

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем і екології

Кафедра теплогазопостачання і вентиляції

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗДОБУВАЧА СТУПЕНЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ МАГІСТРА**

на тему:

Оптимізації існуючої системи газопостачання при відновленні
газопостачання на деокупованих територіях в післявоєнний період

(спеціальна частина комплексної кваліфікаційної роботи з однією темою)

Самишкін Станіслав Валерійович

(прізвище, ім'я та по батькові здобувача повністю)

Київ 2024 р.

**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 МАГІСТРА**

Оптимізації існуючої системи газопостачання при відновленні газопостачання на деокупованих територіях Запорізької області в післявоєнний період (спеціальна частина комплексної кваліфікаційної роботи з однією темою)

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

Здобувач:

Самишкін Станіслав Валерійович
(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

будівництво та цивільна інженерія
(спеціальність)

освітня професійна програма
(освітня програма)

Група зТВм-23

Керівник Франчук Ю. Й.
(прізвище та ініціали)

доцент, кандидат технічних наук
(вчене звання, науковий ступінь)

Рецензент Струк О.В.
(прізвище та ініціали)

Ідентичність підтверджую

Київ 2024 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: інженерних систем і екології
Випускова кафедра: теплогазопостачання і вентиляції
Освітній рівень: «магістр за ОПП/ОНП»
Спеціальність: будівництво та цивільна інженерія
Освітня програма: освітня професійна програма

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Предун К. М.
„___” _____ 2024 р.

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

Самишкін Станіслав

(прізвище, ім'я та по батькові здобувача)

1. Тема роботи Оптимізації існуючої системи газопостачання при відновленні газопостачання на деокупованих територіях Запорізької області в післявоєнний період

затверджена наказом ректора КНУБА № 2350/2 від „30” жовтня 2024 р.

(комплексна кваліфікаційна робота з однією темою - разом зі здобувачем Андріяновим В.А.)

2. Керівник роботи Франчук Юрій Йосипович доцент, кандидат технічних наук
(прізвище, ім'я та по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Термін подання здобувачем роботи до захисту _____

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Р. 1. Газопостачання: теоретичні засади, визначення, особливості газопостачання в різних населених пунктах

Р. 2. Заходи з енергозбереження і підвищення енергоефективності використання палива

Р. 3. Обслуговування та контроль технічного обладнання систем газопостачання

Р. 4. Охорона праці та техніка безпеки при роботі з системами газопостачання

Р. 5. Автоматизація технологічних процесів

Р. 6. Економічні параметри газопостачання

Р. 7. Організація монтажу та інженерних систем газопостачання

Р. 8. Цивільний захист перед початком робіт з відновлення газопостачання в деокупованих територіях Запорізької області в післявоєнний період

5. Графічний матеріал за розділами

P.1. 1. Схема секціювання системи газопостачання ГРС Петрівка (варіант 1).

2. Схема модернізації с. Новопетрівка - варіант 1

3. Схема гідравлічного розрахунку модернізації с. Новопетрівка – варіант 1

4. Схема модернізації с. Новопетрівка - варіант 2

5. Схема гідравлічного розрахунку модернізації с. Новопетрівка – варіант 2

6. Схема модернізації с. Старопетрівка - варіант 1

7. Схема гідравлічного розрахунку модернізації с. Старопетрівка – варіант 1

8. Схема модернізації с. Старопетрівка - варіант 2

9. Схема гідравлічного розрахунку модернізації с. Старопетрівка – варіант 2

10. Схема повної модернізації ГРС Петрівка

6. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірив	
		Дата	Підпис
Розділ 4.			
Розділ 5.			

7. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1.	01.08.2024
Розділ 2.	12.08.2024
Розділ 3.	27.08.2024
Розділ 4.	09.09.2024
Розділ 5.	23.09.2024
Розділ 6.	01.10.2024
Розділ 7.	10.10.2024
Розділ 8.	18.10.2024
Остаточне оформлення роботи	12.11.2024
Направлення роботи для перевірки на плагіат	13.11.2024
Попередній захист роботи на випусковій кафедрі	28.11.2024
Направлення роботи на рецензування	20.11.2024

8. Дата видачі завдання _____

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

Здобувач _____ Самишкін С. В.
 (підпис) (прізвище та ініціали)

РЕЗЮМЕ (SUMMARY) <i>до атестаційної випускної роботи здобувача:</i>		Самишкін Станіслав Валерійович Stanislaw Samyshkin	
<i>ЗВО</i>	Київський національний університет будівництва і архітектури		
<i>Тема (українською та англійською)</i>	Оптимізації існуючої системи газопостачання при відновленні газопостачання на деокупованих територіях Запорізької області в післявоєнний період		
	Optimization of the existing gas supply system during the restoration of gas supply in the de-occupied territories of the Zaporizhzhia region in the post-war period		
<i>Освітній ступень</i>	Магістр за освітньо-професійною/науковою програмою навчання		
<i>Факультет</i>	Факультет інженерних систем та екології		
<i>Випускова кафедра</i>	Теплогазопостачання та вентиляції		
<i>Спеціальність</i>	Будівництво та цивільна інженерія		
<i>Освітня програма</i>	Освітня професійна програма		
<i>Керівник</i>	Франчук Юрій Йосипович доцент, кандидат технічних наук		
<i>Обсяг роботи:</i>	<i>Пояснювальна записка, стор.</i>	<i>розділів</i>	<i>слайдів презентації</i>
	120	5 розділів спеціальної частини з 8 розділів комплексної кваліфікаційної роботи	16
<i>Розділ 1.</i>	У першому розділі розглянуто теоретичні засади, визначення, особливості газопостачання в різних населених пунктах <i>Розділ розглядається в кваліфікаційній роботі здобувача Андріянова В.А. як спеціальна частина комплексної кваліфікаційної роботи з однією темою</i>		
<i>Розділ 2.</i>	У другому розділі розглядаються основні методи зменшення витрат палива та підвищення енергоефективності в різних галузях. Наведено принципи енергозбереження, які передбачають впровадження сучасних технологій, оптимізацію енергетичних процесів та мінімізацію втрат. Описано інструменти для підвищення ефективності використання палива, такі як модернізація обладнання, утеплення будівель і перехід на альтернативні джерела		

	енергії. Особливу увагу приділено соціальним і економічним аспектам, мотивації споживачів до ощадливого використання енергії та державній політиці у сфері енергозбереження.
<i>Розділ 3.</i>	В третьому розділі висвітлено ключові аспекти обслуговування та моніторингу технічного обладнання систем газопостачання, необхідні для забезпечення їхньої безперебійної та безпечної роботи. Розглянуто етапи проведення технічного обслуговування, включаючи планові перевірки, діагностику, ремонт та модернізацію. Особлива увага приділена методам контролю за станом газових мереж, обладнанням регуляторних пунктів, газових котлів та приладів обліку. Підкреслено важливість використання сучасних технологій, таких як автоматизовані системи моніторингу та дистанційного управління, для підвищення ефективності управління системами газопостачання. Також акцентується на дотриманні нормативно-технічних вимог та заходах безпеки під час експлуатації обладнання.
<i>Розділ 4.</i>	Розділ розглянуті питання охорони праці та техніці безпеки при роботі з системами газопостачання <i>Розділ розглядається в кваліфікаційній роботі здобувача Андріянова В.А. як спеціальна частина комплексної кваліфікаційної роботи з однією темою</i>
<i>Розділ 5.</i>	П'ятий розділ висвітлює принципи, засоби та переваги автоматизації технологічних процесів у промисловості та енергетиці. Описано основні елементи автоматизованих систем, зокрема датчики, контролери, програмне забезпечення та засоби візуалізації даних. Розглянуто етапи впровадження автоматизації, від аналізу потреб до налагодження та тестування систем.
<i>Розділ 6.</i>	Шостий розділ аналізує економічні параметри газопостачання <i>Розділ розглядається в кваліфікаційній роботі здобувача Андріянова В.А. як спеціальна частина комплексної кваліфікаційної роботи з однією темою</i>
<i>Розділ 7.</i>	Розділ присвячений принципам та етапам організації монтажних робіт для забезпечення ефективного функціонування систем газопостачання. Розглянуто процеси проектування, підготовки до монтажу, вибору матеріалів і обладнання. Приділена увага нормативно-технічним вимогам, які регламентують проектування та монтаж газопроводів, газорегуляторних пунктів і споживчого обладнання.

