських будівель, тому розрахунки розроблені на чотири режими навантаження.

В роботі було запропоновано перехід з відкритої системи до незалежна схема закритої системи тепlopостачання. Перевагою якої є забезпечення стійкого те-

					ВКР.144.6241м.05.02.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

пло-гидравлічного режиму, індивідуального для кожної будівлі, висока надійність, зокрема, можливість збереження циркуляції з використанням тепловмісту води протягом деякого часу, зазвичай достатнього для усунення можливого аварійного пошкодження зовнішніх теплопроводів; відсутність заповітрєння системи, немає випару теплоносія.

Двоконтурна котельня - теплова схема з незалежним підключенням до теплової мережі, де котловий контур відділений від тепломережі пластинчастими теплообмінниками.

Дана схема частіше застосовується на котельних зі старими опалювальними мережами. Котлова вода нагріває мережну воду через теплообмінник, не змішуючись із нею. Тим самим котли захищаються від забруднення й накипу з раніше експлуатованих теплових мереж. Різко збільшується строк їх служби.

Закрита система теплопостачання - така система, в якій вода для гарячого водопостачання береться з міського водопроводу і підігрівається теплоносієм в поверхневих теплообмінних апаратах до необхідної температури. Циркулюючи в системі теплопостачання вода використовується лише як теплоносій. Пройшовши через підігрівачі гарячого водопостачання, нагрівальні прилади систем опалювання і віддавши там свою теплоту, вона повертається до джерела теплоти для чергового нагріву. система теплопостачання закрита від навколишнього середовища.

Внаслідок відсутності безпосереднього водоразбору і незначного витоку теплоносія через нещільності з'єднань труб і устаткування закриті системи відрізняються високою постійністю кількості і якості циркулюємої в ній мережевої води.

Опис схеми

Теплова схема котельні забезпечує приготування гарячої води із заданим діапазоном температур. Система теплопостачання двоконтурна, двотрубна, закрита. Теплоносій первинного контуру - підживлення котла - гаряча вода з параметрами 105-80°C. Теплоносій вторинного контуру - система теплопостачання споживачів - гаряча вода з параметрами 95-70°C.

					ВКР.144.6241м.05.02.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Внутрішній контур

Гріюча вода з температурою 105°C, від котлів К1 проходячи вузол обліку теплової енергії К12 надходить на теплообмінники К7, після чого циркуляційними насосами К3 подається назад у котли.

Підтримка постійної температури води на вході в котел здійснюється за допомогою рециркуляційних насосів К4 (по одному на кожний котел).

Підживлення внутрішнього контуру здійснюється через компенсатор об'єму К8 від установки ХВО котлового контуру.

Зовнішній контур

Мережева вода з тепломережі (зворотна вода) з температурою 70°C, пройшовши гребінку теплової мережі К15, поступає на всмоктування мережевих насосів К5. Мережевими насосами вода подається в два теплообмінники К7 (один – робочий, один – резервний), де вона нагрівається до необхідної температури в 95°C. Пройшовши гребінку теплової мережі К14, вода подається в тепломережу до споживача (пряма вода).

Підживлення зовнішнього контуру здійснюється вихідною водою насосами К6 (2шт), один - робочий, один - резервний, від установки ХВО , що забезпечує у робочому режимі безстічну схему роботи котельні.

Включення насоса К6 і відкриття клапана на лінії підживлення відбувається по падінню тиску в одному з контурів.

Регулювання температури теплоносія залежно від температури зовнішнього повітря здійснюється підмішуванням "зворотної" води в "пряму" за допомогою регулювального клапана. Керування роботою регулювального клапана здійснюється за допомогою засобів автоматизації.

Кожна група насосів працює в режимі автоматичного включення резерву. Перемикання насосів робочий - резервний може відбуватися як у ручному , так і в автоматичному режимі.

У котельні виконується комерційний облік тепла.

					ВКР.144.6241м.05.02.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Максимальні витрати теплоти, МВт

Навантаження	Позначення	Значення величини
Опалення житлових та громадських будівель	$Q_{o.b}^{ж+гр}$	2,88
ГВП житлових та громадських будівель: Опалювальний період	$Q_{г.в.сер}^{ж+гр}$	-
Теплий період	$Q_{г.в.сер}^{(ж+гр)л}$	-
Сумарне навантаження споживачів	ΣQ	2,88

Вихідні данні для розрахунку:

Температура повітря всередині опалювального будинку $t_{вн}$ 18 °С

Температура зовнішнього повітря $t_{зовн.}$ °С:

I режим	$t_{зовн.}=t_{p.o.}$	-20 °С	максимальний зимовий при $t_{p.o.}$ із середньою t найбільш холодного місяця $t_{сер.х.м}$
II режим	$t_{зовн.}=t_{сер.х.м}$	-10 °С	із середньою t зовнішнього повітря за опалювальний період $t_{сер.о.}$
III режим	$t_{зовн.}=t_{сер.о.}$	-6 °С	з t зовнішнього повітря в точці зламу темпер. графіка мережевої води $t_{в.зл.}$
IV режим	$t_{зовн.}=t_{в.зл.}$	-4 °С	

Максимальний (розрахунковий) відпуск теплоти на опалення
(I режим) :

$$Q_{o.b}^{ж+гр.} = 2,88 \text{ МВт}$$

Максимальна температура прямої мережевої води (I режим)

$$t_{1max} = 95 \text{ °С}$$

Мінімальна температура прямої мережевої води в точці зламу її графіка
(IV режим)

$$t_{1зл} = 70 \text{ °С}$$

Максимальна температура поворотної мережевої води (I режим)

$$t_{2max} = 70 \text{ °С}$$

Температура сирій води на вході в котельні T_1 , °C:

режими I-IV $T_{13}=5$ °C

режим V $T_{1л}=15$ °C

Температура сирій води перед хімічною очисткою

$$T_3=25 \text{ °C}$$

Питомий об'єм води в системі теплопостачання відносно сумарного відпуску на опалення

$$g_{\text{сис}} = 56000 \text{ кг/МВт}$$

Коефіцієнт зниження витікання води в системі теплопостачання

$$k_{\text{вит}} = 1 \quad (\text{режими I-IV})$$

Коефіцієнт власних потреб хімічного водоочищення

$$k_{\text{х.в}}^{\text{в.п}} = 1,2$$

Розрахункова температура гарячої води в системі місцевого теплопостачання:

із закритою системою теплопостачання $t_{\text{г.в}}^0 = 60$ °C

із відкритою системою теплопостачання $t_{\text{г.в}}^0 = 70$ °C

Температура води для підживлення

після атмосферного деаератора води для підживлення з її охолодженням та після вакуумного деаератора

$$T' = 70 \text{ °C}$$

Вид палива газ

Коефіцієнт підвищення середньодобової води на ГВП за відкритою системою теплопостачання

$$\alpha = 5$$

					ВКР.144.6241м.05.02.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Температура мережевої води

на вході в котел під час спалювання газу $t_{в.к2} = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$

Температура хімічно очищеної води перед вакуумним деаератором

$$T_4 = 65\text{ }^{\circ}\text{C}$$

Температура поворотної мережевої води після підігрівника сирої води

$$t_3 = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$$

Температура поворотної мережевої води після підігрівника хімічно очищеної води

$$t_4 = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$$

Розрахунки

Режим – 1 (при $t_{зовн} = -20\text{ }^{\circ}\text{C}$)

1. Коефіцієнт зниження витрати теплоти на опалення

$$k_{o.g} = \frac{t_{вн} - t_{зовн}}{t_{вн} - t_{p.o}} = \frac{18 - (-20)}{18 - (-20)} = 1$$

2. Сумарний відпуск теплоти та опалення

$$Q_{o.g} = 2,88\text{ MBm}$$

3. Температура мережевої води на виході з котельні за температурним графіком 95/70 $^{\circ}\text{C}$

$$t_1 = 18 + 64,5k_{o.g}^{0,8} + 12,5k_{o.g} = 18 + 64,5 \cdot 1^{0,8} + 12,5 \cdot 1 = 95\text{ }^{\circ}\text{C}$$

4. Температура поворотної мережевої води після опалення за температурним графіком 95/70 $^{\circ}\text{C}$

$$t_2^{o.g} = t_1 - 25k_{o.g} = 95 - 25 \cdot 1 = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$$

5. Розрахункова витрата мережевої води на опалення

$$G_{o.g} = \frac{Q_{o.g} \cdot 10^6}{c_g(t_1 - t_2^{o.g})} = \frac{2,88 \cdot 10^6}{4200(95 - 70)} = 27,429\text{ кг/с}$$

					ВКР.144.6241м.05.02.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

6. Розрахункова витрата мережевої води на виході с котельні

$$G_M = G_{o,6} + G_{z,6} = 27,429 + 0 = 27,429 \text{ кг/с}$$

7. Витрати води для підживлення на заповнення витоків у тепловій мережі (для режимів I-IV)

$$G_{вит} = \frac{0,75}{100 \cdot 3600} Q_{o,6} \cdot g_{сис} \cdot k_{вит} = \frac{0,75}{100 \cdot 3600} \cdot 2,88 \cdot 56000 \cdot 1 = 0,336 \text{ кг/с}$$

8. Витрати поворотної мережевої води на вході в котельню

$$G_{п.м} = G_M - G_{вит} = 27,429 - 0,336 = 27,093 \text{ кг/с}$$

9. Витрата теплоти на підігрів води у вакуумному деаераторі

$$Q_{\partial} = G_{вит} \cdot c_{\partial} (T' - T_4) \cdot 10^{-6} = 0,336 \cdot 4200(70 - 65) \cdot 10^{-6} = 0,007 \text{ МВт}$$

10. Витрати сирії води, що надходить на хімічну очистку

$$G_{c,6} = k_{x,6}^{6,n} \cdot G_{вит} = 1,2 \cdot 0,336 = 0,403 \text{ кг/с}$$

11. Витрата теплоти на підігрів сирії води

$$Q_{c,6} = G_{c,6} \cdot c_{\partial} (T_3 - T_1) \cdot 10^{-6} = 0,403 \cdot 4200(25 - 5) \cdot 10^{-6} = 0,034 \text{ МВт}$$

12. Витрати теплоти на підігрів хімічно очищеної води, що надходить у деаератор для підживлення

$$Q_{x,6,o} = G_{вит} \cdot c_{\partial} (T_4 - T_3) \cdot 10^{-6} = 0,336 \cdot 4200(65 - 25) \cdot 10^{-6} = 0,056 \text{ кг/с}$$

13. Сумарний відпуск теплоти водогрійними котлами

$$Q_K^6 = Q_{o,6} + Q_{z,6} + Q_{\partial} + Q_{c,6} + Q_{x,6,o} = 2,88 + 0 + 0,007 + 0,034 + 0,056 = 2,977 \text{ МВт}$$

14. Потрібна кількість працюючих водогрійних котлів

$$N_{к.п}^6 = \frac{Q_K^6}{Q_K^{ном}} = \frac{2,977}{1,5} = 1,98 \approx 2$$

15. Завантаження водогрійних котлів

$$k_{зав}^6 = \frac{Q_K^6}{N_{к.п}^6 \cdot Q_K^{ном}} \cdot 100 = \frac{2,977}{2 \cdot 1,5} \cdot 100 = 99\%$$

$$G_K^{ном} = 52 \text{ т/год}$$

					ВКР.144.6241м.05.02.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

16. Витрати води, що пропускається крізь усі водогрійні котли

$$G_{\text{в.к}\Sigma} = N_{\text{к.п}}^{\text{в}} \frac{G_{\text{к}}^{\text{ном}}}{3,6} = 2 \frac{52}{3,6} = 28,89 \text{ кг/с}$$

17. Кількість відключених водогрійних котлів

$$N_{\text{к.в}}^{\text{в}} = 0$$

18. Температура мережевої води на вході у водогрійні котли

$$t_{\text{в.к}2} = t_{\text{в.к}1} - \frac{Q_{\text{к}}^{\text{в}} \cdot 10^6}{c_{\text{в}} \cdot G_{\text{в.к}\Sigma}} = 70^{\circ}\text{C}$$

19. Температура мережевої води на виході з водогрійних котлів

$$t_{\text{в.к}1} = t_{\text{в.к}2} + \frac{Q_{\text{к}}^{\text{в}} \cdot 10^6}{c_{\text{в}} \cdot G_{\text{в.к}\Sigma}} = 95^{\circ}\text{C}$$

20. Витрати нагрівальної води на вакуумний деаератор

$$G_{\text{д}}^{\text{м}} = \frac{1,002 \cdot Q_{\text{д}} \cdot 10^6}{c_{\text{в}} (t_{\text{в.к}1} - T')} = \frac{1,002 \cdot 0,007 \cdot 10^6}{4200(95 - 70)} = 0,067 \text{ кг/с}$$

21. Випар з вакуумного деаератора

$$D_{\text{вип}} = 0,002(G_{\text{вип}} + G_{\text{д}}^{\text{м}}) = 0,002(0,336 + 0,067) = 0,0008 \text{ кг/с}$$

22. Витрата води на виході з вакуумного деаератора (продуктивність деаератора)

$$G_{\text{д}} = G_{\text{вип}} + G_{\text{д}}^{\text{м}} - D_{\text{вип}} = 0,336 + 0,067 - 0,0008 = 0,402 \text{ кг/с}$$

23. Витрата нагрівальної води на підігрівник хімічно очищеної води

$$G_{\text{х.в.о}}^{\text{зп}} = \frac{Q_{\text{х.в.о}} \cdot 10^6}{c_{\text{в}} (t_{\text{в.к}1} - t_4)} = \frac{0,056 \cdot 10^6}{4200(95 - 40)} = 0,24 \text{ кг/с}$$

24. Витрата нагрівальної води на підігрівник сирої води, що надходить на хімічну очистку

$$G_{\text{с.в}}^{\text{зп}} = \frac{Q_{\text{с.в}} \cdot 10^6}{c_{\text{в}} (t_{\text{в.к}1} - t_3)} = \frac{0,034 \cdot 10^6}{4200(95 - 30)} = 0,12 \text{ кг/с}$$

