

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

**Факультет інженерних систем і екології
Кафедра теплогазопостачання і вентиляції**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗДОБУВАЧА СТУПЕНЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ МАГІСТР**

на тему:

**«Реконструкція систем газопостачання м. Черкаси з покращенням забезпечення
параметрів подачі газу»**

Слободянюк Олександра Михайлівна
(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

**Факультет інженерних систем і екології
Кафедра теплогазопостачання і вентиляції**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____Предун К.М.

„___” _____2024 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗДОБУВАЧА СТУПЕНЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ МАГІСТР**

**«Реконструкція систем газопостачання м. Черкаси з покращенням забезпечення
параметрів подачі газу»**

*Я як здобувач вищої освіти КНУБА
розумію і підтримую політику закладу
з академічної доброчесності. Я не
надавала і не одержувала незгодованої
допомоги під час підготовки цієї роботи.
Використання ідей, результатів і текстів інших
авторів мають посилання на відповідне джерело.*

Здобувач Слободянюк Олександра Михайлівна
Будівництво та цивільна інженерія
(спеціальність)
Теплогазопостачання і вентиляція
(освітня програма)
Група ТВм-23-1
Керівник Франчук Ю.Й.
Доцент, кандидат технічних наук
Рецензент _____
Ідентичність підтверджую

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: інженерних систем і екології

Кафедра: теплогазопостачання і вентиляції

Освітній рівень: «магістр за ОПП»

Спеціальність: будівництво та цивільна інженерія

ОПП: теплогазопостачання і вентиляція

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету

Інженерних систем і екології

_____ Приймак О.В.

„ ___ ” _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

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

Слободянюк Олександрі Михайлівни

1. Тема роботи «Реконструкція систем газопостачання м. Черкаси з покращенням
забезпечення параметрів подачі газу»

затверджена наказом ректора КНУБА №__ від „ ___ ” _____ 2024 р.

2. Керівник роботи Франчук Юрій Йосипович

Доцент, кандидат технічних наук

3. Строк подання студентом роботи до захисту _____

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Вступ

Розділ 1. Аналіз передумов виникнення проблем

Розділ 2. Матеріали та методи дослідження

Розділ 3. Газопостачання населеного пункту

Розділ 4. Шляхи підвищення енергоефективності газових плит

Розділ 5. Технології та організація монтажу системи газопостачання

Розділ 6. Основи охорони праці та навколишнього середовища

Висновок

Список використаної літератури

5. Графічний матеріал за розділами

Розділ 1. _____

Розділ 2. _____

Розділ 3. Схема газопостачання населеного пункту, розрахункова схема газопроводів високого тиску газу та відомість труб високого тиску.

Розділ 4. Розрахункова схема газопроводів низького тиску, схема газопостачання житлової групи, план типового поверху житлового будинку, аксонометрична схема внутрішньобудинкових газопроводів, відомість труб низького тиску газу.

Розділ 5. Монтажна схема розподільних газопроводів, монтажна схема розподільних газопроводів житлової групи, календарний план-графік виконання робіт по монтажу газорозподільчої мережі, графік потреби машин і механізмів та графік-циклограма будівництва газопроводів.

Розділ 6. _____

6. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1. Аналіз передумов виникнення проблем	
Розділ 2. Матеріали та методи дослідження	
Розділ 3. Газопостачання населеного пункту	
Розділ 4. Шляхи підвищення енергоефективності газових плит	
Розділ 5. Технології та організація монтажу системи газопостачання	
Розділ 6. Основи охорони праці та навколишнього середовища	
Остаточне оформлення роботи	
Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	
Попередній захист роботи на кафедрі	

7. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірів	
		Дата	Підпис
Розділ 5.	Сенчук М.П., доцент		
Розділ 6.	Клімова І.В., доцент		

8. Дата видачі завдання _____

Зав. кафедри _____ Предун К.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ Франчук Ю. Й.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Студентка _____ Слободянюк О.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

Вступ.....	8
1. Аналіз передумов виникнення проблем.....	11
1.1 Історичний розвиток систем газопостачання в міських умовах.....	12
1.2 Проблеми та недоліки існуючих мереж.....	13
1.3 Особливості та вимоги до проєктування газорозподільчих систем.....	15
2. Матеріали та методи дослідження.....	18
2.1 Огляд необхідності наукового підходу.....	19
2.2 Опис методу дослідження.....	20
2.3 Результати.....	22
3. Газопостачання населеного пункту.....	24
3.1 Вихідні дані	25
3.2 Розрахунки газоспоживання.....	26
3.2.1 Визначення загальної площі району.....	26
3.2.2 Визначення кількості мешканців в районі.....	26
3.3 Визначення витрат газу.....	27
3.3.1 Визначення річної витрати газу.....	27
3.3.2 Визначення максимально годинної витрати газу.....	27
3.4 Комунально побутові потреби населення.....	28
3.4.1 Максимальні годинні витрати для зосередження споживачів великих ком.-поб. підприємств.....	29
3.4.2 Річна витрата газу.....	30
3.5 Потреби тепlopостачання.....	31
3.5.1 Годинна витрата газу	33
3.5.2 Річна витрата газу	34
3.6 Визначення витрат газу на потреби промислових підприємств.....	37
3.6.1 Годинна витрата газу підприємствами.....	37
3.6.2 Річна витрата газу підприємствами.....	38

3.7. Газорегуляторні пункти і установки.....	39
3.7.1 Визначення оптимальної кількості сітьових ГРП.....	39
3.7.2 Розрахунок і вибір обладнання ГРП	43
3.8. Гідравлічні розрахунки газопроводів.....	44
3.8.1. Газопроводи високого тиску.....	44
3.8.2 Газопроводи низького тиску.....	46
3. 8. 3 Газопостачання житлового будинку.....	52
4. Шляхи підвищення енергоефективності газових плит.....	56
5. Технології та організація монтажу системи газопостачання.....	63
5.1 Технологія монтажу газорозподільної мережі.....	64
5.1.1 Проведення земляних та монтажних робіт.....	64
5.1.2 Технологія терморезисторного зварювання	65
5.1.3 Зведення переходів через перешкоди для газопроводів.....	67
5.1.4 Фітинги для поліетиленових газопроводів.....	68
5.2 Організація монтажу газорозподільної мережі.....	70
6. Основи охорони праці та навколишнього середовища.....	73
6.1 Підготовчі роботи.....	75
6.2 Проведення газонебезпечних робіт.....	76
Висновок.....	79
Список використаної літератури.....	82
Додаток 1. Розрахунок обсягів земляних робіт.....	85

ВСТУП

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Газопостачання є ключовим компонентом енергетичної системи, який забезпечує постачання природного газу від місць його видобутку до широкого спектру споживачів. Надійність системи газопостачання забезпечується шляхом постійного моніторингу, технічного обслуговування та модернізації інфраструктури.

Реконструкція систем газопостачання є комплексним процесом, спрямованим на забезпечення стабільного та ефективного газопостачання в умовах активно розвитку міст, а з ним і зростаючих потреб населення та промисловості. Така реконструкція передбачає модернізацію та оновлення існуючих газопроводів, установку нових компресорних станцій, а також впровадження сучасних технологій управління тиском і контролю за обсягами газу. Тому перелаштування газорозподільчих мереж стає необхідною умовою для забезпечення стабільної економіки та комфортних умов життя його мешканців.

Попри активний розвиток альтернативних джерел енергії та впровадження відновлюваних технологій в Україні, природний газ залишається ключовим елементом в енергетичній системі країни. Хоча спостерігається загальне зниження обсягів споживання газу, його вартість продовжує стрімко зростати. На сьогоднішні населення, що домінує в комунально-побутовому секторі, споживає більше газу, ніж промисловість. У зв'язку з цим, одним із способів зменшення використання природного газу є скорочення його споживання на власні потреби, зокрема під час обслуговування об'єктів системи газопостачання, та більш ефективного згоряння у газоспоживчих приладах. Влітку основним споживачем газу є газова плита, оскільки газ переважно використовується для приготування їжі, у зимовий ж період до цього ще й додаються опалювальні прилади. Таким чином, пріоритетним завданням стає оптимізація процесу спалювання газу на побутових плитах і роз'яснення основних факторів, що впливають на ефективне використання енергії.

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Одним із чинників, що впливають на енергетичну цінність природного газу, є рівень його тиску. Проведено дослідження, метою якого було оптимізувати тиск у газорозподільних мережах перед подачею газу до побутових приладів [1] та проаналізувати, як зміна цього тиску вплине на ефективність спалювання газу на них [2]. На сьогодні в житлових та громадських будівлях використовуються як вітчизняні, так і європейські газові прилади. Однак, згідно з українськими законодавчими нормами, подача газу здійснюється під тиском 1200 Па [3], тоді як європейські стандарти передбачають щонайменше тиск 2000 Па, що зазначено в технічних характеристиках обладнання [4].

Проблема полягає в тому, що через недостатній тиск у певних частинах газової мережі газові прилади не працюють на повну потужність. Це спричиняє зниження теплової ефективності пальників, оскільки вони змушені функціонувати в умовах, відмінних від тих, для яких вони були спроектовані. У результаті, пальники не можуть забезпечити оптимальне горіння, що призводить до неповного спалювання газу і зниження загальної ефективності системи. Ця ситуація висуває вимогу до перерозподілу газових потоків у мережі з метою підтримки стабільного тиску, необхідного для забезпечення сталого горіння. Газ повинен подаватися під таким тиском, щоб пальники могли працювати на своїй максимальній потужності, гарантуючи повне спалювання палива і досягнення найвищого можливого коефіцієнта корисної дії. Тільки за цих умов можна досягти максимальної ефективності роботи пальників, забезпечити їхнє стабільне горіння та повноцінне використання енергії природного газу.

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

АНАЛІЗ ПЕРЕДУМОВ ВИНИКНЕННЯ ПРОБЛЕМ

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.1. Історичний розвиток систем газопостачання в міських умовах

Розвиток систем газопостачання в міських умовах пройшов складний і тривалий шлях, що розпочався наприкінці XVIII століття і триває до сьогодні. Однією з ключових подій цього процесу стало відкриття можливості використання газу як джерела світла.

У 1792 році шотландський інженер Вільям Мердок вперше застосував газ, отриманий із вугілля, для освітлення свого будинку в Лондоні. Що стало справжнім проривом у галузі енергетики, який призвів до значних змін у способі життя міського населення. Вже у 1807 році Лондон став першим містом, де газ використовується для вуличного освітлення, що стало можливим завдяки створенню комерційної газової мережі.

Подальший розвиток газопостачання у містах був пов'язаний із заснуванням у 1812 році Gas Light and Coke Company, яка почала активне будівництво газових мереж у Лондоні. Протягом XIX століття газопостачання поширилося на інші європейські та американські міста, забезпечуючи не лише освітлення, а й побутові потреби, зокрема приготування їжі. Газові ліхтарі замінили свічки та масляні лампи на вулицях міст, значно підвищивши рівень комфорту та безпеки.

Початок XX століття ознаменувався переходом до використання природного газу, який став основним джерелом енергії завдяки своїй більшій ефективності та екологічності. Цей перехід вимагав розвитку нових технологій видобутку, транспортування та зберігання газу, що сприяло подальшому розширенню газових мереж. У другій половині століття системи газопостачання продовжували вдосконалюватися. Впровадження нових матеріалів та автоматизованих систем контролю зробило їх більш надійними та безпечними. Газопостачання стало невід'ємною частиною міського життя,

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

забезпечуючи комфорт і тепло в кожному домі.

У наш час людство стикається з новими викликами, пов'язаними з екологічною стійкістю та необхідністю переходу до альтернативних джерел енергії. Сучасні інновації, такі як зріджений природний газ (LNG), біогаз та водень, поступово інтегруються в існуючі системи, що дозволяє зберегти їх ефективність та екологічну чистоту.

Таким чином, історія розвитку постачання газу відображає постійне прагнення до поліпшення якості життя, створення безпечних, надійних та енергоефективних систем, що відповідають вимогам сучасності.

1.2. Проблеми та недоліки існуючих мереж

Газові мережі України, збудовані в минулому столітті, використовуються вже більше півстоліття, через що втрачають герметичність, а опір у трубах зростає. Завдяки витокам газу тиск падає, що призводить до відхилень від запланованих показників [5]. Продуктивність багатьох трубопроводів впала до 30-70% від норми через скупчення відкладень усередині. У систему потрапляють вода, конденсат і мінеральні частки, які збільшують шорсткість труб і опір газотоку. Корозія і кристалогідрати так само погіршують стан труб, знижуючи ефективність мережі [6]. Збільшення кількості споживачів, підключених до старих мережах, ускладнює підтримання необхідного тиску, особливо під час пікових навантажень, що негативно впливає на роботу приладів [7].

Транспортування газу здійснюється відповідно до нормативних вимог:

- Тиск на виході з газорегуляторного пункту не перевищує 3000 Па [8];
- Втрати тиску в розподільчих газопроводах можуть досягати 1200 Па, а у внутрішніх і підвідних газопроводах — до 500 Па.

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Тиск перед пальником повинен становити 1300 Па [3];
- Мінімальний тиск перед пальником — 700 Па [8].

Встановлення газових лічильників, згідно з Законом України, додає втрати тиску близько 100 Па на одиницю. У багатоквартирних будинках ці втрати можуть бути більшими через невідповідність діаметрів труб і наявність додаткових опор, як-от запірні клапани і відводи.

Крім цього, у внутрішньобудинкових системах фактичні втрати тиску можуть бути вищими за проєктні через довші газопроводи, підвищене навантаження від нових приладів, засмічення труб та наявність рідких домішок у системі.

В результаті, в старих мережах після встановлення лічильників, тиск розподіляється так:

- 3000 Па на виході з газорегуляторного пункту;
- 1200 Па втрачається в розподільчій мережі;
- 400 Па втрачається в підвідних і внутрішніх газопроводах;
- 100 Па втрачається через лічильник.

Таким чином, реальний тиск перед газовими приладами становить близько 1300 Па, що нижче мінімальних вимог безпеки газових плит західноєвропейського зразка і не відповідає рекомендаціям виробників обладнання [8].

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3. Особливості та вимоги до проектування газорозподільчих систем

Сучасна міська система газопостачання організована за ієрархічним принципом, де газопроводи класифікуються за рівнем тиску. Основу цієї системи складають газопроводи високого тиску, які формують головний каркас міської газової мережі. Щоб забезпечити стабільність та надійність системи, ці газопроводи мають утворювати кільцеву структуру. Це дозволяє забезпечити безперебійне постачання газу навіть у разі пошкодження окремих ділянок мережі.

Газопроводи високого тиску з'єднуються з іншими частинами системи через газорегуляторні станції (ГРС), які регулюють і контролюють тиск газу. ГРС оснащені захисними механізмами для забезпечення безпеки та стабільності газопостачання.

У великих містах газові мережі поділяються на три основні категорії:

1. Розподільчі газопроводи: Ці газопроводи забезпечують постачання газу до промислових підприємств, комунальних установ і житлових районів. Вони можуть бути різного тиску (високого, середнього або низького) і можуть мати різну конфігурацію, включаючи кільцеві або тупикові системи.
2. Абонентські відгалуження: Ці газопроводи підводять газ від розподільчих мереж до конкретних споживачів, таких як приватні будинки або промислова будівля.
3. Внутрішньобудинкові газопроводи: Вони відповідають за подачу газу всередині будівель, забезпечуючи його доставку до окремих приладів і точок споживання [9].

Для селищ і невеликих міст найбільш доцільною є одноступенева система газопостачання. Вона зазвичай включає мережі низького тиску, які забезпечують газопостачання безпосередньо до споживачів.

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У середніх містах використовується двоступенева система газопостачання. У такій системі газ подається від газорозподільної станції (ГРС) через мережі середнього або високого тиску до великих споживачів і газорегуляторних пунктів, а звідти - до міської розподільчої мережі.

У великих містах застосовується трьохступенева система газопостачання. У таких містах і промислових центрах створюється кільцева система високого тиску, яка може мати тиск до 2,5 МПа. Ця система отримує газ від магістральних газопроводів, розподіляє його по місту і забезпечує постачання до основних міських мереж. Газопроводи високого тиску також постачають газ до промислових районів, прилеглих міст і підземних сховищ.