<i>Розділ 8.</i>	У розділі зазначені ключові заходи цивільного захисту, необхідні перед початком робіт із відновлення газопостачання на деокупованих територіях. Описано особливості роботи в умовах післявоєнного періоду, коли існують ризики, пов'язані з пошкодженнями інфраструктури, наявністю вибухонебезпечних предметів та складною соціально-економічною ситуацією.
<i>Висновки по роботі:</i>	В ході виконання даної кваліфікаційної випускної роботи було проведено повну модернізацію ГРС Петрівка, надано відповідні розрахунки, креслення, параметри, обрано доцільний варіант. Таким чином, оптимізація системи газопостачання при її відновленні на деокупованих територіях Запорізької області має поєднувати безпеку, сучасні технології, економічну ефективність та врахування потреб громади, створюючи основу для довготривалої енергетичної стійкості регіону.
<i>Ключові слова:</i> <i>Keywords:</i>	газопостачання, паливо, ВОГ, ГРП, модернізація, інвестиції gas supply, fuel, GMU, GCP hydraulic fracturing, modernization, investments

Здобувач

_____ Самишкін С. В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник

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

«__» _____ 2024 р.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	9
ВСТУП.....	13

РОЗДІЛ 1. ГАЗОПОСТАЧАННЯ: ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ, ВИЗНАЧЕННЯ, ОСОБЛИВОСТІ ГАЗОПОСТАЧАННЯ В РІЗНИХ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТАХ

Розділ розглядається в кваліфікаційній роботі здобувача Андріянова В.А. як спеціальна частина комплексної кваліфікаційної роботи з однією темою

- 1.1 Технічний комплекс газопостачання, вентиляційні комплекси й системи
- 1.2 Особливості газопостачання в різних населених пунктах
- 1.3 Особливості відновлення газопостачання на деокупованих територіях Запорізької області в післявоєнний період
- 1.4 Розрахунки витрат газу від ГРС «Петрівка»
- 1.5 Вибір і обґрунтування систем газопостачання від ГРС «Петрівка»
- 1.6 Гідравлічні розрахунки газопроводів
- 1.7 Розрахунки і вибір обладнання ГРП
- 1.8 Розрахунки і вибір обладнання ВОГ
- 1.9 Техніко-економічне порівняння варіантів газопостачання

РОЗДІЛ 2. ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ І ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПАЛИВА.....

2.1 Аналіз існуючих альтернативних видів палива та обґрунтування вибору палива для газопостачання.....	21
2.2 Розрахунок витрат основного та альтернативного палива.....	24
2.3 Вибір та розрахунок основного технологічного обладнання для газопостачання.....	25
2.4 Розрахунки парникових газів та викидів, що забруднюють повітря.....	27
2.5 Економічні доречність використання альтернативних видів палива.....	30

РОЗДІЛ 3. ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА КОНТРОЛЬ ТЕХНІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ СИСТЕМ ГАЗОПОСТАЧАННЯ..... 32