25. Витрата від водогрійних котлів у теплову мережу

$$G_{\text{в.к}}^{\text{м}} = G_{\text{в.к}\Sigma} - (G_{\text{д}}^{\text{м}} + G_{\text{х.в.о}}^{\text{зп}} + G_{\text{с.в}}^{\text{зп}}) = 28,89 - (0,067 + 0,24 + 0,12) = 28,46 \text{ кг/с}$$

					ВКР.144.6241м.05.02.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

26. Сумарна витрата води перед насосами мережевої води

$$G_{м.н} = G_{н.м} + G_{\partial} + G_{х.в.о}^{cp} + G_{с.в}^{cp} = 27,093 + 0,402 + 0,24 + 0,12 = 27,85 \text{ кг/с}$$

27. Температура води перед насосами мережевої води

$$t_2^{м.н} = \frac{t_2 G_{н.м} + T' G_{\partial} + t_4 G_{х.в.о}^{cp} + t_3 G_{с.в}^{cp}}{G_{м.н}} = \frac{70 \cdot 27,093 + 70 \cdot 0,402 + 40 \cdot 0,24 + 30 \cdot 0,12}{27,855} = 69,57^{\circ}\text{C}$$

28. Витрати води на рециркуляцію (режим-1)

$$G_{рец} = G_{в.к}^м - G_{м} = 28,46 - 27,43 = 1,03 \text{ кг/с}$$

29. Витрата води крізь регульований перепуск

$$G_{пер} = G_{м} \frac{t_{в.к1} - t_1}{t_{в.к1} - t_2} = 0 \text{ кг/с}$$

30. Дійсна витрата води на виході з котельні

$$G_{м}^{\partial} = G_{в.к}^м - G_{рец} + G_{пер} = 28,46 - 1,03 + 0 = 27,43 \text{ кг/с}$$

31. Непогодженість балансу

$$\delta G_{м} = \frac{G_{м}^{\partial} - G_{м}}{G_{м}} 100 = \frac{27,43 - 27,43}{27,43} \cdot 100 = 0\%$$

Таблиця 2.6

Результати розрахунків теплової схеми котельні на чотирьох режимах

Найменування величини	Позначення	Розрахункові режими			
		I	II	III	IV
1. Коефіцієнт зниження витрати теплоти на опалення	$k_{о.в}$	1	0,737	0,632	0,579
2. Сумарний відпуск теплоти на опалення, МВт	$Q_{о.в}$	2,88	2,12	1,82	1,67
3. Температура мережевої води на виході з котельні за температурним графіком 95/70°C	t_1	95	78	71	67

Найменування величини	Позначення	Розрахункові режими			
		I	II	III	IV
4. Температура поворотної мережевої води після опалення за температурним графіком 95/70 °С	$t_2^{o.6}$	70	59	55	53
5. Розрахункова витрата мережевої води на опалення, кг/с	$G_{o.6}$	27,429	27,433	27,426	26,508
6. Розрахункова витрата мережевої води на виході з котельної, кг/с	G_m	27,429	27,433	27,426	26,508
7. Витрати води для підживлення на заповнення витоків у тепловій мережі, кг/с	$G_{вит}$	0,336	0,247	0,212	0,195
8. Витрата поворотної мережевої води на вході в котельню, кг/с	$G_{п.м}$	27,093	27,186	27,214	26,313
9. Витрата теплоти на підігрів води у вакуумному деаераторі, МВт	Q_o	0,007	0,005	0,004	0,004
10. Витрати сирої води, що надходить на хімічну очистку, кг/с	$G_{c.6}$	0,403	0,296	0,254	0,234
11. Витрати теплоти на підігрів сирої води, МВт	$Q_{c.6}$	0,034	0,025	0,021	0,020
12. Витрати теплоти на підігрів хімічно очищеної води, що надходить у деаератор води для підживлення, кг/с	$Q_{x.6.o}$	0,056	0,042	0,036	0,033
13. Сумарний відпуск теплоти водогрійними котлами, МВт	Q_k^6	2,977	2,192	1,881	1,727
		ВКР.144.6241м.05.02.ПЗ			
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	Лист

Найменування величини	Позначення	Розрахункові режими			
		I	II	III	IV
14. Потрібна кількість працюючих водогрійних котлів, компл.	$N_{к,n}^6$	2	2	2	2
15. Завантаження водогрійних котлів, %	$k_{зав}^6$	99	73	63	58
16. Витрати води, що пропускається крізь усі водогрійні котли, кг/с	$G_{в.к\Sigma}$	28,89	28,89	28,89	28,89
17. Кількість відключених водогрійних котлів	$N_{к,в}^6$	0	0	0	0
18. Температура мережевої води на вході у водогрійні котли, °С	$t_{в.к2}$	70	77	79	81
19. Температура мережевої води на виході з водогрійних котлів, °С	$t_{в.к1}$	95	95	95	95
20. Витратат нагрівальної води на вакуумний деаератор, кг/с	G_o^M	0,067	0,048	0,038	0,038
21. Випар з вакуумного деаератора, кг/с	$D_{вип}$	0,0008	0,0006	0,0005	0,0005
22. Витрата води на виході з вакуумного деаератора, кг/с	G_o	0,402	0,289	0,245	0,233
23. Витрата нагрівальної води на підігрівник хімічно очищеної води, кг/с	$G_{х.в.о}^{2p}$	0,24	0,182	0,156	0,143
24. Витрата нагрівальної води на підігрівник сирої води, що надходить на хімічну очистку, кг/с	$G_{с.в}^{2p}$	0,12	0,092	0,077	0,073
					Лист
ВКР.144.6241м.05.02.ПЗ					
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата	

Найменування величини	Позначення	Розрахункові режими			
		I	II	III	IV
25. Витрата води від водогрійних котлів у теплову мережу, кг/с	$G_{в.к}^M$	28,46	28,57	28,62	28,64
26. Сумарна витрата води перед насосами мережевої води, кг/с	$G_{м.н}$	27,85	27,75	27,69	26,76
27. Температура води перед насосами мережевої води, °C	$t_2^{M.н}$	69,57	59,18	54,82	52,04
28. Витрата води на рециркуляцію, кг/с	$G_{рец}$	1,03	14,4	18,06	19,48
29. Витрата води через регульований перепуск, кг/с	$G_{пер}$	0	12,95	16,65	17,26
30. Дійсна витрата води на виході з котельної, кг/с	G_m^{∂}	27,43	27,08	27,21	26,42
31. Непогодженість балансу, %	δG_m	0	1,28	1,0	0,5

Висновки за розділом

1. Визначення витрат газу та нерівномірність споживання

Основною характеристикою для розробки системи газопостачання є визначення річного об'єму споживання газу.

Споживання газу в населеному пункті поділяється на кілька груп: населенням, підприємствами комунального господарства, на опалення/вентиляцію, гаряче водопостачання та промисловими підприємствами.

Річні витрати газу на побутові та комунально-побутові потреби визначаються за усередненими нормами витрати теплоти, отриманими з практики, оскільки багато факторів не піддаються теоретичному підрахунку.

					ВКР.144.6241м.05.02.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Для проектування системи газопостачання необхідно визначити розрахункові годинні витрати газу. Максимальна годинна витрата газу визначається як середня витрата газу за годину максимального споживання.

Протягом року споживання газу є нерівномірним (сезонна, добова і годинна нерівномірність). Сезонна нерівномірність пов'язана з підвищенням газоспоживанням взимку на опалення.

Надані нормативні річні витрати газу для різних споживачів.

Представлені значення коефіцієнтів годинного максимуму ($K_{\max}$) для населення (залежно від кількості осіб) та для підприємств комунального господарства.

2. Визначення годинної витрати газу на опалення, вентиляцію та ГВП

Годинні витрати теплоти на житлові райони визначаються за укрупненими показниками.

Наведені формули для розрахунку максимальної годинної витрати теплоти на опалення житлових та громадських будівель, а також на вентиляцію та гаряче водопостачання.

Максимальна годинна витрата газу на ці потреби визначається через відповідні максимальні годинні витрати теплоти, нижчу теплоту згоряння газу та ККД котельних агрегатів ($\eta=0,8...0,85$).

Загальна годинна витрата газу на всі види споживання (побутове, комунально-побутове, центральне опалення, вентиляція, централізоване ГВП, теплопостачання промпідприємства) становить 2292,7 м³/год.

3. Розрахунок котельні та теплової схеми

Проектом передбачено реконструкцію системи газопостачання котельні із заміною котлів та встановленням допоміжного обладнання.

Котельня працює на природному газі з теплотворною здатністю 8050 ккал/м³. Розрахункова теплопродуктивність котельні становить 3,0 МВт.

Запропоновано перехід з відкритої системи теплопостачання до незалежної закритої схеми.

Теплова схема котельні є двоконтурною (котел-теплообмінник-мережа), що захищає котли від забруднення та накипу старих теплових мереж.

					ВКР.144.6241м.05.02.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Параметри теплоносія: первинний контур (котел) 105–80°C, вторинний контур (споживачі) 95–70°C.

Розрахунки теплової схеми виконані для чотирьох режимів навантаження (при різних зовнішніх температурах).

Максимальне (розрахункове) теплове навантаження на опалення становить 2,88 МВт (І режим, при $t_{\text{зовн}} = -20^\circ\text{C}$).

Результати розрахунків теплової схеми на чотирьох режимах підтверджують, що потрібна кількість працюючих котлів – 2, а завантаження котлів змінюється від 99% (І режим) до 58% (IV режим).

					ВКР.144.6241м.05.02.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

					ВКР.144.6241м.05.03.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
					Розрахунковий розділ	Літ.	Арк.	Аркушів
Студент	Міхай Г.М.							
Керівник	Шаповалов ЮО					НУК		
Консульт.								

РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ

3.1. Гідравлічний розрахунок газопроводів

3.1.1. Гідравлічний розрахунок кільцевої мережі газопроводів середнього тиску

Газові мережі високого (середнього) тиску являються верхнім рівнем системи газопостачання населеного пункту. Для великих та середніх населених пунктів їх проєктують кільцевими (резервованими), і тільки для малих вони можуть прокладатися в вигляді розгалужених мереж.

Розрахунковий перепад тиску для мереж високого (середнього) тиску визначають виходячи з умови створення при допустимих перепадах тиску найбільш економічної та надійної в експлуатації системи, що забезпечує стійку роботу ГРП та ГРУ. Тому початковий тиск слід приймати максимальним по [3] для даного виду газопроводу, а кінцевий тиск таким, щоб при максимальному навантаженні мережі забезпечувався мінімально допустимий тиск газу перед регуляторами ГРП та ГРУ. В більшості випадків перед ГРП достатньо мати надлишковий тиск приблизно 0,15...0,2МПа.

При розрахунку кільцевої мережі необхідно залишати резерв тиску для збільшення пропускної здатності системи газопостачання при аварійних гідравлічних режимах. Прийнятий резерв перевіряється розрахунком у стані найбільш несприятливих аварійних ситуацій, які виникають при виключенні головних ділянок мережі.

Через короткострокові аварійні ситуації допускається деяке зниження якості системи, що оцінюється коефіцієнтом забезпеченості $K_{об}$, який залежить від категорії споживачів.

При аварійній ситуації диспетчерською службою приймаються заходи зі скорочення споживання газу. Таке скорочення можливо проводити зменшенням подачі тепла на опалення та гаряче водопостачання будівель, призупиненням роботи допоміжних служб промислових споживачів або переводом їх на резервне

					ВКР.144.6241м.05.03.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

паливо. Але у всіх випадках режим тиску в газовій мережі повинен забезпечувати нормальну роботу газопальникових пристроїв невідключених агрегатів.

Для комунально-побутових споживачів $K_{об} = 0,8 \dots 0,85$, для опалювальних котельних $K_{об} = 0,7 \dots 0,75$, а для промислових споживачів, які мають резервне паливо, $K_{об} = 0$. При відсутності резервного палива скорочення подачі газу залежить від скорочення подачі тепла на опалення. Для технологічних потреб скорочувати подачу газу не слід. Таким чином, $K_{об}$ може бути визначений для всіх споживачів і можливо розрахувати аварійні гідравлічні режими.

Для однокільцевого газопроводу приймають два розрахункових аварійних режими: при відключенні головних ділянок мережі зліва та справа від точки живлення. Так як при цьому однокільцевий газопровід перетворюється в тупиковий, діаметр кільця можливо визначити із розрахунку аварійного режиму при лімітованому газопостачанні.

Основними вихідними даними для гідравлічного розрахунку газопроводів середнього тиску є: схема мережі, розрахункові витрати газу всіх споживачів и перепад тиску в мережі, тобто різниця тиску на виході газу з ГРС та в самій віддаленій від неї точці споживання по схемі.

Використовуючи розрахункову витрату газу та питому втрату тиску на ділянці, визначають діаметри ділянок і уточнюють втрати тиску на них.

Гідравлічний розрахунок газопроводів середнього тиску по області турбулентного режиму руху газу проводять за формулою:

$$\frac{P_n^2 - P_k^2}{L} = 1,4 \times 10^{-5} \times \left(\frac{K_e}{d} + 1922 \times \frac{v \times d}{Q} \right)^{0.25} \times \left(\frac{Q^2 \times \rho}{d^5} \right)$$

де P_n, P_k – абсолютний тиск газу в началі та кінці газопроводу, МПа;

L – довжина розрахункової ділянки, км;

K_e – еквівалентна абсолютна шорсткість внутрішньої поверхні стінки труби, см;

d – внутрішній діаметр газопроводу;

v – коефіцієнт кінематичної в'язкості, m^2/s ;

Q – витрата газу, $nm^3/год.$;

ρ – щільність газу, kg/m^3 , при температурі $0^\circ C$ та тиску $101,3$ кПа.

					ВКР.144.6241м.05.03.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Розрахунок за приведеною формулою потребує значного часу і достатньо трудомісткий. Тому для розрахунку газопроводів середнього і високого тиску використовують номограми, складені для найбільш розповсюджених в газовій техніці труб.

Втрати тиску в місцевих опорах рекомендується враховувати шляхом збільшення довжини газопроводів на 10%, тобто приведена довжина розрахункової ділянки більше дійсної в 1,1 рази.

Розрахунок однокільцевої мережі газопроводів виконується в наступній послідовності:

1. Складається розрахункова схема газопровідної мережі: нумеруються ділянки, проставляються їх розрахункові довжини, виписуються розрахункові витрати газу кожним споживачем.