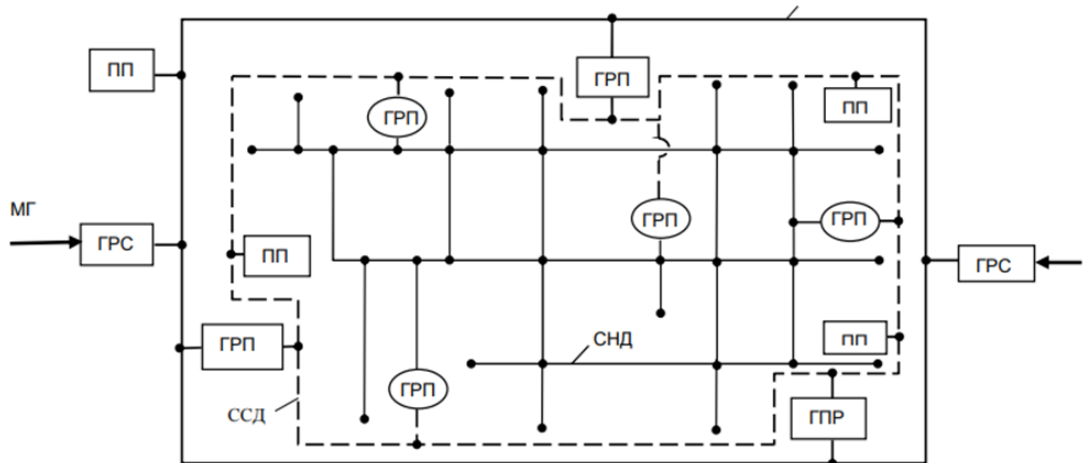


Рис. 1. Багатоступенева система газопостачання великого міста

Газ із магістральних газопроводів надходить до міських мереж через ГРС, які розподіляють його по мережах з різним тиском. У великих містах передбачено кілька точок підключення та кілька ГРС, що підвищує надійність і гнучкість системи [9]. Газопроводи високого тиску зазвичай прокладаються уздовж околиць міста, а ГРС розміщуються на периметрі в зонах, де забудова не планується.

Газорегуляторні пункти для мереж високого та середнього тиску розташовують по всьому місту, щоб забезпечити швидке постачання газу до

різних районів. Пункти для мереж низького тиску, які обслуговують житлові квартали і мікрорайони, розміщують ближче до місць найбільшого споживання газу. Вони можуть постачати від 1000 до 3000 м³ газу на годину в певному радіусі.

У районах з високим споживанням газу довжина сторони кільцевої мережі зазвичай дорівнює двом кварталам. У менш завантажених районах ця відстань може бути до 3 - 4 кварталів. Відстань від відгалуження до будинків не повинна перевищувати 150-200 метрів.

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.1. Огляд необхідності наукового підходу

З огляду на зростання цін на природний газ, важливість повного використання енергії, яка вивільняється під час його спалювання, стає дедалі очевиднішою. Основна частина газу спалюється побутовими плитами, особливо влітку, коли споживання газу є високим. Щоб максимально ефективно використовувати енергію газу та зменшити шкідливі викиди, необхідно забезпечити його повне спалювання.

В Україні при проектуванні і будівництві газорозподільчих систем традиційно використовували багатоступеневі системи, що складаються в основному з мереж низького тиску. Оскільки побутові прилади потребують саме газ з низьким тиском, їх живлення здійснювалося через ці багатокільцеві мережі. Однак через велику довжину і значне навантаження мереж низького тиску виникають проблеми з рівномірним розподілом газу та забезпеченням необхідного тиску біля кожного приладу [10]. Це призводить до того, що тиск газу може бути недостатнім для нормальної роботи приладів, що впливає на їх ефективність і безпеку.

Упродовж останніх років спостерігається значне зростання популярності європейського газового обладнання, яке потребує вищого тиску для ефективнішої роботи. Нині до систем низького тиску підключаються різні види обладнання, яке вимагає різних рівнів тиску газу від 1200 до 1300 Па, а іноді понад 2000 Па. Це створює додаткові виклики для існуючих газорозподільчих систем, оскільки необхідно враховувати ці різні вимоги і забезпечувати їх виконання.

Теоретичні дослідження показали, що теплова потужність газових пальників значно змінюється в залежності від тиску газу. Для забезпечення оптимальної роботи побутових газових приладів важливо подати газ з таким тиском, який гарантує його повне і ефективне спалювання [11].

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Це дозволяє не тільки максимізувати використання енергії, але й зменшити кількість шкідливих викидів у димових газах, що є особливо актуальним в умовах зростання екологічних вимог і вартості енергоносіїв.

2.2. Опис методу дослідження

Було проведено дослідження, яке вивчало вплив зміни тиску на ефективність роботи побутових газових плит. Експеримент проводився в системі газопостачання, яка використовує середній та низький тиск для подачі газу до с.м.т. Ямпіль і села Мокроволя в Хмельницькій області. Тиск у мережі знижувався до 0,003 МПа через один газорегуляторний пункт і три шафові регуляторні пункти. Випробування проводилися у двох будинках, що знаходяться на протилежних кінцях населеного пункту [10].

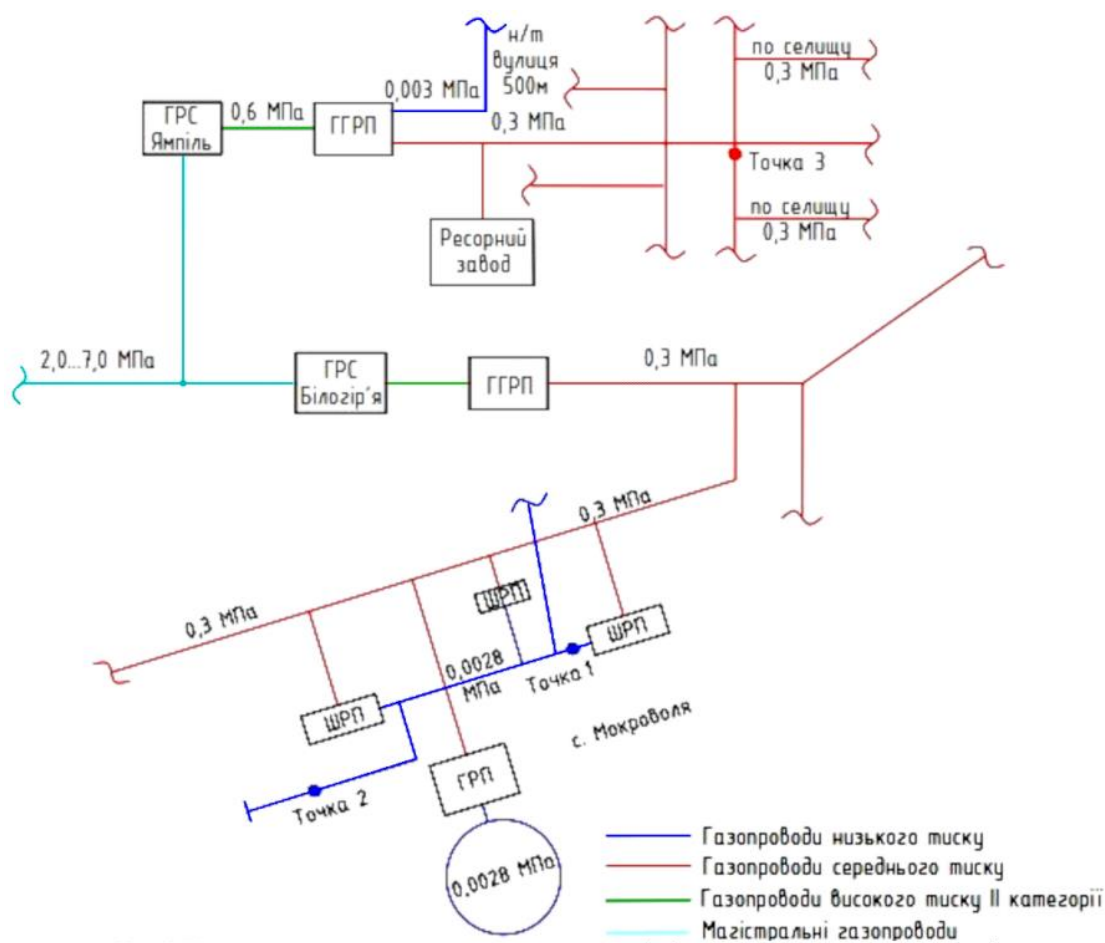


Рис. 2. Принципова схема системи газопостачання с.м.т.Ямпіль і с. Мокроволя Хмельницької області

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Досліджували ефективність роботи пальників газової плити «Bartscher» GNU закордонного виробництва, розрахованої на робочий тиск 2000 Па [12]. Для вимірювання споживання газу використовувався мембранний лічильник «Metrix» G4, який має високу точність і витримує широкий температурний діапазон з мінімальними втратами тиску.

Експерименти проводилися за різних значеннях вхідного тиску: 1800, 2000, 2400 та 2600 Па на пальниках різної потужності. В якості тесту проводилося нагрівання 3 літрів води, початкова температура якої становила 303,15 К. Зважаючи на атмосферний тиск, температура кипіння води була визначена як 99,98°C. Процес кип'ятіння води фіксувався, а обсяг використаного газу вимірювався за різницею в показаннях лічильника на початку та в кінці експерименту.

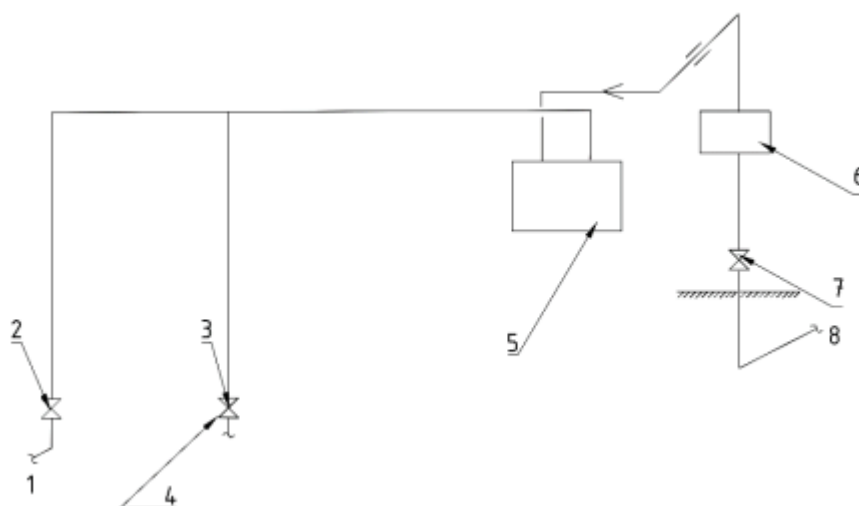


Рис. 3. Експериментальна установка: 1 – точка підключення газової плити для випробувань при різних тисках; 2 – газовий клапан \varnothing 15 мм; 3 – газовий клапан \varnothing 15 мм для вимірювального приладу; 4 – точка підключення манометра; 5 – газовий лічильник; 6 – регулятор тиску газу; 7 – головний клапан; 8 – трубопровід середнього тиску газу 0,3 МПа

2.3. Результати

Аналіз даних чітко продемонстрував, що тиск подачі газу має суттєвий вплив на ефективність його використання. З підвищенням тиску досягається збільшення ефективності згоряння природного газу. Найвищий рівень ефективності досягається при тиску 2400 Па, що дозволяє отримати максимальну кількість вивільненої енергії. У таких умовах економічна ефективність використання газу на 20,8% перевищує ефективність використання електроенергії. Це означає, що для побутових газових плит найкраще підтримувати тиск на рівні 2400 Па, що дозволяє оптимально використовувати паливо.

Відхилення тиску від позначки в 2400 Па приводить до падіння ефективності згоряння. Зокрема, при тиску 1800 Па використання газу стає менш вигідним у порівнянні з електроенергією, а ефективність відхилення може досягати 40%. Аналогічно, при тисках 2000 і 2500 Па середнє відхилення в ефективності становить близько 20%. Таким чином, для досягнення оптимальної роботи газових приладів необхідно прагнути підтримки тиску на рівні 2400 Па. Це можливо за допомогою регуляторів тиску, які повинні бути налаштовані на рівень 2400 Па з урахуванням внутрішнього тиску.

Ще одним аспектом є діаметр посуду, що використовується для нагрівання. Найбільш оптимальним рішенням є використання середньої конфорки, яка забезпечує збалансоване співвідношення між потужністю нагріву і витратами газу. Якщо в основному ціль полягає в економії газу, доцільно використовувати конфорку з меншою потужністю із ємністю середнього діаметра. Однак, якщо першочерговим є швидкість нагрівання, можна використовувати конфорку з більшою потужністю, проте це призведе до збільшення витрат газу на 50%. Системи середнього тиску змінюють ключову роль у підтриманні стабільного та оптимального тиску газу в

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

системі. Ці системи забезпечують точніше регулювання тиску, що важливо для правильної роботи газових приладів.

Важливо підкреслити, що підтримання стабільного та оптимального тиску в системі є не лише економічно ефективним, але й покращує безпеку використання газових приладів. Надмірне або зниження тиску може призвести до неправильної роботи пальників, що може стати причиною неповного згоряння газу. Це, своєю чергою, збільшує ризик утворення чадного газу, який є небезпечним для здоров'я людини.

До того ж, оптимізація процесу згоряння газу дозволяє зменшити викиди шкідливих речовин у навколишнє середовище, що має велике значення в умовах сучасної екологічної кризи. Зниження кількості вихідних речовин покращує якість повітря, а також сприяє боротьбі зі змінами клімату. Використання природного газу з більшою ефективністю зменшує загальне споживання палива, що не лише економить ресурси, але й зменшує вуглецевий слід.

Важливо також згадати про те, що підвищена ефективність згоряння газу може збільшити зносостійкість обладнання. Коли повністю згорає газ, утворюється менше нагару на пальниках та інших частинах газових приладів. Це знижує потребу в технічному обслуговуванні та продовжує термін служби техніки.

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ГАЗОПОСТАЧАННЯ НАСЕЛЕНОГО ПУНКТУ

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.1 Вихідні дані

1. Адміністративний поділ міста:

Місто Черкаси поділене річкою на два адміністративних райони:

- Район 1: забудований 6-ти поверховими житловими будинками з повністю централізованою системою тепlopостачання.
- Район 2: складається в основному з 4-поверхових будинків, тепlopостачання централізоване, джерело тепла – районна котельня, підігрів гарячої води здійснюється місцевими водонагрівачами (ВПГ).

2. Промислові підприємства:

- ПП-1 (електротехнічне підприємство): $Q_1=2$ МВт.
- ПП-2 (целюлозно-паперова фабрика): $Q_2=3$ МВт.
- ПП-3 (текстильна фабрика): $Q_3=5$ МВт.
- ПП-4 (фарфорово-фаянсова фабрика): $Q_4=1$ МВт.
- ПП-5 (виноробна фабрика): $Q_5=5$ МВт.

3. Джерело газопостачання:

- Газорозподільна станція, розташована на західній околиці міста.

4. Кліматичні дані:

- Розрахункова температура зовнішнього повітря для проектування систем опалення $t_o = -21^\circ\text{C}$.
- Середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період $t_o = -1,8^\circ\text{C}$.
- Тривалість опалювального періоду $n_o = 178$ діб.

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2 Розрахунок газоспоживання

3.2.1. Визначення площі забудови

1 см = 200 м, 1см²=4 га.

$$F = a \cdot b \cdot 4, \text{ га}$$

де а та b – геометричні розміри району.

$$F_{1p}^{\text{жз}} = 63.20 \cdot 4 = 252,8 \text{ га};$$

$$F_{2p}^{\text{жз}} = 118,5 \cdot 4 = 474 \text{ га.}$$

3.2.2. Визначення загальної площі району

$$F_p^{\Sigma} = B \cdot F_p^{\text{жз}}, \text{ м}^2$$

де B – густина житлового фонду, м²/га

$F_p^{\text{жз}}$ - площа забудови, га

Густина житлового фонду для 6-ти поверхової забудови B=5600 м²/га,
для 4-ох поверхової B= 4600 м²/га.

$$F_{1p}^{\Sigma} = 5600 \cdot 252,8 = 1\,415\,680 \text{ м}^2$$

$$F_{2p}^{\Sigma} = 4600 \cdot 474 = 2\,180\,400 \text{ м}^2.$$

3.2.3. Визначення кількості мешканців в районі

$$N_p = F_p^{\Sigma} / f, \text{ люд.}$$

F_p^{Σ} - загальна площа району.

f – норма забезпеченості загальної площі однією людиною, м²/люд

Приймаємо норму забезпеченості загальної площі однією людиною для:
багатоповерхової забудови (4+ поверхів) f = 35 м²/люд.

$$N_{1p} = 1\,415\,680 / 35 = 40\,448 \text{ люд.}$$

$$N_{2p} = 2\,180\,400 / 35 = 62\,297 \text{ люд.}$$

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3 Визначення витрат газу

Нормами рекомендовано 3 ступені комфортності житла, стосовно встановлених побутових газових приладів в приміщеннях 1 квартири.

- ПГ (плита газова) +ЦГВ (центральне гаряче водопостачання), для забудови >5 поверхів $q = 2800 \text{ МДж/рік} \cdot \text{мешк.}$
- ПГ + ВПГ (водонагрівач проточний газовий), для забудови ≤ 5 поверхів $q = 8000 \text{ МДж/рік} \cdot \text{мешк.}$
- ПГ $q = 4600 \text{ МДж/рік} \cdot \text{мешк.}$

q – норма витрати газу однією людиною в рік.

Всі витрати вказані, як невідомі фізико-хімічні властивості палива. У ДБН рекомендує приймати нижчу теплоту згорання: $Q_p^H = 34 \text{ МДж/м}^3$.