- 3.1 Види обладнання для газопостачання..... 32
- 3.2 Особливості експлуатації наземних та підземних газопроводів..... 35
- 3.3 Облаштування електрохімічного захисту підземних газопроводів і споруд на них від корозії 41
- 3.4 Контроль, обслуговування та безпека встановлених технологічних систем газопостачання..... 48
- 3.5 Характеристика обладнання ГРП..... 50
- 3.6 Характеристика ВОГ, лічильників та приладів для вимірювання газу 56

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ РОБОТІ З СИСТЕМАМИ ГАЗОПОСТАЧАННЯ

Розділ розглядається в кваліфікаційній роботі здобувача Андріянова В.А. як спеціальна частина комплексної кваліфікаційної роботи з однією темою

- 4.1 Загальні вимоги безпеки при роботі з газом, засоби індивідуального захисту для роботи та у разі виникнення аварійних ситуацій
- 4.2 Порядок проведення технічного обслуговування, план дій у разі виникнення аварійних ситуацій
- 4.3 Аналіз небезпеки при будівництві, експлуатації та відновленні газопостачання на деокупованих територіях в післявоєнний період

РОЗДІЛ 5. АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ..... 59

- 5.1 Оптимізація газопостачання: методи, планування, реалізація..... 59
- 5.2 Автоматизація технологічних процесів спалювання газу та палив..... 60
- 5.3 Методи та прилади для автоматизації вимірювання та регулювання технологічних процесів 63

РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНІ ПАРАМЕТРИ ГАЗОПОСТАЧАННЯ

Розділ розглядається в кваліфікаційній роботі здобувача Андріянова В.А. як спеціальна частина комплексної кваліфікаційної роботи з однією темою

- 6.1 Економічні параметри газопостачання ГРС Петрівка
- 6.2 Головні технологічні показники систем газопостачання

РОЗДІЛ 7. ОРГАНІЗАЦІЯ МОНТАЖУ ТА ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ ГАЗОПОСТАЧАННЯ..... 68

- 7.1 Планування та організація будівельно-монтажних робіт систем газопостачання на деокупованих територіях Запорізької області в післявоєнний період..... 68
- 7.2 Обґрунтування вибору механізмів та спорядження для виконання будівельно-монтажних робіт на деокупованих територіях Запорізької області в післявоєнний період 72
- 7.3 Реалізація, контроль та оцінка виконання будівельно-монтажних робіт .. 88

РОЗДІЛ 8. ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ ПЕРЕД ПОЧАТКОМ РОБІТ З ВІДНОВЛЕННЯ ГАЗОПОСТАЧАННЯ В ДЕОКУПОВАНИХ ТЕРИТОРІЯХ ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСТІ В ПІСЛЯВОЄННИХ ПЕРІОД .. 98

- 8.1 Проведення заходів безпеки щодо розмінування території на деокупованих територіях в післявоєнний період 98
- 8.2 Правила безпеки та поведінки з небезпечними та підозрілими предметами на деокупованих територіях в післявоєнний період 102
- 8.3 Знезараження споруд, техніки та предметів на деокупованих територіях в післявоєнний період..... 105

ВИСНОВКИ 110

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ..... 112

ДОДАТОК А..... 121

ДОДАТОК Б..... 121

ДОДАТОК В..... 122

ДОДАТОК Г..... 133

ДОДАТОК Д..... 135

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АГВ	Автоматичний газовий нагрівач
АГЗП	Автомобільні газозаправні пункти
АГЗС	Автомобільні газозаправні станції
АЕС	Атомна електростанція
АСУТП	Автоматизовані системи керування технологічними процесами
БРТГ	Будинковий регулятор тиску газу
ВБСГ	Технічне обслуговування внутрішньо будинкових мереж
ВДЕ	Відновлюванні джерела енергії
ВК	Вимірювальний комплекс
ВНП	Вибухо-небезпечні предмети
ВОГ	Вузол обліку газу
ГБУ	Газобалонні установки
ГНП	Газонаповнювальні пункти
ГНС	Газонаповнювальні станції
ГПС	Газу підземне сховище
ГРП	Газорегуляторний пункт
ГРПБ	Газорегуляторний пункти блочного типу
ГРПШ	Газорегуляторний пункти шафні
ГРС	Газорозподільчі станції
ГРУ	Газорозподільчі установки
ГС	Газ зріджений
ДСП	Державна система приладів
ДСТУ	Державний стандарт України
ЗАЕС	Запорізька атомна електростанція
ЗВГ	Зріджений вуглеводневий газ
ЗЗК	Запобіжний запірний клапан
ЗСК	Захисний скидний пристрій
ІГБУ	Індивідуальні газобалонні установки