2. Проводиться попередній розрахунок діаметра кільця по наближеним залежностям

$$Q_{\text{розрах}} = 0,59 \times \sum K_{\text{заб } i} \times Q_i$$

$$R = \frac{P_n^2 - P_k^2}{l_k},$$

де $Q_{\text{розрах}}$ – розрахункова витрата газу, $\text{нм}^3/\text{год}$;

$K_{\text{заб } i}$ – коефіцієнти забезпеченості газом споживачів;

Q_i – розрахункові витрати газу споживачами, $\text{нм}^3/\text{год}$;

P_n, P_k – абсолютний тиск газу в началі та кінці мережі, кПа ;

l_k – протяжність розрахункового кільця, м ;

1,1 – коефіцієнт, враховуючий місцеві опори;

0,59 – наближене значення коефіцієнта α в формулі визначення розрахункової витрати, коли газопровід несе путьове навантаження.

При цьому слід приймати діаметр кільця постійним. Якщо це не вдається, то ділянки газопроводів, розташовані діаметрально протилежно точці живлення слід приймати меншого діаметра, але не менш 0,75 діаметра головної ділянки.

					ВКР.144.6241м.05.03.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

3. Виконуються два варіанта гідравлічного розрахунку аварійних режимів при вимкнених головних ділянках зліва та справа від точки живлення. При цьому кільцева мережа становиться тупиковою, при якій потоки газу двинуться від головного ГРП до крайніх точок. Визначаються сумуванням розрахункові витрати газу кожної ділянки мережі, починаючи операцію від кінця тупика по напрямку до головного ГРП. Діаметри ділянок коректуються так, щоб тиск газу у останнього споживача не знижувався нижче мінімально допустимого значення. Для всіх відгалужень розраховуються діаметри газопроводів на повне використання перепаду тиску при лімітованому відборі газу.

4. Розраховується розподіл потоків газу при нормальному режимі роботи мережі та визначається тиск газу у всіх вузлових точках.

5. Провіряються діаметри відгалужень до споживачів при розрахунковому гідравлічному режимі. У випадку необхідності діаметри відводів збільшуються до необхідних розмірів.

У зв'язку з тим, що вказані номограми складені для розрахунку сталевих газопроводів, отримані значення діаметрів, через більш низький коефіцієнта шорсткості поліетиленових труб, слід зменшити на 5...10%.

Гідравлічний розрахунок кільцевих мереж газопроводів слід виконувати з ув'язкою тиску газу в вузлових точках розрахункових кілець при максимальному використанні допустимої втрати тиску газу. Неув'язка втрат тиску в кільці допускається до 10%.

При виконанні гідравлічного розрахунку наземних і внутрішніх газопроводів з урахуванням ступеня шуму, створеного рухом газу, слід приймати швидкість руху газу:

- не більш 7 м/с для газопроводів низького тиску;
- 15 м/с - для газопроводів середнього тиску;
- 26 м/с - для газопроводів високого тиску.

Навантаження розподілені наступним чином:

на ШРП №1 – 101,8 м³/год.;

на ШРП №2 – 22 м³/ год.,

на ШРП №3 – 101,8 м³/ год.;

на ШРП №4 – 18,2 м³/ год.;

на ШРП №5 – 161 м³/ год.;

на ШРП №6 – 18,2 м³/ год.;

Котельня №1 – 727,9 м³/ год.;

Котельня №2 – 727,9 м³/ год.;

Промислове підприємство – 392 м³/год.;

Розрахункова витрата газу споживачами $\sum V_{\text{розрах}} = 2292,7 \text{ м}^3/\text{год.};$

Таблиця 3.1

Розрахункові довжини ділянок

№ діл	Довжина ділянки кільця										Довжина ділянки відгалужень								
	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-1	2-11	3-12	4-13	5-14	6-15	7-16	8-17	9-18	10-19
l,м	224	257	142	124	258	218	97	180	18	92	11	113	95	113	11	67	23	70	23

$$\sum l = 1610 \text{ м}$$

Визначимо діаметр кільця по розрахунковій витраті:

$$V_{\text{розрах}} = 0,59 \times 0,7 \times 2268,5 = 937 \text{ м}^3/\text{год.},$$

та питомому спаду квадрату тиску:

$$R = \frac{300^2 - 100^2}{1,1 \times 1610} = 45,17 \text{ кПа}^2/\text{м}.$$

Втрати тиску на місцеві опори прийняті в розмірі 10% від лінійних витрат.
Діаметр газопроводу визначаємо за номограмою, він рівний 160 мм.

					ВКР.144.6241м.05.03.ПЗ					Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата						

Проводимо розрахунки для аварійних режимів при відключенні головних ділянок 1-10 та 1-2. Вузлові витрати на ділянках приймаємо рівними $0,7 V_{\text{розр}}$.

При відключенні ділянки 1-10 кільцева мережа становиться тупиковою. За вибраним діаметром та витратою на ділянці за номограмою визначаємо величину питомого спаду квадрата тиску та тиску в кінці ділянки за формулою:

$$P_k = \sqrt{P_n^2 - 1,1 \times L \times R_d},$$

де P_k – тиск в кінці ділянки, Па;

L – довжина ділянки, м;

R_d – дійсна величина питомого спаду квадрата тиску, $\text{кПа}^2/\text{м}$.

В ході розрахунку визначилося, що кільцевий газопровід діаметром 160 мм забезпечує необхідний тиск в кінцевих точках.

Розраховуємо діаметри відгалужень для аварійних режимів при подачі газу споживачам в об'ємі:

$$V = K_{\text{заб}} \times V_{\text{розр}}, \text{ м}^3/\text{год.}$$

Визначимо тиск газу в началі всіх відгалужень. Із порівняння двох значень початкових тисків для кожного відгалуження $P_{\text{н.отв.}}$ вибираємо найменше. Для цього тиску і підбираємо діаметр відгалуження при умові, щоб тиск в кінці відгалуження $P_{\text{к.отв.}}$ був не менш 100кПа. Крім того, діаметри менш 63 мм не проєктуємо.

Результати розрахунку представлені в таблиці 3.2.

					ВКР.144.6241м.05.03.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Гідравлічний розрахунок кільцевої мережі середнього тиску

№ діл.	Відключена ділянка 1-10					Відключена ділянка 1-2					
	d, мм	L _{діл} , м	V _{розрах} , м ³ /ГОД	$\frac{(P_n^2 - P_k^2)}{l} \times 100$, кПа ² /м	P _к , кПа	№ діл.	d, мм	L _{діл} , м	V _{розрах} , м ³ /ГОД	$\frac{(P_n^2 - P_k^2)}{l} \times 100$, кПа ² /м	P _к , кПа
1-2	150	295	1595	60	274	1-10	150	163	1595	60	290
2-3	150	257	1524	55	244	10-9	150	180	1582	60	269
3-4	150	142	1009	27	235	9-8	150	180	1470	55	248
4-5	150	124	994	26	227	8-7	150	97	1457	55	235
5-6	150	258	478	7	223	7-6	150	218	1191	37	216
6-7	150	218	406	4,6	221	6-5	150	258	1120	33	193
7-8	150	97	140	0,8	220	5-4	150	124	603	10	189
8-9	150	180	128	0,6	219	4-3	150	142	588	10	185
9-10	150	180	13	0,06	218	3-2	150	257	71	0,3	184

Гідравлічний розрахунок відгалужень кільцевої мережі середнього тиску

№ діл.	$V_{\text{пот}},$ м³/год.	$l_{\text{отв}},$ м	$P_{\text{н}},$ кПа	$P_{\text{к}},$ кПа	$\frac{P_{\text{н}}^2 - P_{\text{к}}^2}{l}$	$d,$ мм	$\frac{(P_{\text{н}}^2 - P_{\text{к}}^2)}{l} \times$ $\times 100, \text{кПа}^2/\text{м}$	$P_{\text{к}},$ кПа
2-11	71	11	184	100	2169	63	0,5	184
3-12	517	113	185	100	214	110	60	163
4-13	15	95	189	100	268	63	0,05	189
5-14	517	113	193	100	241	110	56	174
6-15	71	11	216	100	3332	63	0,5	216
7-16	266	67	221	100	580	63	35	215
8-17	13	23	220	100	1669	63	0,05	220
9-18	113	70	219	100	542	63	80	194
10-19	13	23	218	100	1631	63	0,05	218

3.2. Гідравлічний розрахунок тупикової мережі низького тиску

Внутрішні газопроводи запроектовані надземно, на металевих опорах і по фасадах будівель на кронштейнах на висоті 2,2 м. У місцях перетину з внутрішньодворовими проїздами передбачений підйом газопроводу на опорах на висоту 5м.

Гідравлічний розрахунок внутрішньодворових газопроводів проводять у наступній послідовності.

1. На генеральному плані кварталу проєктують газові мережі за тупиковою схемою.

2. Намічають розрахункові ділянки від точки підключення до розподільника вуличного газопроводу до вимикаючого пристрою на вводі в будівлю.

3. Визначаються середні орієнтовні питомі втрати тиску на розрахунковій гілці від точки підключення до розподільного газопроводу до найбільш віддаленої газифікованої будівлі:

$$R_{op}^{cp} = \frac{250}{1,1 \times \sum l},$$

де 250 - нормативний перепад тиску, Па [10];

1,1 - 10% на місцеві опори;

$\sum l$ - сумарна довжина розрахункової гілки, м;

Діаметри ділянок газопроводів визначають за розрахунковим витраті газу V_p , м³/год, і значенням питомих орієнтовних втрат тиску, Па/м.

Порядок заповнення розрахункової таблиці:

1. Орієнтуючись по середньої питомої втраті тиску і розрахунковими витратами газу на ділянках, за додатком підбираємо діаметри газопроводів на ділянках мережі.

2. Для обраних діаметрів газопроводів на ділянках за додатком визначаємо дійсні питомі втрати тиску.

3. Множачи дійсні втрати тиску на ділянках на довжину цих ділянок, визначаємо повні втрати тиску на кожній ділянці.

4. Підсумовуємо втрати тиску на ділянках розрахункової гілки і результат порівнюємо з нормативним розрахунковим перепадом тиску.

У разі недовикористання або перевищення розрахункового перепаду тиску змінюємо діаметр газопроводу на однієї або декількох ділянках з тим, щоб звести неув'язку до величини не більше 10%. Результати розрахунку представлені в таблиці 3.4.

					ВКР.144.6241м.05.03.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Гідравлічний розрахунок мереж низького тиску

№ розрахункової ділянки	Довжина ділянки, м	Розрахункова витрата газу, $V_{розр}$, м³/год.	Питомі втрати тиску Па/м	Діаметр ділянки $d \times S$	Втрати тиску		Виправлення		
					Дійсні питомі втрати тиску, Па/м	Втрати тиску на ділянці, $\Delta P = R_d \times l$	$d \times S$	R_d	$\Delta P = R_d \times l$
Для ШРП №1, ШРП №3									
1-2	43	5,6	2,2	32×2,5	1,0	43,0			
2-3	12	75,6	2,2	76×3,5	4,5	54,0			
3-4	21,5	86,8	2,2	89×4	2,5	53,75			
4-5	21	94,3	2,2	89×4	3,0	63,0			
5-6	6	101,8	2,2	89×4	3,5	21,0			
Всього							234,75		
Відгалуження									
7-8	49	5,6	2,2	32×2,5	1,0	49,0			
8-3	12,5	11,2	2,2	32×2,5	3,5	43,75			
Для ШРП №2									
1-2	52,5	3,7	1,3	25×2,5	2,0	105			
2-3	37,4	7,3	1,3	32×2,5	1,5	56,1			
3-4	20	14,6	1,3	40×3,5	2,0	40,0			
4-5	6	22	1,3	40×3,5	6,25	37,5			
Всього							238,6		
Відгалуження									
6-7	53	3,7	1,3	25×2,5	2,0	106			
7-3	27	7,3	1,3	32×2,5	1,5	40,5			
8-4	26	3,7	1,3	25×2,5	2,0	52,0			
9-4	17	3,7	1,3	25×2,5	2,0	34,0			
Для ШРП №4, ШРП №6									
1-2	40,5	7	3	32×2,5	1,5	60,75			
2-3	28,5	12,6	3	32×2,5	4,0	114			
3-4	7	18,2	3	40×3,5	4,0	28,0			
5-3	35	5,6	3	32×2,5	1,0	35,0			
Всього							245,75		
Для ШРП №5									
1-2	72,4	8,4	1,19	40×3,5	1,0	72,4			
2-3	1	85,5	1,19	89×4	2,5	2,5			
3-4	42	93,9	1,19	89×4	3,0	126			

№ розрахункової ділянки	Довжина ділянки, м	Розрахункова витрата газу, $V_{розр}$, м ³ /год.	Питомі втрати тиску Па/м	Діаметр ділянки $d \times S$	Втрати тиску		Виправлення		
					Дійсні питомі втрати тиску, Па/м	Втрати тиску на ділянці, $\Delta P = R_d \times l$	$d \times S$	R_d	$\Delta P = R_d \times l$
4-5	6	161	1,19	89×4	8	48			
Всього									245,9
Відгалуження									
6-7	72,4	8,4	1,19	40×3,5	1,0	72,4			
7-8	17	16,8	1,19	40×3,5	3,5	59,5			
8-9	27	23,1	1,19	50×3,5	2,0	54,0			
9-4	15	72,3	1,19	89×4	2,0	30,0			
8-10	25	6,3	1,19	32×2,5	1,5	37,5			
9-11	33	44	1,19	50×3,5	4,0	132			
2-12	20	77,1	1,19	76×3,5	4,0	80,0			

Висновки за розділом

Гідравлічний розрахунок кільцевої мережі газопроводів середнього тиску:

Проведено гідравлічний розрахунок кільцевої мережі середнього тиску.

Розрахунок виконувався для двох аварійних режимів (при відключенні головних ділянок 1-10 та 1-2) для забезпечення необхідного тиску в кінцевих точках. Діаметр кільцевого газопроводу визначено 160 мм, і він забезпечує необхідний тиск.

Проведено розрахунок діаметрів відгалужень, підібрані діаметри забезпечують тиск в кінці відгалужень не менше 100 кПа.

Гідравлічний розрахунок тупикової мережі низького тиску:

Проведено гідравлічний розрахунок внутрішньодворових газопроводів низького тиску за тупиковою схемою.