3.3.1. Визначення річної витрати газу

$$V_{1p}^{\Sigma} = N \cdot q / Q_p^H = 40\,448 \cdot (2800 / 34) \cdot 10^{-6} = 3,3 \text{ млн. м}^3/\text{рік}$$

$$V_{2p}^{\Sigma} = N \cdot q / Q = 62\,297 \cdot (8000 / 34) \cdot 10^{-6} = 14,6 \text{ млн. м}^3/\text{рік}$$

3.3.2. Визначення максимально-годинної витрати газу

Максимально годинні витрати газу визначаються як частка від річної.

$$V_{1\text{год}}^{\Sigma} = K_{\text{max}}^h \cdot V_{1p}^{\Sigma} \cdot 10^6 = (1/2505) \cdot 3,3 \cdot 10^6 = 1\,332 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$V_{2\text{год}}^{\Sigma} = K_{\text{max}}^h \cdot V_{2p}^{\Sigma} \cdot 10^6 = (1/2649) \cdot 14,6 \cdot 10^6 = 5\,570 \text{ м}^3/\text{год}$$

Коефіцієнт K_{max}^h протилежно пропорційний періоду, протягом якого використовується річний ресурс газу при його максимальному споживанні.

K_{max}^h залежить від кількості мешканців [3].

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Район	Площа житлової забудови, $F_p^{жз}$, га	Густина житлового фонду, B , м ² /га	Норма забезпеченості загальною площею, f , м ² /люд	Загальна площа житл. будинків, F_p^{Σ} , м ²	К-сть жителів, N , люд.
1	2	3	4	5	6
№ 1	252,8	5600	35	1 415 680	40 448
№ 2	474	4600	35	2 180 400	62 297
Разом	727			3 596 608	102745

3.4 Комунально-побутові потреби населення

Розрахункові послуги, що надаються данним підприємством:

- Хл (хлібозавод) – 1 тонна хлібобулочних виробів;
- Лз (лазня) – 1 миття;
- Лк (лікарня) – 1 ліжко;
- Пр (пральня) – 1 прання;
- Їд (їдальня) – 1 обід

В ДБН наведена характеристика даних послуг

Для житлових районів більшої поверхості передбачено централізована система теплопостачання. В якості джерел теплоти використовуються:

- 1-2 поверхи – власне ТГУ, яке задовольняє усі потреби.
- 3-5 поверхів – джерело теплоти районна опалювальна котельня (лише опадення і вентиляційне навантаження);
- більше 5 поверхів – ТЕЦ (усі види навантаження – опалення, гаряче водопостачання, вентиляція);

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

3.4.1 Максимальні годинні витрати газу для зосередження споживачів великих комунально-побутових підприємств

Коефіцієнт годинного максимуму [3]

$$K_{\max}^h = 1/2700 - \text{лазні}$$

$$K_{\max}^h = 1/2900 - \text{пральні}$$

$$K_{\max}^h = 1/2000 - \text{їдальні}$$

$$K_{\max}^h = 1/6000 - \text{хлібозаводи}$$

$$K_{\max}^h = 1/2649 - \text{лікарні}$$

Для району №1

$$V_{\text{год}}^{\text{ХЛ}} = K_{\max}^h \cdot V_p^{\text{ХЛ}} \cdot 10^6 = 1/6000 \cdot 1,88 \cdot 10^6 = 313,3 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$V_{\text{год}}^{\text{ЛЗ}} = K_{\max}^h \cdot V_p^{\text{ЛЗ}} \cdot 10^6 = 1/2700 \cdot 0,33 \cdot 10^6 = 122,2 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$V_{\text{год}}^{\text{ЛК}} = K_{\max}^h \cdot V_p^{\text{ЛК}} \cdot 10^6 = 1/2505 \cdot 0,045 \cdot 10^6 = 17,97 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$V_{\text{год}}^{\text{ПП}} = K_{\max}^h \cdot V_p^{\text{ПП}} \cdot 10^6 = 1/2900 \cdot 0,52 \cdot 10^6 = 179,3 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$V_{\text{год}}^{\text{ІД}} = K_{\max}^h \cdot V_p^{\text{ІД}} \cdot 10^6 = 1/2505 \cdot 0,40 \cdot 10^6 = 159,68 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

Для району №2

$$V_{\text{год}}^{\text{ХЛ}} = K_{\max}^h \cdot V_p^{\text{ХЛ}} \cdot 10^6 = 1/6000 \cdot 2,9 \cdot 10^6 = 483,3 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$V_{\text{год}}^{\text{ЛЗ}} = K_{\max}^h \cdot V_p^{\text{ЛЗ}} \cdot 10^6 = 1/2700 \cdot 0,5 \cdot 10^6 = 185,18 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$V_{\text{год}}^{\text{ЛК}} = K_{\max}^h \cdot V_p^{\text{ЛК}} \cdot 10^6 = 1/2505 \cdot 0,07 \cdot 10^6 = 26,42 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$V_{\text{год}}^{\text{ПП}} = K_{\max}^h \cdot V_p^{\text{ПП}} \cdot 10^6 = 1/2900 \cdot 0,8 \cdot 10^6 = 275,86 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$V_{\text{год}}^{\text{ІД}} = K_{\max}^h \cdot V_p^{\text{ІД}} \cdot 10^6 = 1/2505 \cdot 0,62 \cdot 10^6 = 234,05 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

Кількість комунально-побутових підприємств у районі чи населеному пункті визначається на основі середньостатистичних даних про годинне споживання газу одним об'єктом, м³/год:

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- а) лазня $V=300-600$;
- б) лікарня $V=50-150$;
- в) механізована пральня $V=200-500$;
- г) хлібозавод $V=200-450$.

В будь-якому випадку к-сть однотипних підприємств в 1 районі не повинна перевищувати 2.

$$N^{XL} = V_{\text{год}}^{XL} / V = (313,3+483,3)/350 = 2,27, \text{ приймаємо 2 підприємства}$$

$$N^{LZ} = V_{\text{год}}^{LZ} / V = (122,2+185,18)/300 = 1,02, \text{ приймаємо 1 підприємство з}$$

$$V_{\text{год}}^{LZ} = 307 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$N^{LK} = V_{\text{год}}^{LK} / V = (17,97+26,42)/50 = 0,88, \text{ приймаємо 1 підприємство з}$$

$$V_{\text{год}}^{LK} = 44 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$N^{PP} = V_{\text{год}}^{PP} / V = (179,3+275,86)/200 = 2,27, \text{ приймаємо 2 підприємства}$$

3.4.2 Річна витрата газу

$$V_p^{\text{к-поб.}} = N * S * X * (q/Q_p^H) * 10^{-6}, \text{ млн. м}^3/\text{рік}$$

N – к-сть мешканців в районі, люд.

S – розрахункова к-сть послуг, що надається протягом року.

X - ступінь забезпеченості послуг – (0...1).

q – норма витрати газу на 1 послугу.

Q_p^H – нижча теплота згорання, $Q_p^H = 34 \text{ МДж/м}^3$.

Для району №1

$$V_p^{XL} = 40\,448 \cdot 0,29 \cdot 1 \cdot (5450/34) \cdot 10^{-6} = 1,88 \text{ млн. м}^3/\text{рік}$$

$$V_p^{LZ} = 40\,448 \cdot 23 \cdot 0,3 \cdot (40/34) \cdot 10^{-6} = 0,33 \text{ млн. м}^3/\text{рік}$$

$$V_p^{LK} = 40\,448 \cdot 0,012 \cdot 1 \cdot (3200/34) \cdot 10^{-6} = 0,045 \text{ млн. м}^3/\text{рік}$$

$$V_p^{PP} = 40\,448 \cdot 0,15 \cdot 0,33 \cdot (8800/34) \cdot 10^{-6} = 0,52 \text{ млн. м}^3/\text{рік}$$

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_p^{\text{ІД}} = 40\,448 \cdot 90 \cdot 0,45 \cdot (8,4/34) \cdot 10^{-6} = 0,40 \text{ млн. м}^3/\text{рік}$$

Для району №2

$$V_p^{\text{ХЛ}} = 62\,297 \cdot 0,29 \cdot 1 \cdot (5450/34) \cdot 10^{-6} = 2,90 \text{ млн. м}^3/\text{рік}$$

$$V_p^{\text{ЛЗ}} = 62\,297 \cdot 23 \cdot 0,3 \cdot (40/34) \cdot 10^{-6} = 0,5 \text{ млн. м}^3/\text{рік}$$

$$V_p^{\text{ЛК}} = 62\,297 \cdot 0,012 \cdot 1 \cdot (3200/34) \cdot 10^{-6} = 0,07 \text{ млн. м}^3/\text{рік}$$

$$V_p^{\text{ІР}} = 62\,297 \cdot 0,15 \cdot 0,33 \cdot (8800/34) \cdot 10^{-6} = 0,8 \text{ млн. м}^3/\text{рік}$$

$$V_p^{\text{ІД}} = 62\,297 \cdot 90 \cdot 0,45 \cdot (8,4/34) \cdot 10^{-6} = 0,62 \text{ млн. м}^3/\text{рік}$$

Окрім великих підприємств ДБН рекомендує врахувати витрати газу для потреб невеликих комунально-побутових підприємств в обсязі до 5 % від витрат газу мешканців житлових будинків у даному районі.

$$V_p^{\text{нев.к-поб}} = 0,05 \cdot V_p^{\text{нас}} = 0,05 \cdot 3,3 = 0,17 \text{ млн.м}^3/\text{рік} \text{ – для району 1}$$

$$V_p^{\text{нев.к-поб}} = 0,05 \cdot V_p^{\text{нас}} = 0,05 \cdot 14,6 = 0,73 \text{ млн.м}^3/\text{рік} \text{ – для району 2}$$

3.5 Потреби тепlopостачання

Вихідні дані:

- Кількість мешканців:

$$N_{1p} = 40\,448 \text{ люд.}$$

$$N_{2p} = 62\,297 \text{ люд.}$$

- Загальна площа житлових будівель в районі:

$$F_{1p}^{\Sigma} = 1\,415\,680 \text{ м}^2$$

$$F_{2p}^{\Sigma} = 2\,180\,400 \text{ м}^2$$

- Температурна зона – 1 зона

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Поверховість $N_{\text{пов}}$:

6 поверхів – район 1;

4 поверхи – район 2.

Потреби ОП:

$$1. Q_o^{\text{Ж}} = q_o \cdot F_{1p}^{\Sigma} = 54 \cdot 1\,415\,680 \cdot 10^{-3} = 76\,446 \text{ кВт} - \text{район 1}$$

$$2. Q_o^{\text{Ж}} = q_o \cdot F_{2p}^{\Sigma} = 57 \cdot 2\,180\,400 \cdot 10^{-3} = 124\,282 \text{ кВт} - \text{район 2}$$

q_o – укрупнений показник максимального теплового потоку на опалення житлових будинків

$$1. Q_o^{\text{гром}} = K \cdot Q_o^{\text{Ж}} = 0,25 \cdot 76\,446 = 19\,111 \text{ кВт} - \text{район 1}$$

$$2. Q_o^{\text{гром}} = K \cdot Q_o^{\text{Ж}} = 0,25 \cdot 124\,282 = 31\,070 \text{ кВт} - \text{район 2}$$

$$K = 0,25 \text{ кВт}$$

Потреби ВЕНТ:

$$1. Q_v^{\text{гром}} = K_1 \cdot Q_o^{\text{гром}} = 0,4 \cdot 19\,111 = 7644 \text{ кВт} - \text{район 1}$$

$$2. Q_v^{\text{гром}} = K_1 \cdot Q_o^{\text{гром}} = 0,4 \cdot 31\,070 = 12428 \text{ кВт} - \text{район 2}$$

$$K_1 = 0,4 \text{ кВт}$$

Потреби ГВ:

$$Q_{\text{ГВ}} = K_2 \cdot q_{\text{ГВ}} \cdot N \cdot 10^{-3} = 2,4 \cdot 376 \cdot 40\,448 \cdot 10^{-3} = 36\,500 \text{ кВт}$$

$q_{\text{ГВ}}$ – укрупнений показник теплового потоку для потреб ГВП на одну людину

$$q_{\text{ГВ}} = 376 \text{ Вт/люд}$$

3.5.1 Годинна витрата газу

Навантаження на систему тепlopостачання бувають цілорічні (ГВ) і сезонні (ОП+ВЕНТ).

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Знаючи максимальні годинні витрати теплоти:

$$V = \frac{3.6 \cdot Q}{\eta \cdot Q_p^H}, (\text{М}^3/\text{год})$$

Q – теплове навантаження ($Q_o, Q_B, Q_{ГВ,}$), кВт

η – ККД системи теплопостачання, централізована $\eta = 0,75$ (О+В),
децентралізована або автономна $\eta = 0,85$ (ГВ).

Розраховуємо погодинне споживання газу для кожного району

$$V = \frac{3.6 \cdot Q}{\eta \cdot Q_p^H}, (\text{М}^3/\text{год})$$

Q – теплове навантаження ($Q_o, Q_B, Q_{ГВ,}$), кВт

η – ккд системи теплопостачання, для централізованої $\eta = 0,75$ (О+В),
для децентралізованої або автономної $\eta = 0,85$ (ГВ).

Для району №1

$$V_{OB} = \frac{Q_o^{ж} + Q_o^{ГР} + Q_B^{ГР}}{\eta \cdot Q_p^H} = \frac{3,6 \cdot (76\,446 + 19\,111 + 7644)}{0,75 \cdot 34} = 14\,570 (\text{М}^3/\text{год})$$

$$V_{ГВ} = \frac{Q_{ГВ}^{ГР}}{\eta \cdot Q_p^H} = \frac{3,6 \cdot 36\,500}{0,75 \cdot 34} = 5\,153 (\text{М}^3/\text{год})$$

$$V_{\Sigma} = V_{OB} + V_{ГВ} = 19\,723 (\text{М}^3/\text{год})$$

При $N_{пов} > 5$ поверхів, джерелом приймається ТЕЦ

$$V_{\Sigma}^{ТЕЦ} = \frac{V_{\Sigma}}{a} = \frac{19\,723}{0,6} = 32\,872 (\text{М}^3/\text{год})$$

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для району №2

$$V_{\text{об}} = \frac{Q_0^{\text{ж}} + Q_0^{\text{гп}} + Q_{\text{в}}^{\text{гп}}}{\eta \cdot Q_{\text{п}}^{\text{н}}} = \frac{3,6 \cdot (124\,282 + 31\,070 + 124\,288)}{0,85 \cdot 34} = 20\,900 \text{ (М}^3\text{/год)}$$

$$V_{\Sigma} = V_{\text{об}} = 20\,900 \text{ (М}^3\text{/год)}$$

При $N_{\text{пов}} = 3 - 5$ поверхів, джерелом теплоти приймається районна опалювальна котельня та ВПГ

3.5.2 Річна витрата газу

$$V_{\Gamma} = m_{\text{об}} * V_{\text{год}} * 10^{-6}, \text{ МЛН. М}^3\text{/рік}$$

$m_{\text{об}}$ – максимальна кількість годин використання опалених та вентиляційних навантажень.

$$m_{\text{об}} = n \left[24 \frac{1 + K}{1 + K + KK_1} * \left(\frac{t_{\text{в}} - \bar{t}_0}{t_{\text{в}} - t_0} \right) + Z \cdot KK_1 \cdot \left(\frac{t_{\text{в}} - \bar{t}_0}{t_{\text{в}} - t_{\text{вент}}} \right) \right], \text{ год/рік}$$

де n - опалювальний період, для Черкас $n=178$ діб/рік

$t_{\text{в}}$ – розрахункова температура в приміщеннях, $t_{\text{в}} = 20^{\circ}\text{C}$

\bar{t}_0 – середня температура зовнішнього повітря протягом опалювального періоду, для Черкас $\bar{t}_0 = -1.8^{\circ}\text{C}$

t_0 – температура зовнішнього повітря для проектування систем опалення,
 $t_0 = -21^{\circ}\text{C}$

$t_{\text{вент}}$ – температура зовнішнього повітря для проектування систем вентиляції, $t_{\text{вент}} = -10^{\circ}\text{C}$

Z – число годин роботи систем вентиляції у х.п., $Z = 10$ год/добу.

$$m_{\text{об}} = 178 \left[24 \frac{1+0,25}{1+0,25+0,25 \cdot 0,4} \cdot \left(\frac{20+1,8}{20+21} \right) + 10 \cdot 0,25 \cdot 0,4 \left(\frac{20+1,8}{20+10} \right) \right] = 2198 \text{ год/рік}$$

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для району №1

$$V_T = 2198 \cdot 19723 \cdot 10^{-6} = 43,3 \text{ млн. м}^3/\text{рік}$$

Для району №2

$$V_T = 2198 \cdot 20\,900 \cdot 10^{-6} = 46 \text{ млн. м}^3/\text{рік}$$

Використання максимального значення для систем ГВП:

$$m_{ГВ} = 10 \cdot (n_0 + (350 - n_0) \cdot \beta_1 \cdot \beta_2), \text{ год/рік}$$

β_1 – коефіцієнт, що враховує зменшення витрати тепла на підігрів мережної води в системі централізованого тепlopостачання в теплий період року,

$$\beta_1 = 0,8$$

β_2 – те ж, скорочення водозабору, $\beta_2 = 0,8$.