ІС	Інтегроване середовище
КВП	Контрольно-вимірювальні пристрої
НВ	Нещасні випадки
НПЗ	Нафтопереробний завод
ОВД	Оцінка впливу на довкілля
ПВЩ	Планове випробування на щільність
ПП	Промислове підприємство
ПРП	Проміжний регуляторний пункт
ПРХС	Прилади радіаційного та хімічного спостереження
ПСБ	Проміжний склад балонів
ПСХ	Підземне сховище газу
ПТО	Планове технічне обслуговування
СВГ	Скраплений вуглеводневий газ
СВД	Мережа високого тиску
СНД	Мережа низького тиску
СПГГ	Спеціалізовані підприємства газового господарства
ТЕО	Техніко-економічне обґрунтування
ТЕС	Теплова електростанція
ТЕЦ	Теплоелектроцентраль
УКЗ	Установки катодного захисту
УРП	Угода про розподіл продукції
ФСА	Функціональна схема автоматизації
ШГРП	Шафовий газорегуляторний пункт
ШРП	Шафові регулюючі пункти
GMS	Global Message Services
GPRS	General Packet Radio Service

ВСТУП

Тема кваліфікаційної роботи «Оптимізації існуючої системи газопостачання при відновленні газопостачання на деокупованих територіях Запорізької області в післявоєнний період».

Дана робота є комплексною кваліфікаційною роботою з однією темою та виконана колективом здобувачів Андріяновим В.А. та Самишкіним С.В., при цьому кожен зі здобувачів виконував свою спеціальну частину комплексної роботи.

Актуальність роботи полягає в критичній необхідності відновлення життєво важливої інфраструктури в умовах післявоєнної відбудови. Зважаючи на значні руйнування газових мереж у зоні бойових дій, забезпечення надійного газопостачання є основою для відновлення нормального функціонування регіону, підтримки населення та запуску економічної діяльності.

Метою написання роботи є оптимізація системи газопостачання на деокупованих територіях Запорізької області в післявоєнний період. У дослідженні розглянуто основні проблеми існуючої інфраструктури газопостачання та шляхи її модернізації. На прикладі системи газопостачання від ГРС "Петрівка", виконано аналіз технічного стану газорозподільної системи та можливі шляхи її модернізації, проведеному у контексті покращення енергоефективності й надійності системи.

У роботі було досліджено по два варіанти модернізації газорозподільної системи від ГРС "Петрівка" на прикладі сіл Старопетрівка та Новопетрівка, які представляють різні підходи до модернізації системи. Обидва варіанти були розглянуті з урахуванням економічної доцільності та технічної реалізації, і на основі проведеного аналізу у висновках визначено, який із варіантів є оптимальним для подальшого використання в цих умовах.

Швидке відновлення газопостачання на всій території післявоєнної України є надважливим завданням для задоволення базових потреб населення, забезпечення стабільної роботи підприємств та підтримання економічної активності. Газопостачання є основою тепломережі, виробництва електроенергії та енергетичної безпеки всієї України. Особливо важливо відновити газопостачання на деокупованих територіях, де інфраструктура була серйозно пошкоджена внаслідок бойових дій. Оскільки критична інфраструктура була зруйнована, швидкість і якість відновлення стануть ключовим фактором, що визначатиме темпи відновлення економіки та повернення населення до нормального життя.