Гідравлічний розрахунок виконувався для мереж до ШРП №1, №3; ШРП №2; ШРП №4, №6; та ШРП №5.

Для мереж низького тиску використовувався нормативний перепад тиску 250 Па.

Результати розрахунку демонструють підбір діаметрів ділянок, а загальні втрати тиску на розрахункових гілках (для ШРП №1, №3 – 234,75 Па; для ШРП №2 – 238,6 Па; для ШРП №4, №6 – 245,75 Па; для ШРП №5 – 245,9 Па) знаходяться близько до нормативного перепаду, що свідчить про використання допустимої втрати тиску (неув'язка не більше 10% допускається).

					ВКР.144.6241м.05.03.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

					ВКР.144.6241м.05.04.ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
					Дослідницький розділ				Літ.	Арк.	Аркушів
Студент		Міхай Г.М.									
Керівник		Шаповалов ЮО							НУК		
Консульт.											

РОЗДІЛ 4. ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

4.1. Призначення регуляторів тиску

Керування режимом роботи систем газопостачання здійснюється газорегуляторними пунктами (ГРП) і установками (ГРУ), які автоматично підтримують постійний тиск у мережах незалежно від інтенсивності споживання газу.

Газорегуляторні пункти і установки - автоматичні пристрої і виконують наступні функції: знижують тиск газу до заданого значення; підтримують заданий тиск поза залежністю від змін витрати газу і його тиску перед ГРП; очищають газ від механічних домішок; припиняють подачу газу при підвищенні або зниженні його тиску після регуляторів понад задані межі.

ГРП споруджують на розподільних мережах міст і населених пунктів, а також на території комунальних, промислових і інших підприємств. Газорегуляторні установки монтують безпосередньо в приміщеннях, де розташовані газоспоживаючі агрегати. У ГРУ повинне бути природне або штучне освітлення. ГРУ розміщують у місцях вільних для доступу обслуговуючого персоналу. Основний прохід між огороженнями і виступаючими частинами ГРУ повинен бути не менше 1 м. Якщо ГРУ розміщається на площадках, розташованих вище рівня підлоги більше 1,5 м, то на площадку повинен бути забезпечений доступ з двох сторін по окремих сходах. Устаткування ГРУ повинне бути захищеним від механічних ушкоджень.

Залежно від величини тиску газу на вході ГРП і ГРУ поділяють на ГРП і ГРУ середнього тиску (понад 0,005 до 0,3 МПа) і на ГРП і ГРУ високого тиску (понад 0,3 до 1,2 МПа).

Основним елементом ГРП і ГРУ є регулятори тиску газу, задачею яких є підтримання заданого рівня тиску газу перед споживачами на всіх режимах їх роботи. Регуляторами тиску називають пристрої, що служать для автоматичної підтримки тиску газу на заданому рівні. Вони є найважливішими приладами ГРП і ГРУ, від їхньої роботи залежить безперебійна подача споживачам газу заданого

					ВКР.144.6241м.05.04.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

тиску.

Регулятори РД-32М и РД-50М – безпілотні, прямої дії. Призначені для автоматичного регулювання тиску газу шляхом зміни його витрати. Вони використовують для своєї роботи в автоматичному режимі енергію робочого середовища (газу). Розрізняються за умовним проходом 32 і 50 мм і забезпечують подачу газу відповідно до 200 і 750 м³/год.

Регулятор РД-32М має литий чавунний корпус, регулюючий односедельний клапан з м'яким ущільненням з газово-, бензо- і морозостійкої гуми, а також мембранно-пружинний привід. Для збільшення зусилля, що передається від мембрани до клапана, регулятор забезпечений важільною передачею. Настройку регулятора проводять за допомогою регулювальної гайки, а запобіжник настраюється на заданий тиск за допомогою пружини.

Корпус регулятора РД-32М приєднують до газопроводу накидними гайками 5 (рис. 4.1).

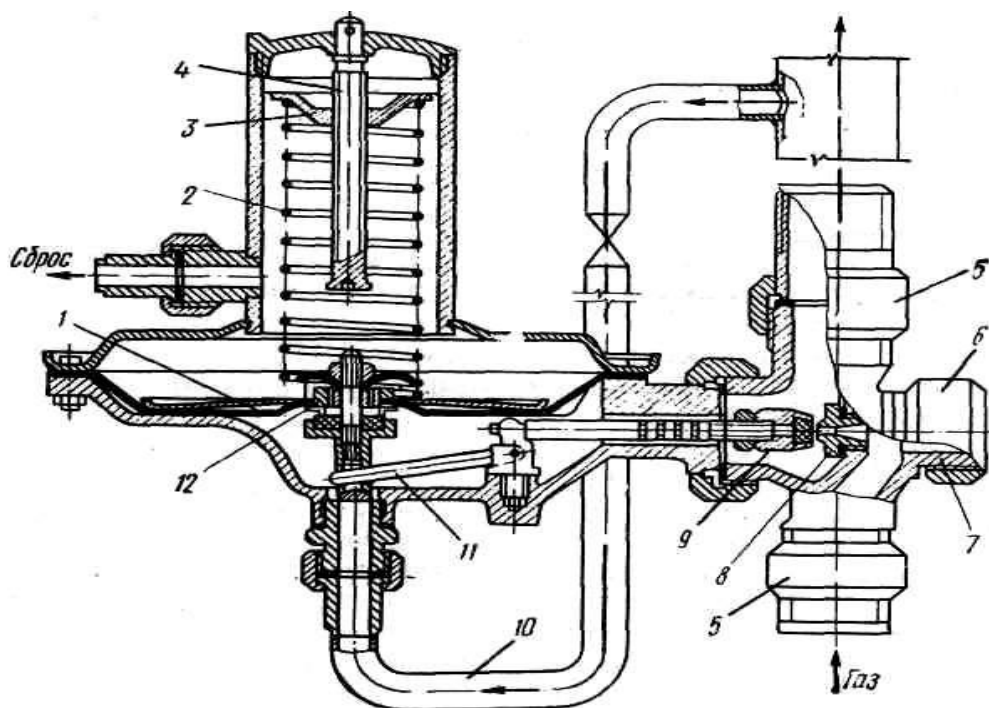


Рис. 4.1 Регулятор тиску РД-32М

1 - мембрана; 2 - регулювальна пружина; 3, 5 - гайки; 4 - регулювальний гвинт; 6 - пробка; 7- ніпель; 8, 12 - клапани; 9- поршень; 10 - імпульсна трубка кінцевого тиску; 11 – важільний механізм

По імпульсній трубці 10 редукуємий газ подається в підмембранний простір регулятора і натискає на еластичну мембрану 1. Зверху на мембрану робить протитиск пружина 2, Якщо витрата газу збільшиться, то його тиск за регулятором понизиться, відповідно зменшиться й тиск газу в підмембранному просторі регулятора, рівновага мембрани порушиться, і вона, під дією пружини 2, переміститься вниз. Внаслідок переміщення мембрани вниз важільний механізм 11 відсує поршень 9 від клапана 8. Відстань між клапаном і поршнем збільшиться, це приведе до збільшення витрати газу і відновленню кінцевого тиску. Якщо витрата газу за регулятором зменшиться, то вихідний тиск підвищиться, і процес регулювання відбудеться у зворотному напрямку. Змінні клапани 8 дозволяють змінювати пропускну здатність регуляторів. Налагоджують регулятори на заданий режим тиску - за допомогою регульованої пружини 2, гайки 3 і регульовальних гвинтів 4.

Недоліком регулятора РД-32М є:

- складність конструкції,
- трудомістке збирання таких регуляторів,
- низька чутливість і стійкість процесу регулювання. Цей недолік пояснюється тим, що ущільнюючі гумові кільця в сидлі при русінні створюють силу опору й при зміні тиску на вході виникають пульсації вихідного тиску.

- у години пік при значному збільшенні витрати газу клапан відкривається більше, підмембранна порожнина заповнюється газом, а при зменшенні відбору газу клапан закривається й у підмембранній порожнині тиск газу збільшується, одночасно збільшується тиск газу за регулятором. Для відновлення первісного режиму тиску газу на виході необхідне зменшення тиск газу в підмембранній порожнині, що може бути досягнуто скиданням газу в атмосферу, причому вручну;

- у зимовий час відбувається обмерзання клапана;
- незначна площа контакту робочої поверхні ущільнення клапана, що може призвести до неконтрольованих втрат газу;
- експлуатація вимагає високого професійного рівня обслуговуючого персоналу;

– необхідність частого проведення ремонтно-профілактичних робіт в зв'язку з високою імовірністю відмови роботи регуляторів в процесі його експлуатації (прорив мембрани або поломка пружини внаслідок їх постійного деформування, попадання під клапан бруду та ін., або підвищення тиску в підмембранній зоні зверх допустимої межі). Це зумовлене тим, що при тривалій роботі такого регулятора тиску його мембрана згодом витягується, тобто змінює свої технічні характеристики, особливо в холодний період року. Це не забезпечує стабільні вихідні параметри регулятора тиску газу, створює істотні труднощі і незручності при експлуатації систем газопостачання, в яких використовуються вказані регулятори газу, а також збільшує експлуатаційні витрати газових господарств;

- при наявності стержнів і втулок до яких вони щільно прилягають, виникає додаткове тертя, що негативно впливає на чутливість регулятора і допускає відхилення вихідного тиску газу $\pm 5\%$ (за паспортом).

- можливість виходу регулятора з ладу при наявності пилу у газі, який подається споживачам, що можливо при роботі зі зношеними трубопроводами та обладнанням мережі.

Таким чином, формулюємо **задачу дослідження**: вдосконалення конструкції регулятора тиску газу з метою покращення його експлуатаційних характеристик.

4.2. Шляхи вдосконалення конструкцій регуляторів газу

Авторське свідоцтво СРСР №1120295 (клас МПК G05D16/06, опубліковане 23.10.1984). Регулятор тиску містить корпус із входною і вихідною порожнинами, чуттєвий елемент і дроселюючий орган. Чуттєвий елемент навантажений пружиною завдання складається з двох мембран, що розташовані одна над іншою та утворюють міжмембранну камеру, яка сполучається каналом з вихідною порожниною. Мембрани розділені циліндричною вставкою. Центр чуттєвого елементу жорстко зв'язаний за допомогою штока з дроселюючим органом Корпус оснащений

					ВКР.144.6241м.05.04.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

верхньою і нижньою кришками У нижній кришці виконаний прилив з отвором, що виконує роль направляючої для штока при його переміщенні

Недоліком такого пристрою є складність конструкції чуттєвого елемента. Крім того, наявність двох кришок і циліндричної вставки, що розділяє мембрани, вимагає ретельного ущільнення місць з'єднання їх з корпусом для запобігання витoku газу. Зазначені недоліки зменшують надійність роботи регулятора тиску газу.

Патент №2182720 (клас МПК G05D16/06 опублікований 20.07.1999). Регулятор забезпечує підтримку тиску газу на визначеному рівні перед споживачем у системі газопостачання і передбачає повне автоматичне відключення газу в момент відхилення тиску газу від допустимих меж перед споживачем Такий ефект досягається за рахунок винятково складної конструкції.

Патент UA №4788 (клас МПК G05D16/06, опублікований 15.02.2005) Регулятор тиску газу, що складається: з корпусу з входною і вихідною порожнинами, у якому встановлений чуттєвий елемент у виді мембрани, навантаженої пружиною завдання і жорстко зв'язаної за допомогою штока, переміщення якого обмежено направляючою, із дроселюючим органом, згідно заявленої корисної моделі, направляюча для штока, виконана в донній частині корпусу (рис. 4.2).

Розташування направляючої для штока безпосередньо в донній частині корпусу спрощує конструкцію регулятора і його складання.

Запропонований регулятор тиску газу забезпечує високу надійність регулювання вихідного тиску газу в межах 1150-1400Па при входному тиску 2500+100Па. Цей ефект досягається за рахунок:

- застосування в класичній схемі одноступеневого дроселювання з мембранним чуттєвим елементом мінімальної кількості деталей;
- розташування направляючої штока в нижній (донній) частині корпусу осторонь від основного потоку робочого середовища газу, що виключає збурювання потоку в зоні дроселювання;

					ВКР.144.6241м.05.04.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

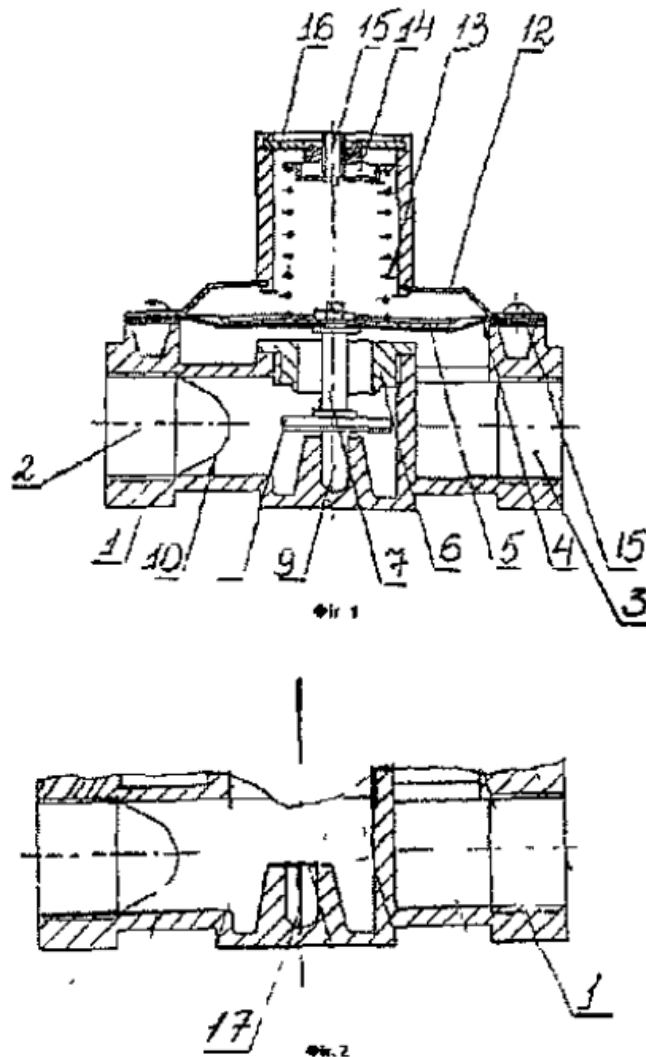


Рис. 4.2 Регулятор, в якому направляюча для штока, на якому закріплено дроселюючий елемент, розміщена в донній частині корпусу (Патент UA №4788)

- оптимального використання внутрішньої порожнини корпусу для розміщення в ньому деталей регулятора, що дозволило зробити регулятор тиску компактним виробом.