$$m_{ГВ} = 10 \cdot (178 + (350 - 178) \cdot 0,8 \cdot 0,8) = 2880 \text{ год/рік}$$

Для району №1

$$V_T = 2880 \cdot 19\,723 \cdot 10^{-6} = 56,8 \text{ млн. м}^3/\text{рік}$$

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Годинні витрати газу для комунально-побутових потреб

Таблиця 3.2

Споживач, послуга	Річне споживання газу, млн.м ³ /рік у районі №:		Коефіцієнт годинного максимуму у районі №:		Кількість споживачів у районі №:		Витрата газу, м ³ /год. у районі №:			
							загальна		питома	
Житлові будинки і невеликі ком.-поб. підприємства	3.465	15.33	1/2505	1/2649	40 448	62 297	1400	5845	0,035	0,094
Лазні	0,33	0,5	1/2700	1/2700			122,2	185,18	307	-
Лікарні	0,045	0,07	1/2661	1/2661			17,97	26,42	-	44
Пральні	0,52	0,8	1/2900	1/2900			179,3	275,86	179,3	275,86
Їдальні	0,4	0,62	1/2000	1/2000			159,68	234,05	159,68	234,05
Хлібозаводи	1,88	2,90	1/6000	1/6000			313,3	483,3	313,3	483,3
Всього							792,45	1204,81		

Витрати газу для потреб теплопостачання

Таблиця 3.3

Район	К-сть поверхів	Загальна площа	К-сть мешканців	Тепловий потік на:		Значення коеф.		Витрата газу					
				ОП, q _о , Вт/м ²	ГВП, q _{гв} , Вт/м ²	m _{ов}	m _{гв}	годинна, м ³ /год			річна, млн. м ³ /год		
								ОВ	ГВП	Разом	ОВ	ГВП	Разом
1	6	1 415 680	40 448	103,201	36,500	2198	2880	14570	5153	19723	43,3	56,8	100,1
2	4	2 180 400	62 297	167,780	-	2198	2880	20900	-	20900	46	-	46
Всього								35470	5153	40623	89,3	56,8	146,1

Витрати газу по джерелах тепла

Таблиця 3.4

Район	Витрата газу					
	Місцеві теплогенератори		РОК		ТЕЦ	
	годинна, м ³ /год	річна, млн.м ³ /рік	годинна, м ³ /год	річна, млн.м ³ /рік	годинна, м ³ /год	річна, млн.м ³ /рік
1	-	-	-	-	32872	100,1
2	-	-	20 900	46	-	-

3.6 Визначення витрат газу промисловими підприємствами

Витрати повітря промисловими підприємствами визначаються виходячи з теплотехнічних характеристик встановленого обладнання для забезпечення технологічного потоку на опально-вентиляційні потреби.

ДБН «Газопостачання» наводить значення коефіцієнтів максимального годинного навантаження для різних галузей промисловості:

Таблиця 3.5

Назва підприємства	Потужність встановленого обладнання, ΣQ , МВт	Коефіцієнт годинного максимуму, K_{\max}^h
ПП-1 електротехніка	2	1/3800
ПП-2 целюлозно-паперова фабрика	3	1/6100
ПП-3 текстильна фабрика	5	1/4500
ПП-4 фарфоро-фаянсова	1	1/5200
ПП-5 виноробна фабрика	5	1/5700

3.6.1 Годинна витрата газу підприємствами

$$V_{\text{ПП}} = \frac{3.6 \cdot Q_{\text{ПП}} \cdot 10^3}{\eta \cdot Q_p^h}, \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

η – ККД підприємства, $\eta = 0,7$

$$V_{\text{ПП-1}} = \frac{3.6 \cdot 2 \cdot 10^3}{0.7 \cdot 34} = 302 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$V_{\text{ПП-2}} = \frac{3.6 \cdot 3 \cdot 10^3}{0.7 \cdot 34} = 454 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$V_{\text{ПП-3}} = \frac{3.6 \cdot 5 \cdot 10^3}{0.7 \cdot 34} = 756 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$V_{\text{ПП-4}} = \frac{3.6 \cdot 1 \cdot 10^3}{0.7 \cdot 34} = 151 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$V_{\text{ПП-5}} = \frac{3.6 \cdot 5 \cdot 10^3}{0.7 \cdot 34} = 756 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

3.6.2 Річна витрата газу підприємствами

$$V_p = \frac{V_{\text{год}}}{k_{\text{max}}^h} \cdot 10^{-6}, \text{ млн. м}^3/\text{рік}$$

$$V_p^{\text{пп-1}} = \frac{302}{1/3800} \cdot 10^{-6} = 1,14 \text{ млн. м}^3/\text{рік}$$

$$V_p^{\text{пп-2}} = \frac{454}{1/6100} \cdot 10^{-6} = 2,76 \text{ млн. м}^3/\text{рік}$$

$$V_p^{\text{пп-3}} = \frac{756}{1/4500} \cdot 10^{-6} = 3,4 \text{ млн. м}^3/\text{рік}$$

$$V_p^{\text{пп-4}} = \frac{151}{1/5700} \cdot 10^{-6} = 0,86 \text{ млн. м}^3/\text{рік}$$

$$V_p^{\text{пп-5}} = \frac{756}{1/5200} \cdot 10^{-6} = 3,93 \text{ млн. м}^3/\text{рік}$$

Розрахункові витрати газу в населеному пункті

Таблиця 3.6

Шифр споживача	Споживач	Розрахункова витрата газу		
		В населеному пункті	У т.ч. в мережі тиску:	
			високого	низького
1	2	3	4	5
	1. Невеликі комунально-побудові об'єкти			
	а) район №1	1399	-	1399
	б) район №2	5848	-	5848
	2. Великі комунально-побутові підприємства			
	район №1/район №2	313/483 307/-	313/483 307	- -
	• ХЛ	-/44	-	44
	• ЛЗ	179/276	179/276	-
	• ЛК	159 /234	159 /234	-
	• ПР			
	• ЇД			
	3. Джерела теплопостачання: централізовані			
РОК		20 900	20 900	-
ТЕЦ		32 872	32 872	-

	Промислові підприємства:			
ПП-1	а) електротехніка	302	302	-
ПП-2	б) целюлозно-паперова фабрика	454	454	-
ПП-3	в) текстильна фабрика	756	756	-
ПП-4	г) виноробна фабрика	151	151	-
ПП-5	д) фарфоро-фаянсова	756	756	-

3.7 Газорегуляторні пункти і установки

З'єднання між газопроводами різного тиску, що входять до складу багатоступеневої системи газопостачання, може здійснюватися тільки через газорегулюючі пункти (ГРП) або установки (ГРУ). Вони призначені для зниження тиску газу та підтримання його на заданому рівні незалежно від коливань витрати газу та його тиску на вході в ГРП або ГРУ.

3.7.1 Визначення оптимальної кількості сітьових ГРП

Розрахунок газорегуляторного пункту

Вихідні дані:

- Кількість мешканців:

$$N_{1p} = 40\,448 \text{ люд.}$$

$$N_{2p} = 62\,297 \text{ люд.}$$

- Площа житлової забудови:

$$F_{1p}^{\text{жз}} = 252 \text{ га;}$$

$$F_{2p}^{\text{жз}} = 474 \text{ га}$$

- Рівномірно розподілене навантаження – сумарна споживиння газу мешканцями житлових будинків, невеликими комунально-побутовими

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

об'єктами (5%), їд, лк:

$$\sum V_{1p.p.} = 1\,400 + 159 = 1\,560 \text{ м}^3/\text{Год}$$

$$\sum V_{2p.p.} = 5\,845 + 234 + 44 = 6\,123 \text{ м}^3/\text{Год}$$

Для району №1

- Знайдемо густину населення в районі, що підлягає газифікації, люд./га

$$m = N/F_3$$

де N – к-сть мешканців в районі, люд

F_3 - площа житлової забудови, га

$$m = 40\,448/252,8 = 160 \text{ люд/га}$$

- Питоме навантаження на мережу низького тиску, $\text{м}^3/(\text{Год} \cdot \text{люд})$:

$$e = V_{p.p.} / N$$

де $V_{p.p.}$ – рівномірно розподілене навантаження району, що обслуговується мережею гідравлічно з'єднаних газопроводів низького тиску, $\text{м}^3/\text{Год}$

$$e = 1\,560/40\,448 = 0,038 \text{ м}^3/(\text{Год} \cdot \text{люд})$$

- Значення коефіцієнта густини мережі, м^{-1} :

$$\varphi = 0,0075 + 0,003 \frac{m}{100}$$

$$\varphi = 0,0075 + 0,003 \frac{160}{100} = 0,0123 \text{ м}^{-1}$$

- Радіус оптимальної дії ГРП, м:

$$R_{\text{опт}} = 6,5 \frac{P^{0,388} (0,1 \cdot \Delta p)^{0,081}}{\varphi^{0,245} (m \cdot e)^{0,143}}$$

Δp – розрахунковий перепад тиску у вуличних газопроводах низького тиску,

$$\Delta p = 1200 \text{ Па}$$

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

φ – коефіцієнт густини мереж низького тиску, m^{-1}

P – вартість газорегуляторного пункту, P = 20 000 грн

$$R_{\text{опт}} = 6,5 \frac{20\,000^{0,388} (0,1 \cdot 1200)^{0,081}}{0,0123^{0,245} (160 \cdot 0,038)^{0,143}} = 6,5 \frac{46,64 \cdot 1,47}{0,34 \cdot 1,29} = 1016 \text{ м}$$

- Оптимальна продуктивність ГРП, $m^3/\text{год}$:

$$V_{\text{опт}} = \frac{m \cdot e \cdot R_{\text{опт}}^2}{5000}$$

$$V_{\text{опт}} = \frac{160 \cdot 0,038 \cdot 1016^2}{5000} = 1255 \text{ м}^3/\text{год}$$

- Оптимальна кількість сітьових ГРП, шт:

$$n_0 = \frac{V_{\text{р.р.}}}{V_{\text{опт}}}$$

$$n_0 = \frac{1560}{1255} = 1,24 = 1 \text{ шт}$$

Для району №2

- Знайдемо густину населення в районі, що підлягає газифікації, люд./га

$$m = N/F_3$$

де N – к-сть мешканців в районі, люд

F_3 - площа житлової забудови, га

$$m = 62\,297/474 = 131 \text{ люд/га}$$

- Питоме навантаження на мережу низького тиску, $m^3/(\text{год} \cdot \text{люд})$:

$$e = V_{\text{р.р.}} / N$$

де $V_{\text{р.р.}}$ – рівномірно розподілене навантаження району, що обслуговується мережею гідравлічно з'єднаних газопроводів низького тиску, $m^3/\text{год}$

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$e = 6\,127/62\,297 = 0,1 \text{ м}^3/(\text{год} \cdot \text{люд})$$

- Значення коефіцієнта густини мережі, м^{-1} :

$$\varphi = 0,0075 + 0,003 \frac{m}{100}$$

$$\varphi = 0,0075 + 0,003 \frac{131}{100} = 0,011 \text{ м}^{-1}$$

- Радіус оптимальної дії ГРП, м:

$$R_{\text{опт}} = 6,5 \frac{P^{0,388} (0,1 \cdot \Delta p)^{0,081}}{\varphi^{0,245} (m \cdot e)^{0,143}}$$

Δp – розрахунковий перепад тиску у вуличних газопроводах низького тиску,

$$\Delta p = 1200 \text{ Па}$$

φ – коефіцієнт густини мереж низького тиску, м^{-1}

P – вартість газорегуляторного пункту, $P = 20\,000$ грн

$$R_{\text{опт}} = 6,5 \frac{20\,000^{0,388} (0,1 \cdot 1200)^{0,081}}{0,011^{0,245} (131 \cdot 0,1)^{0,143}} = 6,5 \frac{46,64 \cdot 1,47}{0,33 \cdot 1,44} = 938 \text{ м}$$

- Оптимальна продуктивність ГРП, $\text{м}^3/\text{год}$:

$$V_{\text{опт}} = \frac{m \cdot e \cdot R_{\text{опт}}^2}{5000}$$

$$V_{\text{опт}} = \frac{131 \cdot 0,1 \cdot 938^2}{5000} = 2305 \text{ м}^3/\text{год}$$

- Оптимальна кількість сітєвих ГРП, шт:

$$n_0 = \frac{V_{\text{р.р.}}}{V_{\text{опт}}}$$

$$n_0 = \frac{6127}{2305} = 2,65 = 3 \text{ шт}$$

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

3.7.2 Розрахунок і вибір обладнання ГРП

Регулятор тиску газу

Користуючись вихідними даними на підставі характеристики про пропускну здатність регуляторів тиску газу, приймаємо регулятор типу РДБК 1-100.

Випишуємо технічні показники регулятори тиску:

1) діаметр сідла клапана – $d=50$ мм;

2) коефіцієнт витрати $\alpha= 0,6$

Значення числового коефіцієнта $\varphi = 0,475$.

Пропускна здатність регулятора тиску визначається за формулою:

$$Q = \frac{1570 \cdot K_{\alpha} \cdot \varphi \cdot P_1}{\rho},$$

де K_{α} – коефіцієнт витрати;

P_1 – абсолютний тиск на вході в регулятор, $P_1 = (1,013+2) \cdot 10^5 = 0,3$ МПа;

ρ – густина газу за нормальних умов, $\rho_0=0,73$ кг/м³.

$$Q = \frac{1570 \cdot 8,1 \cdot 0,475 \cdot 0,3}{0,73} = 2482 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$\beta = \frac{2482-2041}{2041} \cdot 100 = 21,6 \%$$

Отримане згідно з розрахунком значення пропускну здатності регулятора на 22 % перевищує максимально-годинну витрату газу споживачами мікрорайону, що перебуває в рекомендованих межах. Тобто регулятор підібрано правильно.

Фільтр

Користуючись даними про технічну характеристику газових фільтрів, що вміщена у табл.4 додатка 7 [13], встановлюємо фільтр ФГ9-50-1.2 з діаметрами патрубків для підключення до газопроводів $D_u = 50$ мм.

Його конструкція розрахована на максимальний тиск газу 0,3 МПа, що

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

перевищує тиск газу на вході в ГГРП $P = 0,203$ МПа, а допустима пропускна здатність становить не менше $4500 \text{ м}^3/\text{год.}$, що також більше за максимально- годинну витрату газу всіма жителями мікрорайону $V = 2041 \text{ м}^3/\text{год.}$

Запобіжно-запірна арматура

Запірний клапан (ЗК) - припиняє подачу газу в ГРП при збільшенні тиску газу на вході. $P_{\text{вх}} = P_{\text{розр}} + 10\% = 0,22$ МПа.

Згідно (табл.5 додатка 7) [13] приймаємо клапан ПКВ 50.

Запобіжно-скидний клапан (ЗСК) - при збільшенні тиску газу через нього надлишковий тиск видаляється в атмосферу. Згідно (табл.6 додатка 7) [13] приймаємо клапан ПСК 50.

Лічильник газу

У відповідності до вимог нормативних документів для обліку природного газу слід використовувати прилади з класом точності 1, які мають можливість підключення коректорів об'єму. У даному випадку в ГРП встановлюють лічильник типу ЛВГ-200. Користуючись даними про максимально-годинну витрату газу споживачами $V = 2041 \text{ м}^3/\text{год}$ - вибирають типорозмір ЛВГ-200 (див. табл.3 додатка 17) [13], з такими характеристиками:

- 1) діапазон витрат газу - $130-2500 \text{ м}^3/\text{год}$;
- 2) діапазон робочого тиску - $0,1 - 10,0$ МПа ;
- 3) границі допустимої похибки вимірювання $\pm 1,0 \%$.

3.8 Гідравлічний розрахунок газопроводів

3.8.1 Газопроводи високого тиску

Спочатку виконуємо гідравлічний розрахунок головної магістралі.
Питома різниця квадратів тиску по всій довжині головної магістралі

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sum L_1 = 5180 \text{ м}$$

$$\overline{A}_1 = \frac{400^2 - 200^2}{5180} = 21,06 \text{ кПа /м}^3$$

Тиск газу у вузлових точках 2 і 11 за результатами гідравлічного розрахунку головної магістралі = 367,4 і 348,6 кПа відповідно. Тоді питома різниця квадратів тиску для півкільця становить, при сумарній її довжині $\sum L_1 = 3460 \text{ м}$

$$\overline{A}_2 = \frac{367,4^2 - 348,6^2}{3460} = 19,22 \text{ кПа /м}^3$$

Після розрахунку магістралей переходимо до розрахунку відгалужень. Величина тиску газу на вході в ГРП кожного зі споживачів $P = 200 \text{ кПа}$. Результати гідравлічного розрахунку наведені у таблиці нижче.

Гідравлічний розрахунок газопроводів високого тиску Таблиця 3.7

№	№ ділянки		V, м ³ /год.	L, м	Lp, м	A, кПа ² /м	A·Lp, кПа ²	dз x S, мм	ΔP ² , кПа ²	Pп, кПа	Pк, кПа
	п	к									
Головна магістраль											
1	1	2	65 432	1000	1100	21,06	23166	377 x 9	25000	400	367
2	2	3	48 598	100	110		2317	325 x 8	4500	367	361
3	3	4	47 038	100	110		2317	325 x 8	4000	361	356
4	4	5	14 166	180	198		4170	273 x 7	2500	356	352
5	5	6	13 853	300	330		6950	273 x 7	4000	352	346
6	6	7	13 674	1040	1144		24093	273 x 7	14000	346	325
7	7	8	13 523	580	638		13436	245 x 7	16000	325	300
8	8	9	13 247	400	440		9266	245 x 7	10000	300	283
9	9	10	11 206	520	572		12046	245 x 7	10000	283	264
10	10	11	10 450	400	440		9266	245 x 7	8000	264	249
11	11	12	22941	120	132		2780	273 x 7	4000	249	239
12	12	13	2041	440	484		10193	60 x 3	16000	239	203
Півкільце											
13	2	14	16 834	260	286	19,22	5497	273 x 7	4500	367	361
14	14	15	16 527	580	638		12262	273 x 7	10000	361	347
15	15	16	16 225	1300	1430		27485	273 x 7	25000	347	309
16	16	17	15 771	420	462		8880	245 x 7	14000	309	285
17	17	18	12 974	540	594		11417	245 x 7	12000	285	264
18	18	11	12 491	360	396		7611	245 x 7	8000	264	248
Відгалудження головної магістралі											
19	3	19	1 560	150	165	547,40	1,77	70 x 3	90000	361	201
20	4	20	32 872	800	880	98,24	86451	273 x 7	85000	356	204
21	5	21	313	80	88	953,45	83904	38 x 3	80000	352	210
22	6	22	179	340	374	213,51	79854	38 x 3	80000	346	200
23	7	23	151	110	121	542,36	65625	26,8 x 2,8	65000	325	202
24	8	24	276	110	121	413,22	50000	38 x 3	50000	300	200
25	9	25	2 401	40	44	911,11	40089	70 x 3	40000	283	200
26	10	26	756	550	605	49,08	29696	70 x 3	30000	264	199
27	12	27	20900	20	22	778,23	17121	159 x 4,5	18000	239	198

Відгалуження півкільця											
28	14	28	307	280	308	293,25	0,95	38 x 3	90000	361	201
29	15	29	302	480	528	152,42	80478	38 x 3	80000	347	201
30	16	30	454	710	781	71,04	55481	33,5 x 3,2	55000	309	201
31	17	31	2401	370	407	101,85	41453	70 x 3	40000	285	204
32	17	32	756	380	418	99,17	41453,16	70 x 3	40000	285	204
33	18	33	483	320	352	83,61	29432,25	57 x 3	30000	264	199

3.8.2. Газопроводи низького тиску

Мета гідравлічного розрахунку полягає у визначенні діаметра газопроводів системи низького тиску для забезпечення розрахункових витрат природного газу та дотримання гідравлічного режиму (тиску газу).

Оскільки точне місцезнаходження споживачів низького тиску та місце підключення до системи невідомі, вводиться поняття рівномірно розподіленого навантаження. Враховуються три типи витрат газу у вуличній мережі газопостачання низького тиску:

- Шляхові витрати.
- Вузлові витрати.
- Розрахункові витрати.

Гідравлічний розрахунок виконується методом питомих втрат тиску на тертя, починаючи з головної магістралі, потім для півкільць і окремих відгалужень. У мережі низького тиску використовуються ПЕ-труби. Газопроводи прокладаються вздовж кожної вулиці або проїзду. Мережа, як правило, має змішану схему, де ГРП розташоване в центрі навантаження. Від ГРП газопроводи прокладаються за променевою схемою. Для підвищення надійності газопроводи закріплюються, а кінцеві ділянки роблять тупиковими.

Шляхові витрати газу

Попередньо знаходимо довжину кожної з ділянок

$$l_p = lK_1K_2, \text{ м}$$

l- геометрична довжина ділянки (округляємо до цілих)

K_1 – коефіцієнт, що враховує однорідність поверховості.

K_2 - коефіцієнт, що враховує спосіб підключення житлових будинків на ділянці.

Для транзитної ділянки $K_2=0$; для підключення одного будинку $K_2=0,5$; для підключення 2-х будинків $K_2=1$.

Шляхову витрату для ділянки визначають за формулою:

$$V_{\text{шл}} \frac{V_{\text{пр}}}{\sum l_{\text{розрах}}} * l_{\text{розрах}}$$

Сума шляхових витрат усіх ділянок повинна складати загальне навантаження на ГРП.

Всі розрахунки наведено у наступній таблиці.

Шляхові витрати газу

Таблиця 3.8

№	№ ділянки		Геометрична довжина L, м	Коефіцієнти		Приведена довжина Lпр, м	Шляхова витрата газу, Vшл., м³/год
	п	к		поверховості, Kе	забудови, Kз		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	2	1	120	1	1	120	62
2	3	2	120	1	1	120	62
3	3	4	120	1	1	120	62
4	4	5	120	1	1	120	62
5	5	6	120	1	1	120	62
6	10	9	120	1	1	120	62
7	11	10	120	1	1	120	62
8	11	12	120	1	1	120	62
9	12	13	120	1	1	120	62
10	13	14	120	1	1	120	62
11	10	2	180	1	1	180	93
12	8	11	90	1	1	90	46
13	7	8	0	1	1	0	0
14	8	3	90	1	1	90	46
15	12	4	180	1	1	180	93
16	13	5	180	1	1	180	93

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

17	16	15	120	1	1	120	62
18	17	16	120	1	1	120	62
19	17	18	120	1	1	120	62
20	18	19	120	1	1	120	62
21	19	20	120	1	1	120	62
22	10	16	180	1	1	180	93
23	11	17	180	1	1	180	93
24	12	18	180	1	1	180	93
25	13	19	180	1	1	180	93
26	16	21	180	1	1	180	93
27	17	22	180	1	1	180	93
28	18	23	180	1	1	180	93
29	19	24	180	1	1	180	93
							2 041

Вузлові витрати газу

Витрата вузла визначається як півсума шляхових витрат на ділянках, що примикають до цього вузла.

$$V^1 = \frac{1}{2} \cdot V_{2-1} = \frac{1}{2} \cdot 62 = 31 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$V^2 = \frac{1}{2} \cdot (V_{2-1} + V_{3-2} + V_{10-2}) = \frac{1}{2} \cdot (62+62+93) = 108,5 \text{ м}^3/\text{ГОД} \approx 108 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$V^3 = \frac{1}{2} \cdot (V_{3-2} + V_{3-4} + V_{8-3}) = \frac{1}{2} \cdot (62+62+46) = 85 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$V^4 = \frac{1}{2} \cdot (V_{3-4} + V_{4-5} + V_{12-4}) = \frac{1}{2} \cdot (62+62+93) = 108,5 \text{ м}^3/\text{ГОД} \approx 108 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$V^5 = \frac{1}{2} \cdot (V_{4-5} + V_{5-6} + V_{13-5}) = \frac{1}{2} \cdot (62+62+93) = 108,5 \text{ м}^3/\text{ГОД} \approx 108 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$V^6 = \frac{1}{2} \cdot V_{5-6} = \frac{1}{2} \cdot 62 = 31 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$V^7 = \frac{1}{2} \cdot V_{7-8} = \frac{1}{2} \cdot 0 = 0 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$V^8 = \frac{1}{2} \cdot (V_{7-8} + V_{8-3} + V_{8-11}) = \frac{1}{2} \cdot (0+46+46) = 46 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$V^9 = \frac{1}{2} \cdot V_{10-9} = \frac{1}{2} \cdot 62 = 31 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$V^{10} = \frac{1}{2} \cdot (V_{10-9} + V_{11-10} + V_{10-2} + V_{10-16}) = \frac{1}{2} \cdot (62+62+93+93) = 155 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$V^{11} = \frac{1}{2} \cdot (V_{11-10} + V_{11-12} + V_{8-11} + V_{11-17}) = \frac{1}{2} \cdot (62+62+46+93) = 131,5 \approx 131 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

$$V^{12} = \frac{1}{2} \cdot (V_{11-12} + V_{12-13} + V_{12-4} + V_{12-18}) = \frac{1}{2} \cdot (62+62+93+93) = 155 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$V^{13} = \frac{1}{2} \cdot (V_{12-13} + V_{13-14} + V_{13-5} + V_{13-19}) = \frac{1}{2} \cdot (62+62+93+93) = 155 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$V^{14} = \frac{1}{2} \cdot V_{13-14} = \frac{1}{2} \cdot 62 = 31 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$V^{15} = \frac{1}{2} \cdot V_{16-15} = \frac{1}{2} \cdot 62 = 31 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$V^{16} = \frac{1}{2} \cdot (V_{16-15} + V_{17-16} + V_{10-16} + V_{16-21}) = \frac{1}{2} \cdot (62+62+93+93) = 155 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$V^{17} = \frac{1}{2} \cdot (V_{17-16} + V_{17-18} + V_{10-16} + V_{16-21}) = \frac{1}{2} \cdot (62+62+93+93) = 155 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$V^{18} = \frac{1}{2} \cdot (V_{17-18} + V_{18-19} + V_{11-17} + V_{17-22}) = \frac{1}{2} \cdot (62+62+93+93) = 155 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$V^{19} = \frac{1}{2} \cdot (V_{18-19} + V_{19-20} + V_{12-18} + V_{18-23}) = \frac{1}{2} \cdot (62+62+93+93) = 155 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$V^{20} = \frac{1}{2} \cdot V_{19-20} = \frac{1}{2} \cdot 62 = 31 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$V^{21} = \frac{1}{2} \cdot V_{16-21} = \frac{1}{2} \cdot 93 = 46,5 \text{ м}^3/\text{год} \approx 46 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$V^{22} = \frac{1}{2} \cdot V_{17-22} = \frac{1}{2} \cdot 93 = 46,5 \text{ м}^3/\text{год} \approx 46 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$V^{23} = \frac{1}{2} \cdot V_{18-23} = \frac{1}{2} \cdot 93 = 46,5 \text{ м}^3/\text{год} \approx 46 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$V^{24} = \frac{1}{2} \cdot V_{19-24} = \frac{1}{2} \cdot 93 = 46,5 \text{ м}^3/\text{год} \approx 46 \text{ м}^3/\text{год}$$

Розрахункові витрати газу

Попередньо задають напрямок руху газу в системі, при цьому газ рухається від джерела найкоротшим шляхом до споживача. Відповідно до закону Кірхгофа, алгебраїчна сума витрат у кожному вузлі має дорівнювати нулю. Визначення витрат розпочинається з найвіддаленішої точки системи. При цьому розрахункова витрата не повинна бути меншою за половину шляхової витрати.

$$\text{Вузол 1 } V_{2-1} = V^1 = 31 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$\text{Вузол 2 } V_{10-2} + V_{3-2} = V_{2-1} + V^2 = 31+108 = 139 \text{ м}^3/\text{год}$$

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

$$V_{10-2} = 89 \text{ м}^3/\text{год} \quad V_{3-2} = 50 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$\text{Вузол 6 } V_{5-6} = V^6 = 31 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$\text{Вузол 5 } V_{13-5} + V_{4-5} = V^5 + V_{5-6} = 108 + 31 = 139 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$V_{13-5} = 89 \text{ м}^3/\text{год} \quad V_{4-5} = 50 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$\text{Вузол 4 } V_{3-4} + V_{12-4} = V^4 + V_{4-5} = 108 + 50 = 158 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$V_{3-4} = 60 \text{ м}^3/\text{год} \quad V_{12-4} = 98 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$\text{Вузол 20 } V_{19-20} = V^{20} = 31 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$\text{Вузол 24 } V_{19-24} = V^{24} = 46 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$\text{Вузол 19 } V_{18-19} + V_{13-19} = V^{19} + V_{19-20} + V_{19-24} = 155 + 31 + 46 = 232 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$V_{18-19} = 100 \text{ м}^3/\text{год} \quad V_{13-19} = 132 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$\text{Вузол 23 } V_{18-23} = V^{23} = 46 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$\text{Вузол 18 } V_{17-18} + V_{12-18} = V^{18} + V_{18-19} + V_{18-23} = 155 + 100 + 46 = 301 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$V_{17-18} = 121 \text{ м}^3/\text{год} \quad V_{12-18} = 180 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$\text{Вузол 14 } V_{13-14} = V^{14} = 31 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$\text{Вузол 13 } V_{12-13} = V_{13-5} + V_{13-14} + V_{13-19} + V^{13} = 89 + 31 + 132 + 155 = 407 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$V_{12-13} = 407 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$\text{Вузол 12 } V_{11-12} = V_{12-4} + V_{12-13} + V_{12-18} + V^{12} = 98 + 407 + 180 + 155 = 840 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$V_{11-12} = 840 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$\text{Вузол 21 } V_{16-21} = V^{21} = 46 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$\text{Вузол 15 } V_{16-15} = V^{15} = 31 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$\text{Вузол 16 } V_{10-16} + V_{17-16} = V_{16-15} + V_{16-21} + V^{16} = 31 + 46 + 155 = 232 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$V_{10-16} = 132 \text{ м}^3/\text{год} \quad V_{17-16} = 100 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$\text{Вузол 9 } V_{10-9} = V^9 = 31 \text{ м}^3/\text{год}$$

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\text{Вузол 10 } V_{11-10} = V_{10-2} + V_{10-9} + V_{10-16} + V^{10} = 89 + 31 + 132 + 155 = 407 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$V_{11-10} = 407 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$\text{Вузол 22 } V_{17-22} = V^{22} = 46 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$\text{Вузол 17 } V_{11-17} = V_{17-16} + V_{17-18} + V_{17-22} + V^{17} = 100 + 121 + 46 + 155 = 422 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$V_{11-17} = 422 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$\text{Вузол 11 } V_{8-11} = V_{11-10} + V_{11-12} + V_{11-17} + V^{11} = 407 + 840 + 422 + 131 = 1800 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$V_{8-11} = 1800 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$\text{Вузол 3 } V_{8-3} = V_{3-2} + V_{3-4} + V^3 = 50 + 60 + 85 = 195 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$V_{8-3} = 195 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$\text{Вузол 8 } V_{7-8} = V_{8-11} + V_{8-3} + V^8 = 1800 + 195 + 46 = 2041 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

$$V_{7-8} = 2041 \text{ м}^3/\text{ГОД}$$

Спочатку виконують гідравлічний розрахунок так званої головної магістралі. Головною магістралю є ділянка 7-8-11-12-13-14 довжиною

$$\sum L = 759 \text{ м.}$$

Питома втрата тиску становить

$$\overline{R}_1 = \frac{3000-1800}{759} = 1,58 \text{ Па/м}$$

Потім переходимо до розрахунку інших магістралей та окремих ділянок, у яких питома втрата тиску становить

$$\overline{R}_2 = \frac{2842-2209}{462} = 1,37 \text{ Па/м}$$

$$\overline{R}_3 = \frac{2842-1800}{528} = 1,97 \text{ Па/м}$$

$$\overline{R}_4 = \frac{3000-1800}{495} = 2,42 \text{ Па/м}$$

Результати гідравлічного розрахунку наведено у таблиці 3.9.

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

№	№ ділянки		V, м ³ /год.	L, м	Lp, м	dy, мм	dз· S, мм	R, Па/м	ΔP, Па	Pп, Па	Pк, Па
	п	к									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Головна магістраль											
1	7	8	2 041	0	0	300	315x17,9	2	0	3000	3000
2	8	11	1 800	90	99	300	315x17,9	1,6	158	3000	2842
3	11	12	840	120	132	225	250x14,2	1,4	184	2842	2658
4	12	13	407	120	132	160	180x10,3	1,6	211	2658	2447
5	13	19	132	180	198	110	125x7,1	1,2	238	2447	2209
6	19	24	46	180	198	65	75x4,3	2	396	2209	1813
			Σ	690	759						
Магістраль											
7	11	17	422	180	198	160	180x10,3	1,6	317	2842	2525
8	17	18	121	120	132	110	125x7,1	1	132	2525	2393
9	18	19	100	120	132	90	110x6,3	1,4	185	2393	2208
			Σ	420	462						
Магістраль											
11	11	10	407	120	132	160	180x10,3	1,6	211	2842	2631
12	10	2	89	180	198	90	110x6,3	3	594	2631	2037
13	2	1	31	120	132	65	75x4,3	2,3	304	2037	1733,2
			Σ	420	462						
Магістраль											
14	8	3	195	90	99	100	125x7,1	2,2	218	3000	2782
15	3	2	50	120	132	65	75x4,3	2,6	343	2782	2439
16	4	5	50	120	132	65	75x4,3	2,2	290	2439	2149
17	5	6	31	120	132	50	63x3,6	2,1	277	2148,6	1871
			Σ	450	495						
Відгалуження											
18	8	3	195	90	99	100	125x7,1	2,2	218	3000	2782
19	3	2	50	120	132	65	75x4,3	2,3	304	2782	2479
20	4	5	31	120	132	65	75x4,3	7	924	2478,6	1555
21	5	6	31	120	132	50	63x3,6	2,1	277	1554,6	1277
			Σ	450	495						

3.8.3. Газопостачання житлового будинку

Необхідно запроектувати та розрахувати внутрішньобудинковий і дворовий газопроводи для шестиповерхового житлового будинку, що містить 30 квартир (по 5 квартир на кожному поверсі). Відповідно до завдання, на кухнях квартир встановлені газові плити ПГ-3 з тепловою потужністю $Q_1=8,9$ кВт. Подачу газу передбачено окремими вводами в кожную кухню першого поверху, з вимикальними пристроями, розташованими ззовні будинку.