Таке виконання регулятора тиску газу робить його надійним і при правильній експлуатації забезпечує тривалу роботу.

Регулятор тиску газу складається з корпусу 1 із входною порожниною 2 і вихідною порожниною 3. В середині корпусу встановлена мембрана 4, що виконує роль чуттєвого елемента, з жорстким центром диском 5, сідло 6, клапан 7 з гумовим кільцем 8 і штоком 9. Входна порожнина 2 постачена фільтром 10.

На верхню частину корпусу 1 за допомогою гвинтів 11 встановлена кришка 12, всередині якої знаходиться пружина 13, притиск 14 і регулювальний гвинт 15. Верхня частина кришки 12 закрита заглушкою 16. У донної частини корпусу 1 розташована направляюча 17 для штока 9.

За принципом дії запропонований регулятор є регулюючим пристроєм прямої дії, що підтримує заданий тиск газу "після себе" при зміні тиску газу на вході і навантаженні на виході

Газ надходить у вхідну порожнину 2 корпусу 1 і проходить через дроселюючий перетин у вихідну порожнину 3. У сталому режимі величина дроселюючого перетину встановлюється так, що під мембраною 4 і у вихідній порожнині 3 заданий вихідний тиск врівноважується силою пружини 13.

При порушенні динамічної рівноваги мембрана 4 зміщується від зміни діючого на неї вхідного тиску, що приводить до переміщення жорстко зв'язаного з мембраною клапана 7 і зміні внаслідок цього ступеня дроселювання вбік відновлення (стабілізації) заданого рівня вихідного тиску газу.

Таке виконання регулятора тиску газу робить його надійним і при правильній експлуатації забезпечує тривалу роботу.

Патент UA №8292 (клас МПК G05D16/06, опубл.15.07.2005) Регулятор тиску газу складається з корпусу із вхідним і вихідним штуцерами, чуттєвого елемента у вигляді мембрани, яка навантажена пружиною завдання, дроселюючого органу, що включає сідло, клапан і шток, за допомогою якого дроселюючий орган пов'язаний з мембраною. На вхідному штуцері усередині корпусу встановлений фільтр для очищення газу, що надходить в регулятор. Донна частина корпусу виконана у вигляді знімної заглушки, на внутрішній поверхні якої встановлений другий фільтр, який виконаний у вигляді порожнього циліндра.

Таке виконання регулятора тиску газу дозволяє використати його в системах, що пред'являють високі вимоги до газу по механічній чистоті.

Однак, конструкція регулятора тиску газу за прототипом залишається досить складною.

Патент UA №15206 (клас МПК G05D16/06, опубл.15.06.2006) В регуляторі тиску газу, що містить корпус, донна частина якого виконана у вигляді знімної заглушки, вхідний та вихідний штуцери, чуттєвий елемент, який виконано у вигляді мембрани, що навантажена пружиною завдання, й дроселюючий орган, який утворений сідлом, клапаном і штоком, відповідно до корисної моделі, що заявляється, сідло дроселюючого органу представлено не окремою деталлю, як це має місце в інших конструкціях, а виконано разом з корпусом, як частина корпусу, створюючи з ним одне ціле (рис. 4.3).

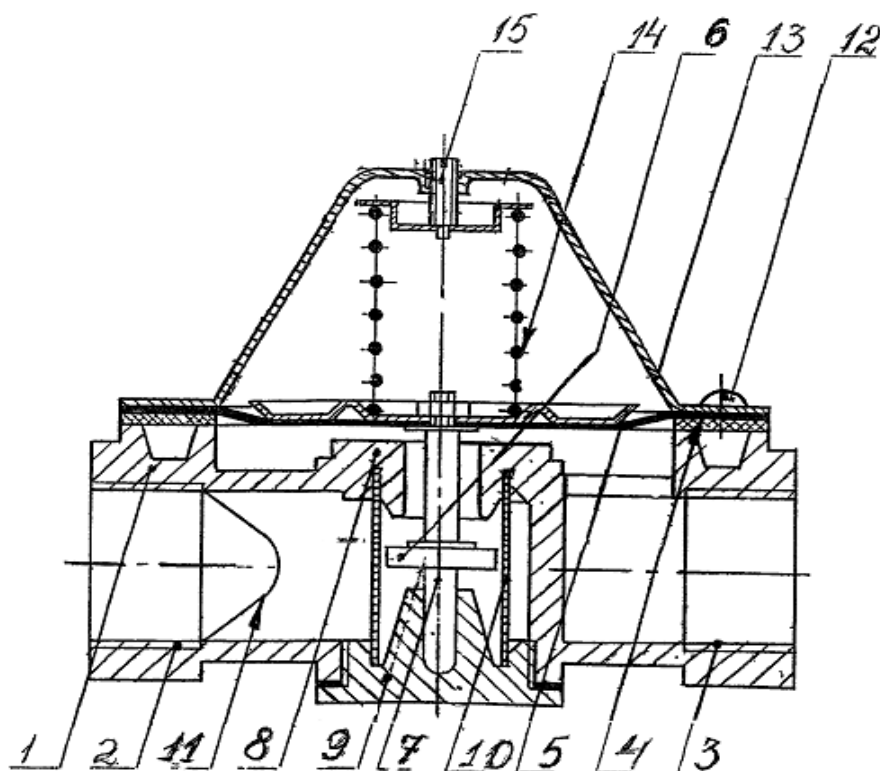


Рис. 4.3 Регулятор, в якому сідло виконано разом з корпусом (Патент UA №15206)

Виконання сідла як частини корпусу дозволяє спростити конструкцію дроселюючого органу за рахунок усунення ущільнення, що має місце між корпусом і сідлом у конструкції регулятора тиску газу, внаслідок чого спрощується процес зборки регулятора.

Регулятор тиску газу складається з корпусу 1 із вхідним штуцером 2 і вихідним штуцером 3. Усередині корпусу встановлений чуттєвий елемент у вигляді мембрани 4 із жорстким центром - диском 5, клапан 6 і шток 7. Сідло 8 виконане

як одне ціле з корпусом 1. Дно корпусу 1 виконано у вигляді знімної заглушки 9 на внутрішній поверхні якої встановлений фільтр 10 у вигляді порожнього циліндра. Вхідний штуцер 2 має фільтр 11. На верхню частину корпусу 1 за допомогою гвинтів 12 встановлена кришка 13, усередині якої перебуває пружина 14 і регулювальний гвинт 15.

Регулятор тиску газу працює в такий спосіб.

Газ через штуцер 2 надходить у корпус 1, проходить через фільтри 8 й 10 і далі через дроселюючий перетин сідла подається через вихідний штуцер 3 споживачеві. У постійному режимі величина дроселюючого перетину встановлюється так, що під мембраною 4 й у вихідному штуцері 3 заданий вихідний тиск урівноважується силою пружини 15.

При порушенні динамічної рівноваги мембрана 4 зміщується від зміни діючого на неї вхідного тиску, що приводить до переміщення жорстко пов'язаного з мембраною клапана 6 і зміни внаслідок цього ступеня дроселювання убік відновлення (стабілізації) заданого рівня вихідного тиску газу.

Пропонований регулятор тиску надійний у роботі, при правильній експлуатації залишається працездатним тривалий час.

Патент UA №40131 (клас МПК G05D16/06, опубл. 25.03.2006). Мета корисної моделі - вдосконалення регулятора тиску газу шляхом впровадження до його конструкції односідельного клапана, який може самоущільнюватись, і з одного боку з'єднується з штоком, а з другого - із додатково встановленою напрямною, причому підмембранний простір регулятора з'єднаний за допомогою ніпеля з вхідним патрубком, а над мембранний - з вихідним (рис. 4.4).

Уведення додаткових елементів та зв'язків порівняно з прототипом дозволить поліпшити процес зниження і підтримки постійного тиску газу в заданих межах за рахунок виконання одно сідельного клапана у вигляді зрізаного конуса. Завдяки цьому вдасться підвищити ефективність ущільнення за рахунок збільшення площі контактуючих поверхонь.

					ВКР.144.6241м.05.04.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

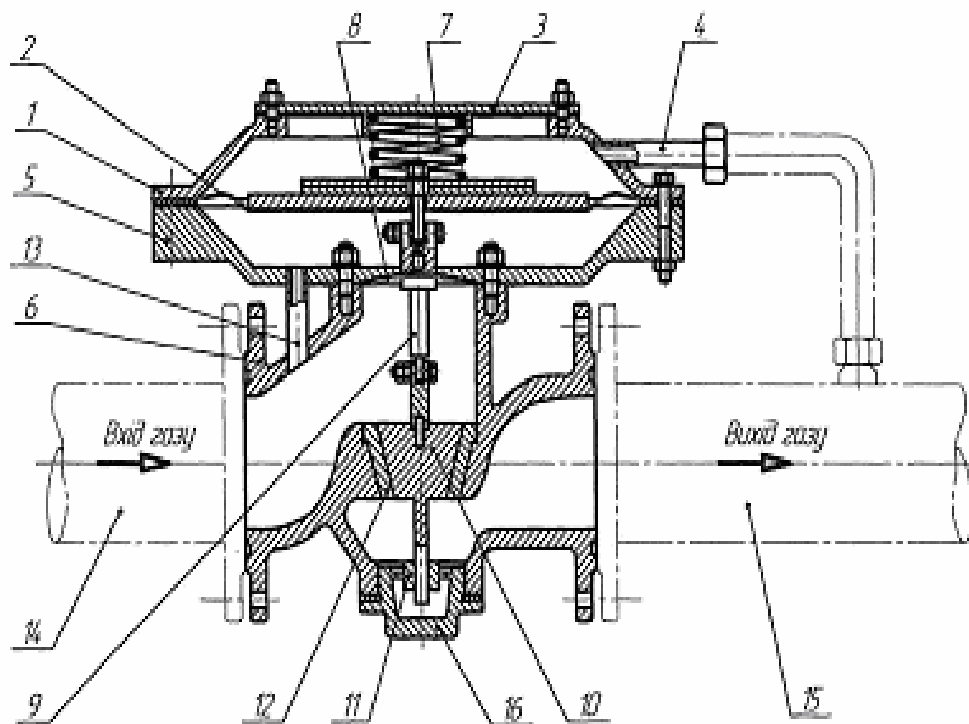


Рис. 4.4 Регулятор, в якому сідло може самоущільнюватись (Патент UA №40131)

Регулятор тиску газу складається з кришки мембранної коробки 1, до якої кріпиться плоска мембрана 2 та кришка 3; ніпеля 13, котрий з'єднує підмембранний простір корпусу мембранної коробки 5 з входним патрубком 14; ніпеля 4, що з'єднує надмембранний простір корпусу мембранної коробки 5 з вихідним патрубком 15; корпусу регулятора 6, який кріпиться до корпусу мембранної коробки, пружини 7, з'єднаної з плоскою мембраною. Проміжна мембрана 8 приєднана до корпусу мембранної коробки, шток 9 кріпиться до пружини. Односідельний клапан 10 з'єднується з штоком і рухається у напрямній 11, що є частиною пробки 16. Сідло 12 приєднане до чавунного корпусу регулятора.

Пристрій працює таким чином. При надходженні газу з входного патрубка 14 до регулятора, він через ніпель 13 потрапляє до підмембранного простору регулятора. Створюється додатковий тиск на верхню мембрану 2, пружина 7 починає стискатись, а мембрана 2 переміщується вгору.

Це, в свою чергу, приводить також до переміщення вгору штоку 9 та приєднаного до нього односідельного клапану 10. Тим самим, відкривається прохідний

переріз клапанного вузла і газ, що надійшов до регулятора має змогу надходити далі до обладнання.

Якщо тиск газу на виході з регулятора стає вищим за максимально припустимий, газ з вихідного патрубку 15 надходить через ніпель 4 до надмембранного простору регулятора, де, разом із пружиною 7, тисне на мембрану 2 і переміщує її у вихідне положення, передаючи рух штоку 9, до якого приєднано односідельний клапан 10, котрий завдяки переміщенню в напрямній 11 повністю опускається у сідло 12, перекриваючи рух газу.

Коли тиск газу на виході з регулятора досягає номінального значення, мембрана 2 знову переміщується нагору разом штоком 9 та клапаном 10, а цикл роботи регулятора повторюється.

Збільшена площа контакту із сідлом конусоподібного клапану 10 дозволяє надійніше та герметичніше перекривати прохідний переріз сідла 12, так як контакт ущільнюючих поверхонь відбувається не по лінії, а по площині.

Таким чином, запропонований пристрій дозволяє поліпшити процес зниження і підтримки постійного тиску газу в заданих межах шляхом підвищення ефективності ущільнення односідельного клапана за рахунок збільшення площі контактуючих поверхонь.

Патент UA №76857 (клас МПК G05D16/06, опублікований 25.03.2013). Регулятор тиску газу, обладнаний металевим самоустановним по сідлу відносно поздовжньої осі тарелем з наскрізним отвором, установленим в клапан, еластичним ущільнювальним кільцем, установленим у зазорі між клапаном і тареллю, а також регулювальним ковпаком, з'єднаним різью зі стаканом, у торці якого виконані отвори, через які пропущені штовхачі, торці яких упираються в регулювальний ковпак і в торець пружини, що притискає клапан до сідла, при цьому регулятор тиску газу оснащений пов'язаним із чутливим елементом додатковим поршнем, розміщеним в керуючій порожнині, на вході в яку установлений жиклер.