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У житлових будинках дозволяється використовувати лише газ низького тиску. Джерелом природного газу є вуличний газопровід Г-1 (низького тиску), до якого підключається дворовий газопровід, що транспортує газ до кожного будинку, призначеного для газифікації. Як правило, в кожному будинку передбачено один ввід газу, розташований біля глухої торцевої стіни. Розподільчий газопровід встановлюється вище вікон першого поверху і прокладається за тупиковою схемою. Газовий стояк, що проходить з першого до останнього поверху, забезпечує підключення газових приладів та побутового лічильника газу в межах кожної кухні.

Вимикальні пристрої встановлюються перед кожним газовим приладом, перед лічильником (на ввіді газопроводу в кухню), для відключення газового стояка (якщо кількість поверхів перевищує п'ять), на ввіді газопроводу в будинок і при підключенні газопроводу до вуличної мережі.

Визначення витрат газу

Номінальна витрата газу 3-пальниковою газовою плитою становить

$$V_1 = \frac{3,6 \cdot 8,9}{34} = 0,94 \text{ м}^3/\text{год}$$

Номінальна витрата газу встановленим в одній квартирі обладнанням становить

$$V = V_1 = 0,94 \text{ м}^3/\text{год}$$

А розрахункова витрата з урахуванням коефіцієнта одночасності дії газових приладів буде дорівнювати

$$V_p = k_{sim} \cdot V = 1 \cdot 0,94 = 0,94 \text{ м}^3/\text{год}$$

Гідравлічний розрахунок внутрішньобудинкових газопроводів низького тиску

Визначаємо наявний перепад тиску для мережі дворових і внутрішньобудинкових газопроводів.

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перед побутовим приладом: $P=1300$ Па

Підключення дворового газопроводу до внутрішньобудинкового:

$P = 1800$ Па

$$\Delta P_{\text{наявне}} = 1800 - 1300 = 500 \text{ Па}$$

Втрати у побутовому лічильнику газу, складають 100 Па.

Отже, явний перепад для гідравлічного розрахунку складає 400 Па.

Проводимо розрахунок питомих втрат тиску на тертя

$$\bar{R} = \frac{400}{186,8} = 2,14 \text{ Па/м}$$

Результати розрахунку наведено у таблиці 3.10.

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Гідравлічний розрахунок дворових і внутрішньобудинкових газопроводів

Таблиця 3. 10

№ ділянки		N, кв.	V _{НОМ.} , м ³ /ГОД.	K _{sim}	V _р , м ³ /ГОД.	L, м	а, %	L _р , м	d _у , мм	d _з x S, мм	R, Па/м	ΔP, Па
п	к											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Головна магістраль												
1	2	150	141	0,205	28,91	10	10	11	60	63x3,6	2,2	24
2	3	90	84,60	0,212	17,94	21	10	23,1	50	50x2.9	2,8	65
3	4	60	56,40	0,22	12,41	55	10	60,5	50	50x2.9	1,5	91
4	5	30	28,20	0,231	6,51	28	10	30,8	40	40x3,6	2,8	86
5	6	30	28,20	0,231	6,51	1,2	25	1,5	40	38x3	1,8	3
6	7	18	16,92	0,237	4,01	14	25	17,5	32	33,5x3,2	1,6	28
7	8	12	11,28	0,248	2,80	1	25	1,25	25	26,8x2,8	2,1	3
8	9	6	5,64	0,28	1,58	8,5	25	10,625	20	21,3x2,8	3,7	39
9	10	6	5,64	0,28	1,58	1,3	20	1,56	20	21,3x2,8	3,7	6
10	11	5	4,70	0,29	1,36	3	20	3,6	20	21,3x2,8	2,7	10
11	12	4	3,76	0,35	1,32	3	20	3,6	20	21,3x2,8	2,5	9
12	13	3	2,82	0,45	1,27	3	20	3,6	20	21,3x2,8	2,5	9
13	14	2	1,88	0,65	1,22	3	20	3,6	20	21,3x2,8	2,2	8
14	15	1	0,94	1	0,94	3	20	3,6	20	21,3x2,8	1,8	6
15	16	1	0,94	1	0,94	2	450	11	20	21,3x2,8	1,8	20
								186,835				406

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ГАЗОВИХ ПЛИТ

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Для підвищення ефективності газових плит у побуті важливо враховувати різні аспекти, які можуть впливати на роботу газових приладів. Одним із основних факторів є тиск газу в мережі. Зниження тиску в газопроводах може призводити до зниження потужності газових плит, що, в свою чергу, зменшує швидкість нагріву та ефективність використання енергоресурсів.

Встановлення регуляторів

Ці пристрої дозволяють автоматично налаштувати подачу газу на оптимальний рівень. Регулятори тиску забезпечують стабільну подачу газу до плити, незалежно від змін тиску в газовій мережі. Встановлюючи регулятори тиску безпосередньо на плиті, можна досягти ефективного використання газу та забезпечити рівномірний процес горіння. Це дозволяє знизити витрати газу, зменшити втрати енергії та покращити загальні показники працездатності.

Встановлення стабілізаторів тиску на газових мережах

Вони можуть бути розташовані на вході в будинок або навіть на рівні квартири, щоб забезпечити стабільний тиск в системі, який відповідає вимогам конкретних приладів. Цей метод підходить для великих об'єктів, де багато однакових плит або інших газових приладів. Стабілізатори тиску допомагають контролювати коливання в газовій мережі та підтримувати постійний рівень тиску, що дає змогу знизити споживання газу та зберегти стабільність роботи побутових приладів.

Використання сучасних моделей газових плит

Сучасні моделі газових плит розроблені з урахуванням енергозбереження та оптимізації споживання газу. Такі плити мають вбудовані системи для стабільного горіння, що дозволяє зменшити витрати газу при високій ефективності. Вони також можуть бути оснащені датчиками, що автоматично коригують подачу газу в залежності від потреби, що дозволяє підтримувати оптимальний рівень горіння.

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сучасні газові плити можуть працювати при різних рівнях тиску, однак їх ефективність значно зростає при стабільному тиску газу, що забезпечує рівномірне горіння та мінімальні витрати пального.

Регулярне технічне обслуговування обладнання

Одним із важливих аспектів підвищення енергоефективності є регулярне технічне обслуговування газових плит і систем газопостачання. Перевірка і чистка пальників, а також перевірка наявності можливих витоків газу дозволяють забезпечити стабільну роботу обладнання. Це не тільки підвищує надійність використання газу, але й допомагає уникнути аварійних ситуацій та забезпечити безпеку користування.

Регулярне обслуговування дозволяє виявляти неполадки до того, як вони призведуть до значних втрат, і дозволяє своєчасно вжити заходів для їх усунення [14].

Реконструкція системи низького тиску

При реконструкції газопроводів середнього та низького тиску, які проходять через населені пункти, доцільно здійснювати заміну сталевих труб на поліетиленові, зберігаючи при цьому діаметр труб на всіх ділянках. Використання методу протягування труб передбачає скорочення діаметрів, тому в таких випадках рекомендується переходити на схему газопостачання середнім тиском.

Для забезпечення тепlopостачання в багатоповерхових будинках варто розглянути варіант установки дахових котелень, що працюють на середньому тиску газу. Це рішення дозволяє досягти необхідного робочого тиску, мінімізує втрати тепла та значно зменшує витрати на будівельно-монтажні роботи.

Для зниження втрат тиску в газових мережах важливо замінити з'єднання на різьбі, які не мають відношення до встановлення арматури або контрольно-вимірювальних приладів, а також скоротити кількість таких

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

з'єднань. У разі необхідності технічного обслуговування слід використовувати фланцеві з'єднання та кульові крани.

При встановленні приладів обліку газу в будинках важливо здійснювати контроль за відповідністю діаметрів трубопроводів, байпасу лічильника та запірної арматури до діаметра основного газопроводу.

Для підвищення тиску в проблемних точках газопостачання мережі низького тиску дроселювання газу доцільно проводити якомога ближче до будинків або на їх стінах. Це дозволить значно зменшити втрати тиску в розподільчих газопроводах і забезпечити споживачів необхідними 2000-2400 Па.

Газопроводи низького тиску

Результати перерахунку мережі наведено нижче в табл.4.1 та 4.2

Гідралічний розрахунок газопроводів низького тиску *Таблиця 4.1*

№	№ ділянки		V, м ³ /Год.	L, м	L _p , м	d _y , мм	d _з S, мм	R, Па/м	ΔP, Па	P _п , Па	P _к , Па
	п	к									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Головна магістраль											
1	7	8	2 041	0	0	400	400x22,7	0,7	0	3000	3000
2	8	11	1 800	90	99	325	355x20,2	1	99	3000	2901
3	11	12	840	120	132	250	280x15,9	0,9	119	2901	2782
4	12	13	407	120	132	200	225x12,8	0,6	79	2782	2703
5	13	19	132	180	198	125	140x8,0	0,7	139	2703	2564
6	19	24	46	180	198	80	90x5,2	0,8	158	2564	2406
			Σ	690	759						
Магістраль											
7	12	4	98	180	198	125	140x8,0	0,5	99	2782	2683
8	4	5	50	120	132	90	110x6,3	0,4	53	2683	2630
9	5	13	89	180	198	100	125x7,1	0,7	139	2630	2492
10	13	14	31	120	132	80	90x5,2	0,5	59	2492	2432
			Σ	600	660						
Магістраль											
11	11	17	422	180	198	200	225x12,8	0,7	129	2901	2772
12	17	18	121	120	132	100	125x7,1	1,0	132	2772	2640
13	18	19	100	120	132	100	125x7,1	0,8	106	2640	2535
14	19	20	31	120	132	65	75x4,3	1,0	132	2535	2403
			Σ	540	594						
Магістраль											
15	11	10	407	120	132	180	200x11,4	1,1	145	2901	2756
16	10	16	132	180	198	125	140x8,0	0,7	139	2756	2617
17	16	21	46	180	198	80	90x5,2	1,0	188	2617	2429
			Σ	480	528						

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 4.1

Магістраль											
19	8	3	195	90	99	125	140x8,0	1,5	149	3000	2852
20	3	4	60	120	132	80	90x5,2	1,5	198	2852	2654
			Σ	210	231						
Магістраль											
21	3	2	50	120	132	65	75x4,3	2,4	317	2852	2535
22	2	1	31	120	132	65	75x4,3	1	132	2535	2403
			Σ	240	264						
Магістраль											
23	2	10	89	180	198	125	140x8,0	0,4	73	2535	2461
24	10	9	31	120	132	80	90x5,2	0,4	57	2461	2405
			Σ	300	330						
Магістраль											
25	17	16	100	120	132	90	110x6,3	1,4	185	2772	2588
26	16	15	31	120	132	65	75x4,3	1,2	152	2588	2436
			Σ	240	264						
Магістраль											
27	12	18	180	180	198	150	160x9,1	0,7	139	2782	2644
28	18	23	46	180	198	80	90x5,2	1,0	190	2644	2454
			Σ	360	396						
Відгалудження											
29	5	6	31	120	132	65	75x4,3	1,2	158	2630	2472
30	17	22	46	180	198	80	90x5,2	1,2	238	2772	2535

Дворові і внутрішньобудинкові газопроводи

Визначаємо наявний перепад тиску для мережі внутрішньобудинкових газопроводів.

Перед побутовим приладом: $P=2000$ Па

Підключення дворового газопроводу до внутрішньобудинкового:

$$P = 2400 \text{ Па}$$

$$\Delta P_{\text{наявне}} = 2400 - 2000 = 400 \text{ Па}$$

Втрати у побудовому лічильнику газу, складають 100 Па. Отже, явний перепад для гідравлічного розрахунку складає 300 Па. Проводимо розрахунок питомих втрат тиску на тертя

$$\bar{R} = \frac{300}{186,8} = 1,6 \text{ Па/м}$$

					Кваліфікаційна випускна робота						Арк.
											60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

Гідравлічний розрахунок дворових і внутрішньобудинкових газопроводів

Таблиця 4. 2

№ ділянки		N, кв.	V _{ном.} , М ³ /Год.	K _{sim}	V _p , М ³ /Год.	L, м	α, %	L _p , м	d _y , мм	d _з x S, мм	R, Па/м	ΔP, Па
п	к											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Головна магістраль												
1	2	150	141	0,205	28,91	10	10	11	60	63x3,6	2,0	22
2	3	90	84,60	0,212	17,94	21	10	23,1	60	63x3,6	0,9	21
3	4	60	56,40	0,22	12,41	55	10	60,5	50	50x2,9	2,0	121
4	5	30	28,20	0,231	6,51	28	10	30,8	50	50x2,9	0,5	15
5	6	30	28,20	0,231	6,51	1,2	25	1,5	40	38x3,0	1,6	2
6	7	18	16,92	0,237	4,01	14	25	17,5	32	33,5x3,2	1,4	25
7	8	12	11,28	0,248	2,80	1	25	1,25	25	26,8x2,8	1,9	2
8	9	6	5,64	0,28	1,58	8,5	25	10,625	20	21,3x2,8	3	32
9	10	6	5,64	0,28	1,58	1,3	25	1,525	20	21,3x2,8	3	5
10	11	5	4,70	0,29	1,36	3	20	3,6	20	21,3x2,8	2,4	9
11	12	4	3,76	0,35	1,32	3	20	3,6	20	21,3x2,8	2,3	8
12	13	3	2,82	0,45	1,27	3	20	3,6	20	21,3x2,8	2,2	8
13	14	2	1,88	0,65	1,22	3	20	3,6	20	21,3x2,8	2,1	8
14	15	1	0,94	1	0,94	3	20	3,6	20	21,3x2,8	1,7	6
15	16	1	0,94	1	0,94	2	450	11	20	21,3x2,8	1,7	19
								186,8				302
Відгалуження												
6	17	12	11,28	0,248	2,80	21	25	26,25	25	26x2,8	2	53
17	18	6	5,64	0,28	1,58	4,2	25	5,25	20	21,3x2,8	3	16
18	19	6	5,64	0,28	1,58	1,3	25	1,525	20	21,3x2,8	3	5
19	20	5	4,70	0,29	1,36	3	20	3,6	20	21,3x2,8	2,4	9
20	21	4	3,76	0,35	1,32	3	20	3,6	20	21,3x2,8	2,3	8
21	22	3	2,82	0,45	1,27	3	20	3,6	20	21,3x2,8	2,2	8
22	23	2	1,88	0,65	1,22	3	20	3,6	20	21,3x2,8	2,1	8
23	24	1	0,94	1	0,94	3	20	3,6	20	21,3x2,8	1,7	6
24	25	1	0,94	1	0,94	2	450	11	20	21,3x2,8	1,7	19
								62,025				130

Підбір газових регуляторів тиску

У процесі експлуатації внутрішніх газопроводів з тиском 2000 Па, для безпечного та ефективного функціонування газових плит вітчизняного виробництва необхідно забезпечити зниження цього тиску до 1300 Па, оскільки 2000 Па є надмірно високим для таких пристроїв.

Вітчизняні газові плити розраховані на роботу при тиску газу, який не перевищує 1300 Па, і якщо цей тиск не буде знижено, це може призвести до неефективної роботи плити, можливих поломок або навіть до небезпеки для користувачів. Тому, для забезпечення належної роботи плит, необхідно встановити спеціальні регулятори тиску.

Для цієї мети було обрано регулятор тиску RG 2, оскільки він має відповідні характеристики для зниження тиску газу до необхідного рівня.

Регулятор RG 2 здатний стабільно знижувати тиск від 2000 Па до 1300 Па, що є ідеальним для забезпечення безпечного та ефективного функціонування побутових плит.

Таким чином, регулятор тиску RG 2 є оптимальним вибором для зниження тиску газу до рівня, необхідного для безпечної роботи приладів українського виробництва.

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ МОНТАЖУ СИСТЕМИ ГАЗОПОСТАЧАННЯ

Студентка Слободянюк О.М. _____

Консультант Сенчук М.П. _____

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

5.1 Технологія монтажу газорозподільної мережі

З розвитком технологій зростають вимоги до газорозподільних мереж, адже сучасні газові прилади, зокрема новітні газові плити, потребують підвищеного тиску для ефективної та стабільної роботи. Це ставить виклики перед застарілими системами, які не пристосовані до таких умов експлуатації. Через це традиційні методи подачі газу часто не відповідають сучасним стандартам, що може призвести до зниження ефективності мережі та створення потенційних ризиків для безпеки.

Актуальність модернізації існуючих мереж зумовлена необхідністю забезпечити стабільну та безпечну роботу газорозподільних систем, яка відповідає новим технологічним вимогам. Застосування інноваційних технологій дозволяє виконувати оновлення з мінімальним втручанням у навколишнє середовище, зберігаючи зелені насадження і значно знижуючи витрати на будівельні роботи. Завдяки підземним методам реновації, які широко використовуються в розвинутих країнах, вдається підвищити надійність мереж без порушення звичного міського ландшафту, що є важливим аспектом для міських зон. Таким чином, впровадження новітніх методів будівництва та реновації є необхідним для підвищення ефективності та надійності газопостачання.

5.1.1 Проведення земляних та монтажних робіт

Під час укладання трубопроводів у траншею важливо зменшити напруження, що виникає в матеріалі через температурні коливання в процесі експлуатації. Для цього в теплий період року трубопровід засипають у найбільш холодний час доби, а взимку — у найтепліший час дня, що допомагає мінімізувати розширення або скорочення труб. У зимовий період трубопроводи укладають на підталий ґрунт, а якщо дно траншеї промерзло, додають шар піску або дрібнозернистого ґрунту для амортизації основи.

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тип укладання залежить від діаметра труб та довжини секцій: труби можуть укладатися вручну або з використанням механічних засобів, які при цьому мають бути менш потужними, ніж для металевих або бетонних труб. Пластмасові труби вимагають особливої уваги, оскільки сонячне проміння, кисень і низькі температури можуть негативно вплинути на їх міцність. Тому їх доставляють на місце монтажу не раніше, ніж за добу до початку робіт.

Довгомірні пластикові труби в бухтах або катушках укладають у траншею двома методами:

- розмотуванням із нерухомої бухти з подальшим протягуванням труби в траншею, що є оптимальним для ділянок з перетинанням інших комунікацій;
- розмотуванням із рухомої бухти і укладанням методом бічного насуву.

Рекомендована швидкість розмотування труби — від 0,8 до 1,0 км/год, що дозволяє розмотати 10–15 метрів труби за хвилину і забезпечує рівномірне укладання без різких змін швидкості. Тягові зусилля при укладанні способом протягування строго контролюють, і в разі перевищення допустимого рівня процес зупиняють. Важливо організувати процес так, щоб укладання труб з бухти відбувалося без перерв, до завершення роботи [15].

5.1.2 Технологія терморезисторного зварювання

Особливістю терморезисторного зварювання є те, що з'єднувальні поверхні – труба і внутрішня стінка муфти зварюються за допомогою нагрівання спіралі, закладеної в тілі муфти до заданої температури.

Для бездоганного зварювання цим способом чистота поверхні має вирішальне значення. Поверхні труби зачищають шабером або циклею. Всередині труби знімають задири, а ззовні заокруглюють радіусом, що дорівнює половині товщини стінки труби. Муфту зачищають зсередини чистячим засобом і ретельно протирають до сухої поверхні. Відхилення від округлості труби не повинно перевищувати 1,5% по зовнішньому діаметру.

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У процесі насаджування муфти на трубу не повинно відбуватися перекосу, а зусилля натягування не повинно бути великим. В іншому випадку закладна спіраль може бути пошкоджена.

У зоні контакту труби і з'єднувальної деталі в процесі зварювання виділяється теплова енергія, під дією якої відбувається пластифікація внутрішньої поверхні з'єднувальної деталі і зовнішньої поверхні труби. Розігрітий у процесі зварювання поліетилен переходить із твердого стану у пластичний. Зварювальні елементи повинні бути розігрітими до температури текучості (плинності), але не можна допускати перегрівання зварювальних поверхонь до температури деструкції поліетилену. Деструкція поліетилену – одна з причин низької міцності зварного з'єднання. Деструкція поліетилену залежить не тільки від високої температури, але і від часу її дії на матеріал.

У процесі терморезисторного зварювання спочатку підвищується температура на витках терморезисторного елемента, а потім відбувається прогрівання труби і з'єднуваної деталі одночасно. Під дією тепла труба і терморезисторна деталь розширюються. У зоні зварювання збільшується тиск пластифікованого поліетилену, який починає текти в «холодну зону». Простір між трубою і з'єднувальною деталлю заповнюється розплавленим поліетиленом. В «холодних зонах», де температура така ж, як і в зовнішньому середовищі, починається кристалізація поліетилену, а простір між трубою та з'єднувальною деталлю закривається.

Після завершення процесу зварювання тиск та температура в зоні зварювання понижуються. У зоні розплавлення починається процес кристалізації поліетилену. Експлуатаційну надійність зварного з'єднання значною мірою визначають температурні параметри і час зварювання.

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.1.3 Зведення переходів через перешкоди для газопроводів

Прокладка газопроводів із поліетиленових труб через природні або штучні перешкоди здійснюється подібно до будівництва трубопроводів зі сталі. Водночас існують особливості при перехрещенні з автомобільними дорогами (крім шляхів I та II категорій), підземними колекторами, каналами, кабелями, водопроводами, каналізацією та тепловими мережами. У таких випадках використовується схема «труба в трубі», де поліетиленова труба укладається в металевий футляр. Діаметр футляра має бути на 100 мм більший за зовнішній діаметр газопроводу, а його кінці повинні виступати на 2 м від зовнішніх стінок перешкод.

Усі труби мають бути перевірені на герметичність, а для запобігання механічним пошкодженням їх укладають на центруючі хомути або кільця перед протягуванням у футляр [15].

При прокладці газопроводів у місцевості з ухилом більше 200 % передбачають заходи для запобігання розмиванню траншей, наприклад, будівництво перемичок із цегли або бетону та укладання земляного валу висотою 250-300 мм.

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.1.4 Фітинги для поліетиленових газопроводів

Фітинги використовуються для переходу між трубами різних діаметрів, з'єднання труб за допомогою зварювання, зміни напрямку газопроводу та для з'єднання поліетиленових труб зі сталевими. Вони виготовляються методом лиття під тиском або пресуванням, зазвичай на підприємствах, що спеціалізуються на поліетиленових трубах.

Основні типи фітингів:

1. Деталі з подовженим хвостовиком: трійники, відводи, переходи та втулки під фланець діаметром до 630 мм.

2. З'єднувальні деталі для зварювання: відводи та нерівнопрохідні трійники діаметром 315-500 мм. [17].

3. Фітинги з електричними елементами опору (закладними нагрівачами): ці деталі нагріваються при пропусканні струму, розплавляючи контактні поверхні для зварювання труб.



Рис.5.2 –Трійник рівнопрохідний



Рис. 5.3 – Перехід



Рис. 5.4– Відвід 90°



Рис. 5.5 – Відвід 45°

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Монтажне креслення включає монтажну схему розподільних газопроводів, монтажну схему газопроводів житлової групи, монтажну схему цокольного вводу (див. графічну частину роботи) і комплектувальну відомість на типові деталі та вузли (табл.5.1).

Комплектувальна відомість на типові деталі та вузли

Таблиця 5.1

№ за схемою	Найменування деталі	Кількість	Діаметр, du.	Довжина, м		Маса, кг		Матеріал	Виробник
		шт	мм	L _{монт}	L _{заг}	один.	заг.		
1	2	4	5	6	7	8	9	10	11
Прямі ділянки									
1	Труба поліетиленова	1	225·12,8	120	120	8,11	973,2	Поліетилен	NTG plastic
2	Труба поліетиленова	1	140·8,0	180	180	3,15	567	Поліетилен	NTG plastic
3	Труба поліетиленова	1	125·7,1	120	120	2,5	300	Поліетилен	NTG plastic
4	Труба поліетиленова	2	160·9,1	90	180	4,07	732,6	Поліетилен	NTG plastic
5	Труба поліетиленова	1	63·5,8	10	10	0,988	9,88	Поліетилен	NTG plastic
6	Труба поліетиленова	2	50·4,6	38	76	0,622	47,272	Поліетилен	NTG plastic
Вузол А1									
7	Трійник рівносторонній терморезисторний	2	280·280	0,690	1,380	15,856	31,712	Поліетилен	Пластіко
8	Перехідник	2	280·200	0,348	0,696	4,894	9,788	Поліетилен	Пластіко
9	З'єднувальна труба	2	200·11,4	0,100	0,200	0,642	1,284	Поліетилен	NTG plastic
10	Перехідник	1	200·140	0,275	0,275	1,990	1,99	Поліетилен	Пластіко
11	З'єднувальна труба	1	280·15,9	0,100	0,100	1,253	1,253	Поліетилен	NTG plastic
12	Перехідник	1	200·160	0,270	0,270	2,009	2,009	Поліетилен	Пластіко
13	Перехідник	1	280·225	0,336	0,336	5,142	5,142	Поліетилен	Пластіко
Вузол А2									
14	Трійник редукційний терморезисторний	2	225·160	0,527	1,054	9,120	18,240	Поліетилен	Пластіко
15	Перехідник	1	160·125	0,250	0,250	1,225	1,225	Поліетилен	Пластіко
16	З'єднувальна труба	1	225·12,8	0,100	0,100	0,811	0,811	Поліетилен	NTG plastic
17	Перехідник	1	160·140	0,245	0,245	1,247	1,247	Поліетилен	Пластіко
18	Перехідник	1	225·160	0,280	0,280	2,570	2,570	Поліетилен	Пластіко
19	З'єднувальна труба	1	160·9,1	0,100	0,100	0,409	0,409	Поліетилен	NTG plastic
20	Перехідник	1	160·90	0,175	0,175	1,510	1,510	Поліетилен	NTG plastic
Вузол А3									
21	Трійник редукційний терморезисторний	1	140·75	0,380	0,380	2,414	2,414	Поліетилен	Пластіко
22	З'єднувальна труба	1	140·8,0	0,100	0,100	0,315	0,315	Поліетилен	NTG plastic
23	Трійник редукційний терморезисторний	1	140·125	0,380	0,380	2,612	2,612	Поліетилен	Пластіко
24	Перехідник	1	140·90	0,225	0,225	0,700	0,700	Поліетилен	Пластіко

Вузол А4									
25	Трійник редукційний терморезисторний	2	160·125	0,417	0,834	3,754	7,508	Поліетилен	Пластико
26	З'єднувальна труба	1	160·9,1	0,100	0,100	0,409	0,409	Поліетилен	NTG plastic
27	Перехідник	1	160·90	0,175	0,175	1,510	1,510	Поліетилен	NTG plastic
Вузол Б									
28	Трійник редукційний терморезисторний	1	160·63	0,320	0,320	2,700	2,700	Поліетилен	NTG plastic
Вузол В									
29	Трійник редукційний терморезисторний	1	63·50	0,164	0,164	0,330	0,330	Поліетилен	NTG plastic
30	Перехідник	1	63·50	0,102	0,102	0,150	0,150	Поліетилен	NTG plastic
Окремі деталі									
31	Трійник рівносторонній терморезисторний	1	50·50	0,138	0,138	0,19	0,19	Поліетилен	NTG plastic
32	Відвід 90°	1	50	0,9	0,9	0,17	0,17	Поліетилен	NTG plastic
Вузол Д									
33	перехід ПЕ/сталь	1	40 · 32	0,450	0,445	1,100	1,100	Поліетилен	NTG plastic
34	Футляр	1	63·4	1,000	1,000	5,830	5,830	Сталь	Tehno-plast
35	Сталева ділянка цокольного вводу	1	38·3	1,700	1,700	2,580	4,400	Сталь	Інтерпайп
36	Продувний газопровід	1	38·3	0,200	0,200	0,520	0,520	Сталь	Інтерпайп
37	Кран кульовий	1	32	0,091	0,091	1,790	1,790	Сталь	Армашоп
38	Фланець з прокладкою	2	32	0,015	0,015	1,010	1,010	Сталь	Армашоп
39	Відвід 90°	1	32	0,150	0,150	0,190	0,190	Сталь	Інтерпайп

5.2 Організація монтажу газорозподільної мережі

Календарне планування монтажу газопроводу потоковим методом

Для об'єктів, які будуються, реконструюються або плануються до введення в експлуатацію, розробка календарного планування покладається на проєктні організації чи спеціалістів із будівельної галузі. Виходячи з поставлених завдань, спеціалізовані проєктні компанії, спільно з будівельно-монтажними управліннями та замовниками, створюють проєкт організації будівництва. Цей проєкт є основою для проєкту виконання монтажних робіт (ПВР).

Метою ПВР є пошук оптимальних способів виконання будівельно-

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

монтажних завдань, що сприяє зменшенню витрат та трудомісткості робіт, прискоренню термінів введення об'єкта в експлуатацію, підвищенню рівня механізації та індустріалізації процесів, а також ефективному використанню техніки й обладнання, що сприяє покращенню якості монтажу.

Ключовою частиною ПВР є календарний графік монтажних робіт, який формується з урахуванням переліку робіт, строків введення об'єкта в експлуатацію, нормативної тривалості монтажних робіт, рівня кваліфікації та чисельності робітників, а також наявності необхідних механізмів.

Детальна інформація щодо рохрахунку обсягів земляних робіт представлена в Додатку 1.

Лінійний графік

Для побудови лінійного графіка спочатку необхідно визначити дату завершення монтажу обладнання на об'єкті. Далі розраховується тривалість виконання окремих етапів робіт, і ці етапи наносяться на графік у вигляді ліній, що проходять через відповідні тимчасові інтервали [18]. Під кожною лінією вказується необхідна кількість робітників для виконання конкретних завдань та тривалість кожної операції.

Лінійний графік дозволяє зручно контролювати виконання робіт, особливо на невеликих об'єктах. Однак він має низку недоліків, зокрема при затримках чи змінах термінів виконання робіт. У таких випадках графік потребує суттєвих коригувань, що можуть спричинити додаткові труднощі в управлінні проектом. Більше того, лінійний графік не показує залежності між різними етапами монтажу, не дає змоги виявити пріоритетні роботи та не сприяє оптимальному розподілу ресурсів, таких як робочі руки і техніка, для ефективнішого виконання завдань. Тому для великих і складних проектів та в разі необхідності гнучко коригувати строки зазвичай використовуються більш детальні та багатofункціональні методи планування. Побудова

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

календарного плану-графіка монтажу газорозподільної мережі (наведено в графічній частині роботи).

Графік потреби машин та механізмів

Згідно з календарним планом - графіком складається графік потреби машин та механізмів, інструмент планування, який відображає потребу в різних машинах і механізмах для виконання робіт на будівельному об'єкті протягом певного часу [18]. Цей графік допомагає забезпечити ефективне використання техніки, уникнути її зайвого простоювання або перевантаження, а також сприяє оптимізації ресурсів. Графік потреби машин та механізмів (наведено в графічній частині роботи).

Графік циклограма виконання монтажних робіт

Циклограма монтажу системи газопостачання — це графічний інструмент, що використовується для планування та управління процесом монтажу. Вона відображає послідовність операцій, що виконуються протягом монтажу, та їхню тривалість у часі. Циклограма допомагає візуалізувати ключові етапи виконання робіт, що забезпечує зручний контроль за процесом та дозволяє ефективно управляти ресурсами, такими як робітники та техніка. Зазвичай циклограма містить ось часу, на якій розміщені всі основні етапи монтажу, з позначенням тривалості кожної операції і необхідних ресурсів для її виконання. Вона дозволяє відстежувати хід робіт і коригувати план у разі змін чи затримок. Графік-циклограма будівництва газорозподів (наведено в графічній частині роботи).

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

**ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО
СЕРЕДОВИЩА**

Студентка Слободянюк О.М. _____

Консультант Клімова І.В. _____

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Газонебезпечними вважаються роботи, що виконуються в середовищі з підвищеною концентрацією газу або під час яких може статися витік газу.

До таких робіт відносяться:

1. Приєднання нових газопроводів до існуючої газової системи.
2. Пуск газу при введенні в експлуатацію, ремонті або реконструкції газових систем, а також під час налаштування обладнання на об'єктах газопостачання.
3. Обслуговування та ремонт діючих газопроводів і газового обладнання, зокрема на ГРП, ГНС, АГЗС.
4. Робота на байпасі газорегуляторних пунктів.
5. Встановлення і зняття заглушок на газопроводах та відключення обладнання.
6. Реконструкція та консервація газопроводів, що використовуються сезонно.
7. Операції з наливом та зливом газу на газових установках, зокрема заповнення резервуарів.
8. Ремонт колодязів та відкачка води з газопроводів.
9. Технічні огляди газових балонів і резервуарів.
10. Розкриття ґрунту на місцях витоків газу.

Ці роботи поділяються на три групи залежно від рівня небезпеки:

1. Роботи, які потребують оформлення наряду-допуску.
2. Роботи без наряду, але з обов'язковою реєстрацією в журналі обліку.
3. Роботи, які проводяться під час аварійних ситуацій відповідно до правил ліквідації аварій.

Газонебезпечні роботи можуть виконувати лише працівники старше 18 років, які пройшли медичний огляд і спеціальне навчання. Для контролю за

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

такими роботами на підприємстві відповідальні газорятувальна служба або служба охорони праці, залежно від наявності газорятувальної служби.