Новими істотними ознаками пропонованого регулятора тиску газу є:

- металева самоустановна по сідлу відносно поздовжньої осі таріль з наскрізним отвором, установлений в клапан;

					ВКР.144.6241м.05.04.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

- еластичне ущільнювальне кільце, установлене у зазорі між клапаном і тарелем;
- регулювальний ковпак, з'єднаний різьбленням зі стаканом, у торці якого виконані отвори, через які пропущені штовхачі, торці яких упираються в регулювальний ковпак і в торець пружини, що притискає клапан до сідла;
- пов'язаний із чутливим елементом додатковий поршень, розміщений в керуючій порожнині;
- жиклер, установлений на вході в керуючу порожнину.

Застосування металевого самоустановного по сідлу відносно поздовжньої осі тареля з наскрізним отвором, установленого в клапан замість м'якого ущільнювального елемента, дозволяє виключити руйнування ущільнювального елемента при динамічних навантаженнях на клапан на перехідних процесах і підвищити ресурс роботи регулятора тиску газу. Крім того, такий тип ущільнення дозволяє застосовувати регулятор тиску газу при високому вхідному тиску, що розширює діапазон його застосування.

Наявність регулювального ковпака дає можливість змінювати зусилля пружини, що притискає клапан до сідла, що дозволяє з високою точністю налаштувати регулятор тиску газу на заданий вихідний тиск.

Введення пов'язаного із чутливим елементом додаткового поршня, розміщеного в керуючій порожнині, дозволяє, підбираючи площу цього поршня відповідно до заданого тиску в керуючій порожнині, настроїти регулятор на необхідний вихідний тиск, що дає можливість застосовувати регулятор тиску газу практично в будь-якій пневмосистемі, і тим самим розширити діапазон його застосування.

Установка на вході в керуючу порожнину жиклера дозволяє підбором площі його прохідного перерізу відповідно до площі прохідного перерізу каналу зворотного зв'язку коректувати форму й тривалість перехідних процесів регулятора тиску газу при включенні його в роботу й при вимиканні, що також розширює діапазон його застосування.

Сукупність відомих ознак:

- корпус із вхідною та вихідною порожнинами, між якими розташоване сідло;
- керуюча порожнина;
- клапан з наскрізним осьовим отвором;
- чутливий елемент у вигляді поршня;
- порожнина чутливого елемента;
- стакан із пружиною, що притискає клапан до сідла;
- ущільнювальний елемент у рухомому з'єднанні клапана зі стаканом;
- канал зворотного зв'язку, що з'єднує вихідну порожнину з порожниною чутливого елемента,

і нових істотних ознак забезпечує збільшення ресурсу роботи, підвищення точності настроювання й розширення діапазону застосування регулятора тиску газу.

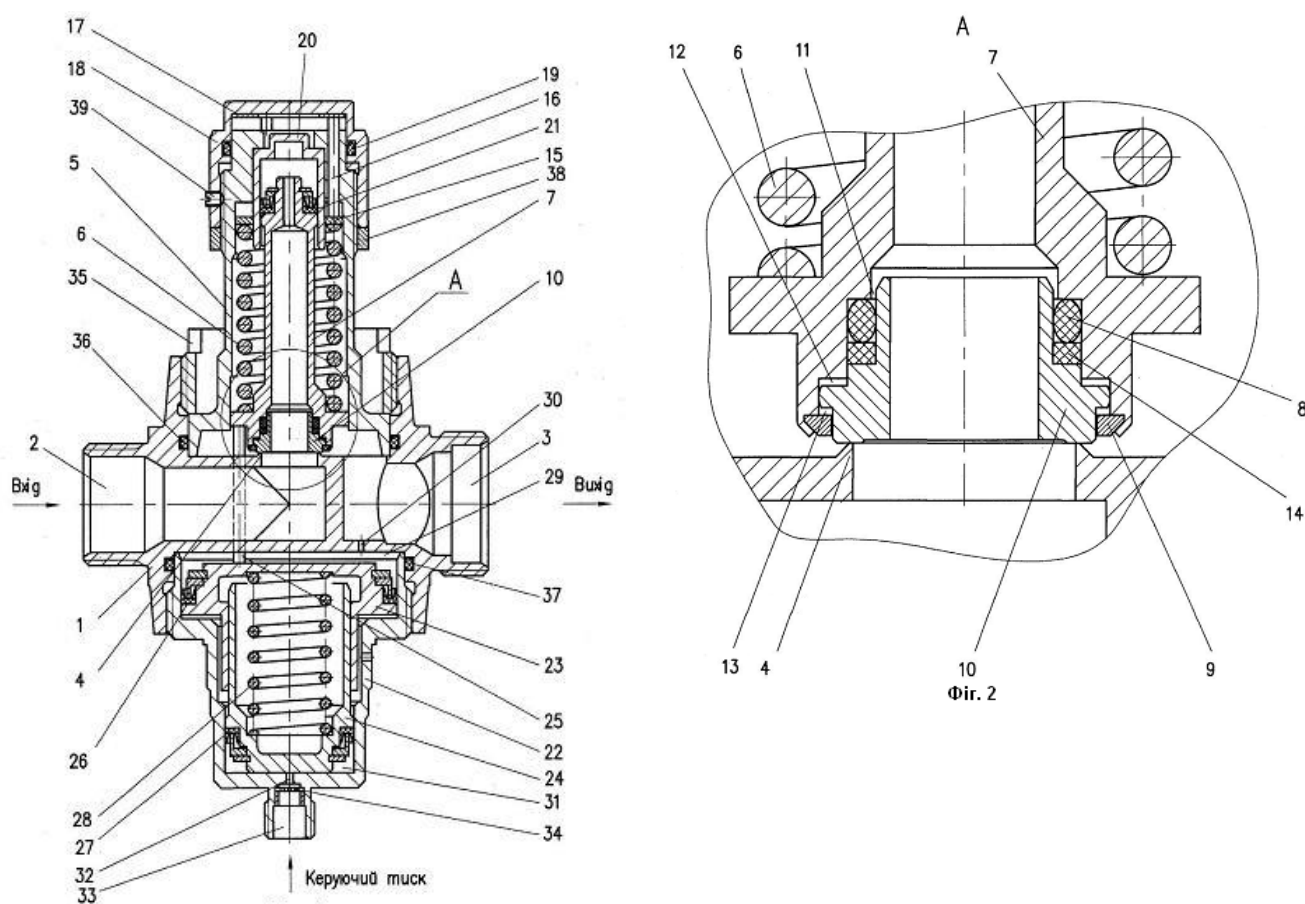


Рис. 4.5 Регулятор тиску газу (Патент UA №76857)

Регулятор тиску газу (рис. 4.5) містить корпус 1 із вхідною 2 та вихідною 3 порожнинами, які розділені сідлом 4. У корпусі 1 установлений стакан 5, у якому розташована пружина 6, що притискає до сидла 4 клапан 7. У клапані 7 за допомогою еластичного ущільнювального кільця 8 і упорного кільця 9 закріплений металевий самоустановний по сидлу відносно поздовжній осі таріль 10 з радіальним зазором 11 і осьовими зазорами 12 і 13, яка має наскрізний отвір. Еластичне ущільнювальне кільце 8 захищене пластмасовою шайбою 14 від видавлювання в радіальний 25 зазор між клапаном 7 і тарелем 10 під дією високого тиску. Зовнішній діаметр еластичного ущільнювального кільця 8 дорівнює середньому діаметру сидла 4. Об'єм канавки під ущільнювальне кільце 8 і шайбу 14 у клапані 7 вибраний таким чином, що при посадці тареля 10 на сидло 4 під дією пружини 6 між торцями клапана 7 і упорного кільця 9 утворилися осьові зазори 12 і 13. За рахунок цього забезпечується самоустановлення тарелі 10 по сидлу 4. Верхній 30 торець пружини 6 через опорну шайбу 15 упирається в торці трьох штовхачів 16, які пропущені в отвори в торці стакана 5 і контактують через шайбу 17 з регулювальним ковпаком 18, з'єднаним за допомогою різі зі стаканом 5. Регулювальний ковпак 18 ущільнюється по зовнішній поверхні стакана 5 гумовим кільцем 19. Хвостовик клапана 7 вставлений у стакан 20, який встановлений усередині стакана 5 і впирається в його торець. Ущільнювальний елемент у 35 рухомому з'єднанні клапана 7 зі стаканом 20 виконаний у вигляді фторопластової манжети 21. Внутрішній діаметр стакана 20 дорівнює середньому діаметру сидла 4. У корпус 1 за допомогою різі вкручена кришка 22, у яку вставлений поршень 23, що виконує функцію чутливого елемента, і поршень 24, що входить у поршень 23. Поршень 23 пов'язаний із клапаном 7 за допомогою двох штовханів 25, які пропущені у отвори в корпусі 1. Поршні 23 і 24 ущільнюються по 40 відповідних внутрішніх поверхнях кришки 22 фторопластовими манжетами 26 і 27. Поршні 23 і 24 утримуються в неробочому стані в крайніх положеннях пружиною 28. Між торцями корпусу 1 і поршня 23 утворена порожнина чутливого елемента 29, сполучена з вихідною порожниною 3 каналом зворотного зв'язку 30. Між торцями поршня 24 і кришки 22 утворена керуюча порожнина 31, що жиклером 32 сполучена з порожниною штуцера подачі

					ВКР.144.6241м.05.04.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

керуючого тиску 33. 45 Жиклер 32 захищений фільтром 34. Стакан 5 зафіксований в корпусі 1 за допомогою гайки 35. Стакан 5 і кришка 22 ущільнюються по внутрішніх поверхнях корпусу 1 за допомогою гумових ущільнювальних кілець 36 і 37, відповідно. Регулювальний ковпак 18 зафіксований контргайкою 38 і стопорним гвинтом 39.

Регулятор тиску газу працює в такий спосіб: у неробочому стані регулятора - до подачі керуючого тиску в штуцер 33 - клапан 7 і самоустановна по сідлу 4 металевий таріль 10 притиснуті до сідла 4 зусиллям пружини 6, при цьому утворюються осьові зазори 12 і 13, що /дозволяють тарелі 10 самоустановлюватися по сідлу 4. Поршень 23 віджаний штовхачами 25 у крайнє нижнє положення, а поршень 24 зусиллям пружини 28 віджаний униз до упору в торець кришки 22. Газ високого тиску підведений у вхідну порожнину 2, і через наскрізний осьовий отвір 55 у клапані 7 високий тиск попадає в порожнину між стаканом 20 і манжетною 21. Оскільки діаметри манжети 21 і сідла 4 однакові, вхідний тиск не може відкрити клапан 7, і він залишається в закритому положенні доти, поки не буде поданий керуючий тиск.

Після подачі в керуючу порожнину 31 керуючого тиску через штуцер 33 і жиклер 32 поршень 24, долаючи зусилля пружини 28, переміщається на величину свого ходу, після чого входить у контакт із поршнем 23, який через штовхачі 25 впливає на клапан 7. При цьому пружина 6 стискується, вибирається зазор 13, упорне кільце 9 упирається в таріль 10, і між тарелем 10 і сідлом 4 утворюється регулюючий зазор, у якому відбувається дроселювання газового потоку, що проходить із вхідної порожнини 2 у вихідну порожнину 3, у якій установлюється тиск настроювання. Необхідний закон відкриття клапана 7 забезпечується підбором прохідного 5 перерізу жиклера 32 і величини ходу поршня 24 до упору в поршень 23. З вихідної порожнини 3 через канал зворотного зв'язку 30 газ надходить у порожнину 29 чутливого елемента. При невідповідності тиску у вихідній порожнині 3 настроювальному значенню змінюється баланс сил на рухомих елементах регулятора тиску газу, поршень 23 разом із клапаном 7 переміщується відносно сідла

					ВКР.144.6241м.05.04.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

4, і за рахунок зміни витрати газу через дроселюючий зазор ця невідповідність 10 усувається.

Точне настроювання регулятора тиску газу здійснюється обертанням регулювального ковпака 18.

При вимиканні регулятора тиску газу скидається тиск із керуючої порожнини 31 через жиклер 32 і штуцер 33 і під дією пружини 6 клапан 7 разом з тарелем 10 переміщується униз на 15 закриття. При упорі в сідло 4 таріль 10 зупиняється, а клапан 7 разом з упорним кільцем 9 продовжує переміщатися на величину зазору 13. Зазори 12 і 13, що утворилися, дозволяють тарелі 10 установитися по сідлу 4 і перекрити його.

Для компенсації можливих перекосів у напрямних поверхнях клапана 7 і стакана 5 самоустановна по сідлу 4 металева таріль 10 має можливість повертатися відносно 20 поздовжньої осі клапана 7 за рахунок деформації еластичного ущільнювального кільця 8. Максимальний кут повороту тарелі 10 обмежується радіальним 11 і осьовими 12 і 13 зазорами. Зовнішній діаметр еластичного ущільнювального кільця 8 дорівнює середньому діаметру сідла 4, тому самоустановний по сідлу 4 металевий таріль 10 розвантажений від дії вхідного тиску. Площі прохідних перерізів жиклера 32 і каналу зворотного зв'язку 30 визначають час 25 заповнення (спорожнювання) керуючої порожнини 31 і порожнини чутливого елемента 29, відповідно. Підбором співвідношення цих площ можна коректувати динамічні характеристики регулятора тиску газу.

Пропонований регулятор тиску газу забезпечує збільшення ресурсу роботи, більш точне настроювання і має розширений діапазон застосування у техніці арматуробудування. Він буде 30 застосовуватися у складі рушійної установки одного з виробів ракетно-космічної техніки.

Авторське свідоцтво № 1246061 (МПК4 G05D16/06, опубл. 23.07.1986). Посилувач тиску газу регулятора, який містить корпус з вхідною, керуючою і контрольною камерами, елемент настройки у вигляді пружини, чутливий елемент у вигляді мембрани з поршнем, втулку і співвісне розміщені впускний і випускний

					ВКР.144.6241м.05.04.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

клапани, ексцентрик, кінетично зв'язаний з втулкою і шток у вигляді трубчастого сідла випускного клапана.

Недоліками цього пристрою є те, що конструктивно неможливо підвищення вихідного тиску з забезпеченням заданої точності регулювання, а інерційність чутливого елемента суттєво знижує ефективність і надійність роботи пристрою.