6.1 Підготовчі роботи

Підготовка об'єкта до газонебезпечних робіт здійснюється експлуатаційним персоналом під керівництвом відповідальної особи, яка займається підготовкою об'єкта до таких робіт. Всі необхідні підготовчі заходи мають бути виконані згідно з вимогами наряду-допуску, технологічних інструкцій, регламентів та охорони праці. Це включає роботи, як-от пуск газу в газові мережі населених пунктів, підключення газопроводів середнього та високого тиску, проведення ремонтів у газорегулюючих пунктах (ГРП) та газонаповнювальних станціях (ГНС), а також роботи зі зварюванням і газовим різанням, ремонт на діючих газопроводах середнього і високого тиску, а також роботи з відключенням споживачів та подачею газу на підприємствах, первинне заповнення резервуарів зрідженим газом.

План робіт повинен містити детальну інформацію про послідовність робіт, місце розташування працівників, потребу в механізмах і пристосуваннях, заходи для забезпечення безпеки, а також особи, відповідальні за виконання кожного виду робіт та за загальну координацію. До цього плану додається виконавче креслення або його копія, яка має вказувати на місце і характер робіт, і це креслення повинно бути перевірено відповідальним за виконання робіт на відповідність фактичному положенню об'єкта.

Необхідно вжити всі запобіжні заходи для мінімізації впливу небезпечних і шкідливих факторів, які можуть виникнути під час проведення робіт (наприклад, зняття тиску або обмеження джерел іскроутворення). До початку газонебезпечних робіт відповідальний за їх проведення зобов'язаний провести інструктаж для всіх працівників, що беруть участь у роботах. Після

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

інструктажу кожен працівник має підписати наряд-допуск.

Місце проведення робіт, що пов'язане з можливим виділенням небезпечних або шкідливих речовин, повинно бути позначене відповідним чином, а при необхідності мають бути виставлені пости для обмеження доступу сторонніх осіб у небезпечну зону [15]. Протягом всього часу виконання газонебезпечних робіт на видному місці повинна бути вивішена табличка з надписом "Газонебезпечні роботи", яку знімають лише після завершення робіт за згодою відповідальної особи.

Під час підготовки до робіт потрібно перевірити наявність та справність засобів індивідуального захисту, інструментів, пристосувань, а також надійність кріплень переносних сходів. Повідомлення про готовність об'єкта і виконання робіт повинно бути надіслано до газорятувальної служби або служби охорони праці. Без підтвердження від цих служб роботи не можуть бути розпочаті.

6.2 Проведення газонебезпечних робіт

Газонебезпечні роботи виконуються під контролем кваліфікованого спеціаліста, за винятком випадків, коли роботи не потребують застосування зварювання. Це включає приєднання газопроводів низького тиску до будівель з діаметром труб не більше 50 мм, підключення або відключення побутових газових приладів без зварювальних робіт, введення індивідуальних балонів в експлуатацію, а також ремонтні роботи на газопроводах середнього і низького тиску до 50 мм без використання зварювання та газового різання. Також без фахівця можна виконувати роботи, як-от заповнення балонів або резервуарів СУГ, обслуговування колодязів, перевірку конденсатозбірників та обслуговування газових приладів у житлових будинках, якщо вони входять до переліку робіт .

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Газонебезпечні роботи виконуються бригадою, яка складається з щонайменше двох працівників. Однак, деякі роботи, такі як підключення індивідуальних газових установок або технічне обслуговування приладів у будинках, можуть виконуватися одним працівником. Дозволяється проводити огляд газорегулюючих пунктів (ГРП), оснащених телемеханікою, або тих, що знаходяться в окремих приміщеннях, одному працівникові, якщо є чіткі інструкції з додатковими заходами безпеки.

Ремонтні роботи в колодязях, траншеях, котлованах та інших місцях глибиною понад 1 метр повинні виконуватися бригадою з не менше трьох осіб. Всі вказівки під час проведення газонебезпечних робіт повинні надаватися особою, яка відповідає за їх виконання. Інші керівники можуть давати інструкції працівникам лише через відповідального за роботу.

Зазвичай газонебезпечні роботи проводяться вдень, але у разі аварії вони можуть виконуватися в будь-який час доби під безпосереднім керівництвом фахівця або керівника.

Технологічні особливості проведення газонебезпечних робіт включають кілька важливих моментів. При підключенні нових газопроводів або об'єктів до діючих газопроводів необхідно здійснювати пуск газу в ці трубопроводи та об'єкти. Підключення до газопроводів будь-якого тиску повинно проводитися без припинення постачання газу споживачам, з використанням спеціальних пристроїв.

Зниження тиску газу в існуючому газопроводі при приєднанні нового трубопроводу має здійснюватися через спеціальні відключаючі пристрої або регулятори тиску [15]. Для запобігання підвищенню тиску на конкретній ділянці газопроводу можна використовувати наявні скидні газопроводи або встановлювати нові трубопроводи для скидання газу з відповідними пристроями для відключення. Скиданий газ повинен бути спалений.

Тиск повітря в приєднуваних газопроводах має зберігатися до початку

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

приєднання або запуску газу в ці системи. Врізка нових газопроводів у діючі газопроводи повинна проводитися відповідно до спеціальних інструкцій газового господарства. Після врізки та підключення відгалужень газопроводів необхідно перевірити їх герметичність за допомогою спеціальних приладів або мильної емульсії.

Перш ніж приєднати газопроводи і газове обладнання до діючих систем, а також після виконання ремонтних робіт, ці елементи повинні пройти зовнішній огляд і контрольне обпресування бригадою, що займається пуском газу. Контрольне обпресування здійснюється за допомогою повітря або інертних газів.

Всі зовнішні газопроводи незалежно від тиску повинні піддаватися контрольному обпресуванню під тиском 0,1 МПа (1 кгс/см²), причому падіння тиску не повинно перевищувати 10 хвилин. Для внутрішніх газопроводів промислових підприємств, котелень та інших об'єктів комунального обслуговування, а також для газопроводів ГРП, ГРУ, ГНС, АГЗС і АГЗП контрольне обпресування здійснюється під тиском 0,01 МПа (1000 мм водяного стовпа), і падіння тиску не має перевищувати 10 даПа (10 мм водяного стовпа) за годину. Для внутрішніх газопроводів у житлових і громадських будівлях обпресування проводиться під тиском 0,005 МПа (500 мм водяного стовпа), і падіння тиску не повинно перевищувати 20 даПа (20 мм водяного стовпа) протягом 5 хвилин.

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВОК

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У процесі виконаної роботи було проведено комплексне дослідження впливу змін тиску газу на ефективність роботи газових плит, що є важливим аспектом у побуті та енергетичному забезпеченні домогосподарств.

Виявлено, що нестабільність та занадто низький рівень тиску газу, що часто спостерігається в системах газопостачання, може значно знижувати ефективність газових плит, погіршуючи процес нагрівання та збільшуючи витрату пального. Це особливо актуально для регіонів з обмеженими умовами газопостачання, де такі умови є звичайною справою, що потребує вирішення.

Для підвищення ефективності газових плит запропоновано ряд практичних заходів, серед яких основними є впровадження стабілізаторів і регуляторів тиску на рівні будинків або квартир. Ці пристрої дозволяють забезпечити постійний тиск, близький до оптимального для нормальної роботи певної плити, що у свою чергу сприяє зменшенню споживання газу та покращенню загальної енергоефективності. У цьому контексті нормалізація тиску газу є критично важливою для підтримання стабільної роботи побутових приладів, зокрема плит, які відносяться до основних споживачів енергії в домогосподарствах.

Дослідження також включало аналіз різних методів реконструкції газових мереж, що дозволяють зменшити прояв проблеми нестабільного тиску. Рекомендується виконати в допустимих межах заміну сталевих труб на поліетиленові, що мають більшу стійкість до корозії та менш схильні до зниження пропускної здатності. Така заміна сприятиме зменшенню втрат газу, особливо в мережах середнього та низького тиску, а також забезпечить надійніші умови для постачання газу в будинки та квартири.

Одним із найбільш ефективних рішень є вдосконалення системи дроселювання газу, яке рекомендується проводити безпосередньо перед приладами або в зонах, де необхідно підвищити тиск. Встановлення регуляторів тиску на рівні будинку дозволяє зменшити втрати газу у

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

трубопроводах, що знижує енергетичні втрати та економить ресурси. Ці заходи є надзвичайно важливими для забезпечення стабільного постачання газу та підвищення комфортності його використання в побуті.

Крім того, важливо зазначити, що одним із шляхів покращення енергоефективності є розробка та впровадження нових методів контролю та моніторингу роботи газових систем. Встановлення приладів обліку та вимірювання, а також оптимізація системи управління подачею газу дозволяють своєчасно виявляти порушення в роботі системи та оперативно їх усувати, що забезпечує більшу надійність газопостачання.

Загалом, проведені дослідження підкреслює важливість стабільного та ефективного газопостачання для забезпечення належної роботи побутових газових приладів, таких як плити. Пропоновані методи і рішення, спрямовані на підвищення тиску в газових мережах, зокрема використання стабілізаторів тиску, реконструкція газопроводів та вдосконалення методів дроселювання, дозволяють не тільки покращити ефективність роботи газових плит, але й значно знизити витрати енергії.

Отже, результати роботи мають важливе значення для розвитку газопостачальних мереж, що сприятиме покращенню якості життя споживачів та підвищенню енергоефективності. Виконані рекомендації можуть бути застосовані як на етапі проектування нових газових мереж, так і в процесі модернізації існуючих систем, що забезпечить більш ефективне використання природного газу, зменшить енергетичні втрати та забезпечить надійне постачання газу для побутових потреб

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

1. Дослідження проблеми забезпечення оптимального тиску в розподільчих мережах газопостачання перед побутовими газовими приладами / Ю.Й. Франчук, В.А. Коновалюк // Вентиляція, освітлення і теплогазопостачання: наук. техн. збірник. – Вип. 33. – К. КНУБА, 2020. – с. 32-38.
2. Предун К.М., Коновалюк В.А., Франчук Ю.Й. Аналіз впливу тиску газу на параметри його спалювання в побутових газових плитах // Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання: наук.-техн. зб. / Київський національний університет будівництва і архітектури. – 2021.– Вип. 38.- С. 51-56.
3. ДБН В.2.5-20-2018. Газопостачання. – Чинні від 2019-07-01 . – Київ: Мінрегіон України, 2019. – 109 с.
4. Паспорт та інструкція з експлуатації плити газової «Bartscher» GHU 4110. URL: [http:// www.bartscher.com/medias](http://www.bartscher.com/medias).
5. Стасюк Р. Б. Удосконалення методів діагностування витоків з газових мереж /Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук./ Івано-Франківськ, 2015. – 144 с.
6. Капцова Н. І. Підвищення ефективності експлуатації та ремонту міських газопроводів / Автореферат дисертації на здобуття наукового ступня кандидата технічних наук. - Харків – 2018, 24 с.
7. Петришин І. Аналіз показників якості природного газу, які впливають на процес горіння / І. Петришин, В. Соколовський, Н. Петришин, І. Дарвай // Стандартизація. Сертифікація. Якість. - 2012. - № 3. - С. 51-56. 5. Колієнко А. Г. Вплив параметрів природного газу на показники роботи газового обладнання / А. Г. Колієнко, О. В. Шеліманова // Енергетика і автоматика: ел. наук. фах. вид. / Нац. ун-т біоресурсів і природокори - стування України. – 2016. – Вип. 4. – с. 212-222..
8. НПАОП 0.00-1.76-15. Правила безпеки систем газопостачання. – Київ: Основа, 2015. – 179 с
9. Савченко, О. М. Проектування газопроводів низького тиску та їх реконструкція: Методичні рекомендації / О. М. Савченко. — Одеса: ОНТУ,

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2020. — 88 с.

10. Предун, К. М., Коновалюк, В. А., Франчук, Ю. Й. Аналіз впливу тиску газу на параметри його спалювання в побутових газових плитах // Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання. 2021. Вип. 38. с. 48.

11. Коновалюк, В. А., Франчук, Ю. Й. Дослідження проблеми забезпечення оптимального тиску в розподільних мережах газопостачання перед побутовими газовими приладами // Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання. 2020. Вип. 33. с. 33.

12. Паспорт та інструкція з експлуатації плити газової «Bartscher» GNU 4110. URL: [http:// www.bartscher.com/medias](http://www.bartscher.com/medias).

13. Єнін, П. М., Шишко, Г. Г., Предун, К. М. Газопостачання населених пунктів і об'єктів природним газом. Київ: КНУБА, 2002.

14. Черненко, В. І. Технічні засоби для стабілізації тиску газу в мережах / В. І. Черненко, С. Г. Бойко. — Харків: Харківський університет, 2017. — 190 с.

15. Сідак, В. С., Слатова, О. М. Спецкурс з газопостачання: курс лекцій. Харків: ХНАМГ, 2010.

16. Технології газопостачання: Підручник / За ред. В. І. Черненка. — Київ: Вища школа, 2015. — 456 с.

17. Сенчук, М. П., Франчук, Ю. Й. Монтажене проектування, сталевих і мідних внутрішніх газопроводів. : КНУБА, Київ 2023.

18. Сенчук, М. П., Рибачок, С. Г., Ваколюк, А. С. Організація монтажу інженерних систем і мереж. Київ: КНУБА, Київ 2024.

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок обсягів земляних робіт монтажу газорозподільної мережі

(до календарного плану-графіка монтажу газопроводів діаметром $d_{тр} = 225$ мм)

Обсяги земляних робіт розраховані по орієнтовним питомим об'ємам на 1 погонний метр газопроводу.

I Земляні роботи (розробка траншеї)

Розробка траншеї і котлованів (грунт групи 2) екскаваторами "зворотна лопата" з вмістом ковша 0,4 м³:

1.1) у відвал

$$V_{гр\ в\ бк} = L_{тр\ бк} \cdot (V_{гр\ тр} - V_{гр\ вз}) = 120 \cdot (1,71 - 0,47) = 148,8 \text{ м}^3;$$

($V_{гр\ тр}$ – об'єм ґрунту при розробці траншеї, м³/п.м.);

$V_{гр\ вз}$ - об'єм ґрунту, що вивозиться, м³/п.м.);

$$V_{гр\ в} = V_{гр\ в\ бк} = 148,8 \text{ м}^3$$

1.2) із завантаженням на автомобіль-самоскид

$$V_{гр\ з\ бк} = L_{тр\ бк} \cdot V_{гр\ вз} = 120 \cdot 0,47 = 56,4 \text{ м}^3;$$

$$V_{гр\ з} = V_{гр\ з\ бк} = 56,4 \text{ м}^3$$

1.3) Планування і підчистка дна і відкосів траншеї і котлованів вручну (грунт групи 2)

$$F_{пч\ бк} = L_{тр\ бк} \cdot (2 \cdot 0,5 + 0,525) = 120 \cdot (2 \cdot 0,5 + 0,525) = 262,8 \text{ м}^2;$$

$$F_{пч} = F_{пч\ бк} = 262,8 \text{ м}^2$$

1.4) Встановлення металевих інвентарних пішохідних мостів

$$N_M = 8 \text{ шт.}$$

II Земляні роботи (засипка і планування)

2.1) Засипка вручну траншеї (грунт групи 2)

$$V_{зас\ вр} = 0,68 \cdot V_{гр\ в} = 0,63 \cdot 148,8 = 93,7 \text{ м}^3;$$

2.2) Засипка бульдозером потужністю 59 кВт траншеї (грунт групи 2)

$$V_{зас\ бд} = 0,32 \cdot V_{гр\ в} = 0,37 \cdot 148,8 = 55,1 \text{ м}^3;$$

2.3) Кінцеве планування поверхні площі бульдозером потужністю 59 кВт

$$F_{пл} = 3 \cdot L_{тр\ бк} = 3 \cdot 120 = 360 \text{ м}^2;$$

2.4) Демонтаж металевих інвентарних пішохідних мостів

$$N_M = 8 \text{ шт.}$$

					Кваліфікаційна випускна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		85

Результати розрахунку обсягів земляних робіт для інших діаметрів наведено в таблиці 5.2.

Обсяги земляних робіт монтажу газорозподільних мереж

Таблиця 5.2

Перелік земляних робіт	Діаметр газопроводу, мм						Разом
	225	160	140	125	63	50	
Розробка траншеї							
Розробка траншеї і котлованів екскаваторами "зворотна лопата" з вмістом ковша 0,4 м ³ :							
у відвал, м ³	148,8	212,4	201,6	129,6	9,7	70,68	772,8
із завантаженням на автомобіль-самоскид, м ³	56,4	66,6	61,2	37,2	2,2	16,72	240,3
Планування і підчистка дна і відкосів траншеї і котлованів вручну, м ³	183	262,8	259,2	171	13,63	102,6	992,2
Встановлення металевих інвентарних пішохідних мостів	1	1	1	1	1	3	8
Засипка і планування							
Засипка вручну траншеї, м ³	93,7	129,6	121,0	76,5	5,5	40,3	466,5
Засипка бульдозером потужністю 59 кВт траншеї, м ³	55,1	82,8	80,6	53,1	4,2	30,4	306,2
Кінцеве планування поверхні площі бульдозером потужністю 59 кВт, м ²	360	540	540	360	30	228	2058
Демонтаж металевих інвентарних пішохідних мостів	1	1	1	1	1	3	8