Патент №2125288 (МПК6 G05D16/06, опубл. 20.01.1999) Регулятор тиску газу, що містить корпус з управляючою і контрольною камерами, елемент настроювання, зв'язаний з чутливим елементом, втулку, в середині якої розташовані впускний та випускний клапани, шток у вигляді трубчастого сідла, стабілізатор перепаду, вихід якого є входом у впускний клапан, кульковий замок, взаємодіючий з зусиллям із втулкою, жорстко зв'язаною із сідлом випускного клапана і встановленою з можливістю переміщення на величину робочого ходу чутливого елемента, що виконаний у вигляді двох концентрично розташованих поршнів - внутрішнього та зовнішнього з ущільненнями між ними і корпусом, внутрішній поршень жорстко зв'язаний із трубчастим сідлом випускного клапана і містить упор для зовнішнього поршня, робочий хід якого обмежений упором у корпусі, елемент настроювання виконаний у вигляді блоку послідовно встановлених пружин різної твердості, а впускний і випускний клапани виконані кульовими.

Недоліками цього пристрою є низька надійність і точність підтримки заданого значення вихідного тиску.

Патент UA №19418 (клас МПК G05D16/06). Регулятор тиску газу прямої дії, що містить мембранний привід зі штоком, захисні тарілки з мембраною між ними, втулку напрямну з ущільнювальними кільцями, односідельний плунжер з ущільненням і гайкою, що врівноважує пружину, командний прилад, вихід якого з'єднаний з вихідним трубопроводом, а вхід з над мембранним простором через зворотний клапан, що запобігає влучення газу й трубопроводу після регулятора в надмембранний простір, регулятор-здатчик на імпульсній трубці для забору газу із трубопроводу до регулятора й фільтр, згідно винаходу, передбачені наступні конструктивні відмінності:

					ВКР.144.6241м.05.04.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

- установлений компенсаторний вузол тиску з концентричних сполучених циліндрів, заповнених маслом, при цьому порожнина внутрішнього циліндра з'єднана із входом регулятора, а зовнішня порожнина з'єднана з його виходом, при цьому запобігають пульсації вихідного тиску газу;

- односідельний плунжер з гайкою поміщений у перфоровану обойму й підпружинений до сідла, тим самим пропускна здатність регулятора не зменшується, а забезпечується розвантаження штока;

- гайка плунжера виконана у вигляді усіченого конуса, де його утворююча з підставою становить кут α і дорівнює $30^\circ < \alpha < 75^\circ$ при цьому запобігаються витoki в регуляторі, а оптимальна геометрія сідла й клапана запобігає турбулізації потоку і як наслідок - запобігання обмерзання;

- діаметр захисних тарілок дорівнює діаметру затисненої частини мембрани, обумовленому зі співвідношення $0,8D > d > 0,6D$, де D - діаметр мембранної порожнини, d - діаметр затисненої частини мембрани забезпечують чутливість регулятора;

- діаметр сідла більше діаметра поршня й береться в межах:

$$D_c = D_p + 2 \text{ мм} - D_p + 20 \text{ мм},$$

де D_c - діаметр сідла;

D_p - діаметр поршня забезпечується автоматичне підбурення газу при значному підвищенні витрати в пікові години;

- перфорація в обоймі виконана в нижній її частині й становить $0,21 < l_p < 0,8l$, де l - довжина втулки, l_p - довжина перфорації. Таке співвідношення не міняє продуктивності регулятора.

					ВКР.144.6241м.05.04.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

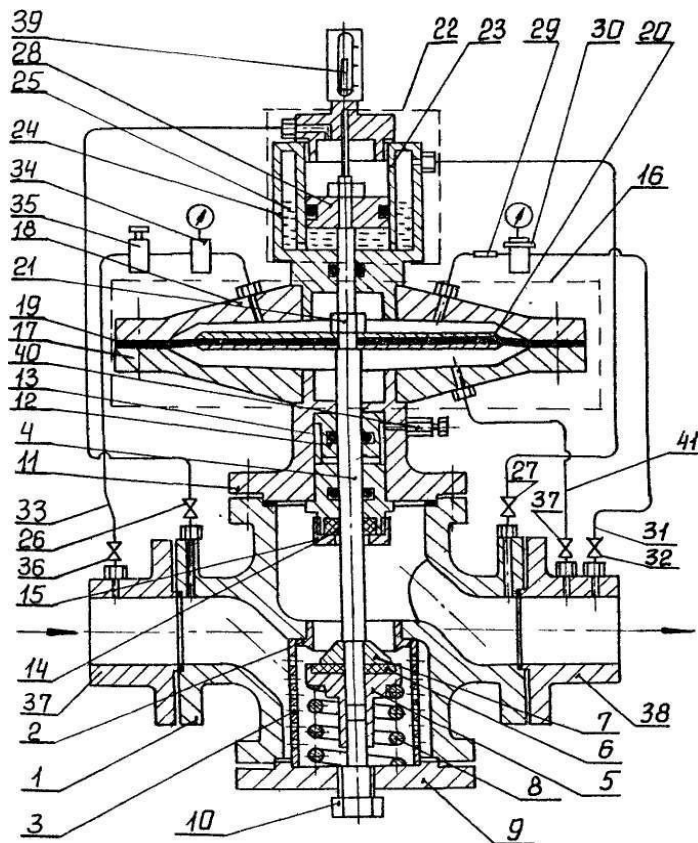


Рис. 4.6 Регулятор тиску газу (Патент UA №19418)

Регулятор має корпус 1 із установленим на ньому сидлом 2 перфорованою втулкою 3. На нижньому кінці штока 4 кріпиться односідельний плунжер 5 з ущільнювальним кільцем 6, гайкою 7.

Плунжер до сидла підтикається пружиною 8, що опирається на кришку 9, центрується болтом 10. Усередині стійки 11 розташована напрямна втулка 12 з ущільненнями 13 й ущільнювальним кільцем 14, закріпленим гайкою 15.

Стійка 11 кріпиться на корпусі регулятора 1 і з'єднується з мембранним приводом 16, що складається з нижньої кришки 17 і верхньої кришки 18, між якими встановлена мембрана 19, захищена тарілками 20, що забезпечують чутливість регулювання й закріплена гайкою 21.

На верхній кришці 18 мембранного приводу 16 установлений компенсаторний вузол 22, що складається з концентричних сполучених циліндрів 23 й 24 заповнених маслом 25, при цьому порожнина внутрішнього циліндра 23 з'єднана із

входом регулятора через вентиль 26, а зовнішня порожнина з'єднана з його виходом через вентиль 27.

На верхньому кінці штока 4 усередині циліндра 23 компенсаторного вузла 22 кріпиться поршень 28. Зворотний клапан 29 і командний прилад 30 встановлюються на лінії відбору регульованого тиску газу 31, що у свою чергу з'єднана з надмембранним простором, а з виходом регулятора вентилем 32.

До надмембранного простору приєднана й лінія відбору з високого тиску 33 з установкою на ній редуктора-задатчика 34, фільтра 35 і вентиля 36. Підмембранний простір з'єднаний з виходом регулятора через вентиль 37. На виході й вході регулятора встановлений штуцер входу 37 і штуцер виходу 38. Положення плунжера контролюється по покажчику 39. На стійці 11 встановлена масельничка 40. На вихідному штуцері 38 встановлена імпульсна трубка 41.

Пристрій працює в такий спосіб. Газ із магістрального газопроводу надходить на вхідний штуцер 37 регулятора тиску газу й одночасно через фільтр 35 і регулятор-задатчик 34 у надмембранну порожнину, переміщаючи мембрану 19, захищену тарілками 20, які охороняють її від розриву й підвищують точність і чутливість регулювання, зі штоком 4 униз, відкриваючи дроселюючий зазор. Далі газ, проходячи через змінний дроселюючий зазор, утворений сідлом 2 і гайкою 7 редукується до заданого вихідного тиску.

З боку вихідного штуцера 38 тиск газу по імпульсній трубці 41, надходить у підмембранну порожнину й впливає на мембрану 19 з іншої сторони. При постійній витраті газу рухлива система регулятора перебуває в спокої. При цьому прохідний перетин регулятора відкрито на величину, що відповідає сталій витраті газу.

Збільшення витрати газу викликає падіння тиску за регулятором й, відповідно, падіння тиску в підмембранній порожнині, що порушує рівновагу сил, що діють на мембрану.

Сили, що діють на мембрану зверху, стають більше сил, що діють на мембрану знизу. Мембрана під дією різниці сил, переміщається вниз. У результаті збільшується прохідний перетин регулятора, відповідно збільшується потік газу,

					ВКР.144.6241м.05.04.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

що заповнивши витрату, доведе тиск за регулятором й у підмембранній порожнині до первісного значення.

Сили, що діють на мембрану 19, зрівноважаться й рухлива система регулятора зупиниться в новому рівноважному положенні, що відповідає новій витраті газу.

Зменшення витрати газу викликає збільшення тиску за регулятором й у підмембранній порожнині. У результаті зміни співвідношення сил, що діють через мембрану на рухливу систему, прохідний перетин регулятора почне зменшуватися доти, поки зменшення потоку газу не викличе падіння тиску за регулятором й у підмембранній порожнині до первісного рівня. Таким чином, дія регулятора спрямована на збереження вихідного тиску на певному заданому рівні поза залежністю від зміни витрати газу.

Для того, щоб установити на виході регулятора значення вихідного тиску, у межах характеристики регулятора, необхідно встановити відповідний постійний тиск у надмембранній порожнині. Це досягається певним настроюванням регулятора-задатчика 34 і командного приладу 38 й, крім того, різницею розмірів поршня 28 і сідла 2 і зусилля пружини 8. У під мембранній порожнині створюється тиск на 0,03 МПа більше чим у підмембранній, що дозволяє стравити у трубопроводі після регулятора.

При різкій зміні тиску газу у вихідному газопроводі за рахунок різкого відбору газу, рухлива система регулятора пересунеться в нове положення не миттєво, а в міру перетікання масла 25 з однієї ємності в іншу. Цим усуваються пульсації плунжера 5 і забезпечується гідравлічна стійкість його роботи.

4.3. Прийняті технічні рішення

Після аналізу приведених конструкцій виберемо для вдосконалення регулятора наступні технічні рішення:

1.) На вхідному штуцері усередині корпусу встановлений фільтр для очищення газу, що надходить в регулятор. Донна частина корпусу виконана у вигляді

					ВКР.144.6241м.05.04.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

знімної заглушки, на внутрішній поверхні якої встановлений другий фільтр, який виконаний у вигляді порожнього циліндра (Патент UA №8292). Це рішення створює додатковий захист механізмів регулятора від можливих забруднень газу.

2.) Виконання односідельного клапана у вигляді зрізаного конуса (Патент UA №40131), що дасть йому можливість самоущільнюватись. Завдяки цьому вдасться підвищити ефективність ущільнення за рахунок збільшення площі контактуючих поверхонь. Така форма регулюючого органу також покращує стійкість процесу регулювання, робить його більш плавним і точним.

					ВКР.144.6241м.05.04.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

					ВКР.144.6241м.05.05.ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Конструкторський розділ		
Студент		Міхай Г.М.					
Керівник		Шаповалов ЮО					
Консульт.							
					НУК		

РОЗДІЛ 5. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

5.1. Обладнання шафових газорегуляторних пунктів (ШГРП)

Шафовий ГРП являє собою готовий промисловий виріб, у металевій шафі якого з максимальною компактністю розміщені устаткування, арматура і контрольно-вимірювальні прилади.

Огляд, ремонт, налагодження і обслуговування устаткування виконують через відкривні передні та бічні або передні та задні дверцята шафи. Розташування дверцят необхідно враховувати при виборі місця розташування шафового ГРП.

Шафові ГРП мають невелику вартість, дозволяють відмовитися від зведення споруд і, тому значно зменшують об'єм будівельно-монтажних робіт.

Промислова зборка і випробування шафових ГРП на міцність, щільність і працездатність на заводських стендах забезпечують їхню надійну роботу в експлуатаційних умовах.

ШРП крім основної технологічної лінії, на якій послідовно один за одним розташоване устаткування (запірні пристрої, фільтр, ЗЗК і регулятор), мають обвідну - байпасну лінію із двома запірними пристроями, до ділянки газопроводу між якими приєднаний манометр. Виключення становлять ШП-2 і ШП-3, які замість байпаса мають другу технологічну лінію, ідентичну основній.

Імпульсний газопровід, що всередині шафи має відводи до регулятора і ЗЗК, а в ряді випадків і до ЗСК, приєднують зовні шафи до вихідного газопроводу на відстані не менш 10Dу цього газопроводу після першого його повороту.

Виключення становлять шафові ГРП типу ШРУ, у яких імпульсний трубопровід приєднаний до вихідного газопроводу усередині шафи.

Шафовий ГРП, як правило, розміщують поза будівлями, але в принципі він може бути встановлений і безпосередньо в котельні або приміщенні цеху з газовикористовуючими агрегатами. У цьому випадку суцільні дверцята шафи замінюють сітчастими (або знімають зовсім), розміщене в шафі устаткування із контро-

					ВКР.144.6241м.05.05.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

льно-вимірювальними приладами розглядається як ГРУ, а сама шафа - як огороження, що запобігає ушкодженню устаткування ГРУ. Утеплення і обігрів при цьому не потрібні.

Газорегуляторні пункти і установки крім регуляторів тиску комплектують також допоміжними пристроями і устаткуванням: запобіжно-запірними клапанами, гідравлічними затворами, пружинними скидними клапанами, фільтрами для очищення газу від механічних домішок і т. д.

Запобіжно-запірні пристрої встановлюють перед регулятором тиску газу. Їхня мембранна через імпульсну трубку з'єднана з газопроводом кінцевого тиску. При збільшенні кінцевого тиску понад установлені норми запобіжно-запірні клапани (ЗЗК) автоматично відтинають подачу газу на регулятор.

Запобіжно-скидні пристрої, застосовувані в ГРП, забезпечують скидання надлишкової кількості газу у випадку нещільного закриття ЗЗК або регулятора. Монтують їх на патрубку, що відводить, газопроводу кінцевого тиску, а вихідний штуцер підключають до окремої свічі. Якщо технологічний процес споживачів газу передбачає безперервну роботу газових пальників, то ЗЗК не встановлюють, а монтують тільки скидні клапани. У цьому випадку необхідно встановити сигналізатори тиску газу, що сповіщають про підвищення тиску газу припустимої величини.

Гідравлічний скидний запобіжник, гідрозатвор представляє собою ємність з вдома штуцерами, що заповнена рідиною. Верхній штуцер служить для приєднання газопроводу, а бічний штуцер приєднують до свічі для викиду в атмосферу. Із зовнішньої сторони корпусу встановлено водомірне скло, що дозволяє визначити висоту стовпа рідини, залитої в корпус. При нормальному тиску газ не може перебороти масу стовпа рідини, залитої в гідрозатвор, і тому в атмосферу не скидається. Але як тільки тиск виявиться більше маси стовпа рідини в гідрозатворі, газ починає витісняти рідину із трубки штуцера, доходить до її нижнього краю і, піднімаючись нагору, проходить через свічу в атмосферу.

Запобіжно-скидний клапан ЗСК. Мембранно-пружинний скидний клапан ЗСК установлюють на газопроводах низького і середнього тисків. Газ із газопроводу після регулятора надходить на мембрану клапану ЗСК. Якщо тиск газу виявляється більше тиску пружини знизу, то мембрана відходить униз, клапан відкривається і газ іде на скидання. Як тільки тиск газу стане менше зусилля пружини, клапан закривається. Стиск пружини регулюють гвинтом 1 у нижній частині корпусу. Для установки клапана ЗСК на газопроводах низького або високого тиску підбирають відповідні пружини.

Для очищення газу від пилу, іржі, смолистих речовин та інших механічних домішок і для запобігання засміченню імпульсних трубок, дросельних отворів, зношування запірних і дросельних органів арматурам установлюють фільтри.

Якісне очищення газу дозволяє запобігти передчасному зношуванню газопроводів, запірної, регулюючої і запобіжної апаратури контрольно-вимірювальних приладів. Правильний вибір фільтра для ГРП є однією з найважливіших умов надійної і безпечної роботи всіх систем газопостачання в цілому.

У ГРП із регуляторами з умовним проходом більше 50 мм застосовують чавунні волосяні фільтри. Фільтруючим елементом є касети, набиті капроновою ниткою (або пресованим кінським волосом) і просочені вісциновим маслом. Можливе використання інших фільтруючих матеріалів, якщо вони відповідають вказаним вимогам. Під час експлуатації у волосяних фільтрів часто знижується фільтруюча здатність через зношування часток фільтруючого матеріалу газовим потоком і при періодичному очищенні струшуванням.

5.2. Методика розрахунку регуляторів тиску для ШРП

В даний час ГРП споруджуються, як правило, за типовими проєктами або застосовуються шафові (блокові) ГРП повної заводської готовності.

Тому проєктування мережевих ГРП зводиться до підбору необхідного регулятора тиску і прив'язці відповідного йому типового проєкту або вибору відпо-

					ВКР.144.6241м.05.05.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

відного шафового ГРП.

Пропускна здатність регулятора залежить від розміру клапана і величини його ходу. Тому регулятори підбирають залежно від максимально можливого споживання газу, а також по розміру клапана і величині його ходу.

Регулятори, установлені в ГРП, повинні працювати в діапазоні навантажень від 0 ("на тупик") до максимуму.

Пропускна здатність регулятора залежить від відношення тисків до та після регулятора, густини газу і кінцевого тиску. В інструкціях і довідниках є таблиці пропускної здатності регуляторів при перепаді тиску 0,01 МПа. Для визначення пропускної здатності регуляторів при інших параметрах необхідно робити перерахунки.

Пропускна здатність регулятора тиску визначається за однією з наведених нижче формул:

- для докритичної області витікання газу

$$Q_o = 5260 \times K_v \times \varepsilon \times \sqrt{(\Delta P \times P_o) / (\rho_o \times T_1 \times Z_1)} \quad (5.1)$$

— для критичного режиму витікання газу, тобто при дотриманні нерівності

$$P_2 / P_1 \leq [(P_2 / P_1)_{кр} = 0,5]$$

$$Q_o = 5260 \times K_v \times \varepsilon_{кр} \times P_1 \times \sqrt{0,5 / (\rho_o \times T_1 \times Z_1)} \quad (5.2)$$

де Q_o - пропускна здатність регулятора тиску, м³/год;

K_v - коефіцієнт пропускної здатності регулятора;

ε - коефіцієнт, що враховує зміну щільності газу при русі через дросельний орган регулятора;

P_1, P_2 - абсолютний тиск газу до і після регулятора, МПа;

ρ_o - щільність газу при нормальних умовах, кг/м³;

T_1 - температура газу перед регулятором, К;

Z_1 - коефіцієнт, що враховує стисливість газу, при P_1 до 1,2 МПа приймається рівним 1.

					ВКР.144.6241м.05.05.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Розрахунок проводять у наступній послідовності.

Визначається режим руху газу, виходячи з величини початкового і кінцевого тиску газу на регуляторі.

Визначається коефіцієнт витрати регулятора за формулами (5.1) і (5.2).

Підбирається регулятор тиску, що має близький за значенням коефіцієнт витрати K_v .

Визначається пропускна здатність підбраного регулятора при вихідних значеннях початкового і кінцевого тиску газу перед ним. Визначається завантаження регулятора або запас пропускної здатності в порівнянні з продуктивністю ШРП. Згідно ДБН В.2.5-20:2018 цей запас повинен складати не менше 15...20%.

5.3. Визначення параметрів регуляторів

Розрахункова продуктивність ШРП № 1, № 3 складає 101,8 м³/год, ШРП № 2 – 22 м³/год, ШРП № 4, № 6 - 18,2 м³/год, ШРП № 5 – 161 м³/год;

Тиск газу перед ШРП 0,3МПа;

Тиск газу після ШРП 3кПа.

Для ШРП №1, №3.

$$P_1=0,3+0,101=0,401 \text{ МПа}$$

$$P_2=0,003+0,101=0,104 \text{ МПа}$$

$$P_2/P_1=0,104/0,401=0,26,$$

$$\text{тобто } P_2/P_1 < 0,5$$

Враховуючи, що на регуляторі спрацьовується великий перепад тиску, втратами тиску в ШРП до регулятора можна знехтувати. Далі визначаємо коефіцієнт витрати регулятора за формулою (5.2)

$$K_v = \frac{101,8}{5260 \times 0,7 \times 0,401 \times \sqrt{\frac{0,5}{0,7754 \times 273 \times 1}}} = 1,4$$

					ВКР.144.6241м.05.05.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

За розрахунковим $K_v = 1,4$ підбираємо регулятор з найближчим більшим значенням цього коефіцієнта, РД-50, ($K_v = 22$).

Далі за формулою (5.2) визначаємо пропускну здатність цього регулятора при тих же значеннях початкового і кінцевого тиску газу.

$$Q_o = 5260 \times 22 \times 0,7 \times 0,401 \times \sqrt{\frac{0,5}{0,7754 \times 273 \times 1}} = 1300 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Визначаємо завантаження регулятора

$$\frac{101,8}{1300} \times 100 = 8\% < 80-85\%$$

Таким чином, прийнятий до установки регулятор тиску газу РД-50 має достатній резерв продуктивності.

Як зазначалося вище, в даний час випускаються шафові ГРП повної заводської готовності. Їх паспортні характеристики наведені в [11]. Тому подальший підбір регуляторів тиску зробимо за пропускнуою спроможністю, наведеною в таблиці 3.22 в [11], згідно [2].

Для ШРП № 2 приймаємо до установки регулятор тиску типу РД-32М з пропускнуою здатністю 110 м³/год, резерв продуктивності якого цілком прийнятний для заданих умов.

Аналогічно, для ШРП № 4, № 6 обираємо регулятор тиску РД-32М.

Для ШРП № 5 приймаємо до установки регулятор РД-50М.

Висновки за розділом

Шафові ГРП — це готові промислові вироби, в металевій шафі яких компактно розміщені устаткування, арматура та контрольно-вимірювальні прилади. Вони мають невисоку вартість, дозволяють не зводити окремих споруд і значно зменшують обсяг будівельно-монтажних робіт. ШГРП, як правило, розміщують поза будівлями, але вони можуть бути встановлені в котельні або цеху.

					ВКР.144.6241м.05.05.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Щодо обладнання ГРП:

ГРП та установки комплектують регуляторами тиску, запобіжно-запірними клапанами (ЗЗК), гідравлічними затворами, пружинними скидними клапанами (ЗСК), та фільтрами.

Щодо методики розрахунку регуляторів тиску:

Проектування мережевих ГРП зводиться до підбору необхідного регулятора тиску та прив'язки типового проєкту або вибору шафового ГРП.

Регулятори підбирають залежно від максимально можливого споживання газу, а також за розміром клапана і величиною його ходу.

Пропускна здатність регулятора залежить від співвідношення тисків до та після регулятора, густини газу та кінцевого тиску.

Для розрахунку використовуються формули для докритичної або критичної області витікання газу, що дозволяють визначити коефіцієнт пропускної здатності (K_v). Запас пропускної здатності регулятора порівняно з продуктивністю ШРП повинен складати не менше 15...20%.

Приклад підбору регуляторів:

На підставі розрахунків та необхідного резерву продуктивності:

Для ШРП №1, №3 (продуктивність 101,8 м³/год) прийнято регулятор РД-50 ($K_v=22$), який має достатній резерв (пропускна здатність 1300 м³/год).

Для ШРП №2 (22 м³/год), №4, №6 (18,2 м³/год) обрано РД-32М (з пропускною здатністю 110 м³/год).

Для ШРП №5 (161 м³/год) прийнято РД-50М.

Подальший підбір регуляторів проводиться за паспортними характеристиками шафових ГРП повної заводської готовності.

					ВКР.144.6241м.05.05.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

					ВКР.144.6241м.02.06.ПЗ							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Заклучний розділ					Літ.	Арк.	Аркушів
Студент	Величко А.Л.											
Керівник	Шаповалов ЮО									НУК		
Консульт.												

РОЗДІЛ 6. ЗАКЛЮЧНИЙ РОЗДІЛ

В роботі представлений проєкт системи газопостачання смт. Олександрівка Миколаївської області з населенням 5400 мешканців.

Розрахунки системи газопостачання велися на підставі розрахункових річних і годинних витрат газу на побутове та комунально-побутове споживання.

Проєктом передбачено реконструкцію системи газопостачання котельні із заміною котлів та встановленням допоміжного обладнання. Котельня працює на природному газі з теплотворною здатністю 8050 ккал/м³. Розрахункова теплопродуктивність котельні становить 3,0 МВт. Запропоновано перехід з відкритої системи теплопостачання до незалежної закритої схеми. Теплова схема котельні є двоконтурною.

Розраховані об'єми споживання газу, проведений гідравлічний розрахунок систем газопостачання. Проведена компоновка котельні, її газопостачання та перевірочний розрахунок димової труби. Розрахунки виконані з дотриманням норм і правил проєктування, враховані вимоги енергозберігаючих заходів.

Проведене дослідження регуляторів тиску, які є найважливішими приладами газорегуляторних пунктів (ГРП) і газорегуляторних установок (ГРУ), від їхньої роботи залежить безперебійна подача споживачам газу заданого тиску. регулятори тиску служать для автоматичної підтримки тиску газу на заданому рівні.

Після аналізу патентів та авторських свідоцтв обрані шляхи вдосконалення конструкції регуляторів тиску газу та покращення їх експлуатаційних характеристик.

Розраховані регулятори тиску для шафових газорегуляторних пунктів.

Прийняття інженерних рішень було засновано на виборі оптимального варіанту організації систем газопостачання в умовах існуючих тенденцій розвитку сучасних енергозберігаючих технологій.

					ВКР.144.6241м.05.06.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія. URL: <https://finance.smr.gov.ua/files/Енергозбереження/dstu-n-b-v11-27-2010-budivelnaklimatologiya.pdf>.
2. Алабовський О. М., Боженко М. Ф., Хоренченко Ю. В. Проектування котелень промислових підприємств. Київ : Вища школа, 1992. 270 с.
3. ДБН В.2.5-20-2018 Газопостачання. Інженерне обладнання будинків і споруд. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=82086
4. ДБН В.2.5-39:2008 Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=47699
5. ДБН В.2.5.-77:2014. Котельні. [Електронний ресурс]. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=59086
6. НПАОП 0.00-1.76-15 Правила безпеки систем газопостачання. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=60957
7. НПАОП 0.00-1.81-18 Правила охорони праці під час експлуатації обладнання, що працює під тиском. https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=77162
8. Балдіна О. М., Локшина В. А., Петерсон Д. Ф. Гідравлічний розрахунок котельних агрегатів: Нормативний метод. Київ : Енергія, 1998. 256 с.
9. Константінов С. М., Панов Є. М. Теоретичні основи теплотехніки: підручник. Київ : Золоті ворота, 2012. 592 с.
10. Степанов Д. В., Корженко Є. С., Бондар Л. А. Котельні установки промислових підприємств: навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2011. 120 с.
11. Методичні вказівки до виконання студентами самостійної роботи з дисципліни «Котельні установки промислових підприємств» для студентів спеціальності «Теплоенергетика» / Уклад. Д. В. Степанов. Вінниця : ВНТУ, 2017. 34 с.
12. Ткаченко С. Й., Степанов Д. В., Бондар Л. А. Котельні установки : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2016. 185 с.

					ВКР.144.6241м.05.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

13. Радовенчик Я. В., Гомеля М. Д. Фізико-хімічні методи доочищення води. Підручник. Київ : Кондор-Видавництво, 2016. 264 с.
14. Кравченко В. С. Розрахунок систем інженерного обладнання будівель: навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2006. 353 с.
15. Регулятори тиску прямої дії і їх використання в газорегуляторному пункті котла. Методичні вказівки. Укладачі: доц. І.П. Полтавський, асист. О.В. Гришина, інж. С.І. Полтавський. Рецензент доц. Н.А. Шаройко. Харків: Видавництво Укр-ДАЗТу, 2010. 30 с.
16. Конспект лекцій з дисципліни «Газопостачання підприємств і раціональне використання природного газу» для здобувачів вищої освіти спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» другого (магістерського) рівня / Укладач А.О. Редько, О.Ф. Редько. Харків: ХНУБА, 2021. 149 с.
17. Сідак В.С., Дудолад О.С. Новітні технології будівництва та реновації інженерних мереж: навч. посіб. Харків, 2006. 356 с.

					ВКР.144.6241м.05.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		