Після війни газопроводи часто бувають пошкоджені або повністю зруйновані на окупованих територіях або там, де тривають бойові дії. Відновлення газової мережі не лише відновлює доступ до природного газу, але й забезпечує постачання опалення та гарячої води домогосподарствам, підтримує роботу лікарень, дитячих садків, шкіл та підприємств. Без газопостачання неможливе нормальне функціонування більшості населених пунктів, особливо взимку, коли потреба в опаленні різко зростає. Тому негайне відновлення газопостачання після завершення активної фази бойових дій є першочерговим завданням.

Для прискорення відновлення газопостачання важливо застосовувати найсучасніші технології при будівництві та модернізації інфраструктури. Автоматизовані системи діагностики, дистанційний моніторинг трубопроводів та використання безтраншейних технологій для ремонту мереж значно скоротять час і витрати на відновлення. Сучасні технології, такі як використання роботизованих систем для інспекції та ремонту трубопроводів, зменшують потребу у фізичному доступі людини до небезпечних ділянок та пришвидшують процес ремонту. Крім того, використання інноваційних матеріалів, таких як поліетилен високої щільності, для ремонту трубопроводів може підвищити довговічність і надійність газової мережі, що, в свою чергу, знижує ризик майбутніх аварій.

Для якнайшвидшого відновлення газопостачання важливо забезпечити координацію між державними органами, міжнародними донорами та приватними компаніями, які володіють необхідними технологіями та ресурсами для проведення ремонтних робіт. Налагоджена взаємодія між усіма зацікавленими сторонами може забезпечити ефективний розподіл фінансових і технічних ресурсів. Такі міжнародні організації, як Світовий банк та Європейський інвестиційний банк, вже висловили свою готовність підтримати відновлення інфраструктури України та можуть залучити зовнішні ресурси для фінансування капітальних проектів.

Щодо графіку повного відновлення всіх систем тепло- та електропостачання, слід зазначити, що цей процес буде складним і багатоетапним. На початковому етапі основна увага буде зосереджена на швидкому відновленні критично важливих об'єктів, таких як газопроводи та системи опалення в найбільш постраждалих районах. Відновлення місцевої газової мережі, що обслуговує окремі населені пункти, може зайняти більше часу, оскільки потрібні детальні обстеження трубопроводів і плани ремонту або повної заміни пошкоджених ділянок.

Виходячи з досвіду інших країн, які відбудовували свою енергетичну інфраструктуру після війни, для повного відновлення систем газо- і теплопостачання після закінчення війни потрібно від трьох до п'яти років. Залежно від масштабу пошкоджень в окремих регіонах, цей часовий проміжок може змінюватися. Наприклад, якщо пошкодження обмежуються регіональними мережами, період відновлення може скоротитися до одного-двох років. Однак у районах, де пошкоджено магістральні газопроводи та інші об'єкти критичної інфраструктури, необхідні ремонтні роботи та встановлення нового обладнання можуть зайняти більше часу.

Важливим аспектом є питання фінансування відновлення. Оскільки війна серйозно виснажила економічні ресурси України, залучення міжнародної підтримки буде ключовим для успішного відновлення інфраструктури. Крім того, державні програми, спрямовані на розвиток енергетичного сектору, такі як

субсидії на впровадження сучасних технологій та модернізацію системи газопостачання, також відіграватимуть важливу роль у цьому процесі.

Інвестиції у відновлення системи газопостачання принесуть не лише короткострокові вигоди у вигляді відновлення критично важливих послуг, але й довгострокові вигоди у вигляді підвищення енергоефективності, зменшення витрат на обслуговування та підвищення надійності енергетичної системи в цілому.

Післявоєнна Україна матиме унікальну можливість суттєво покращити свою інфраструктуру, не лише шляхом відбудови зруйнованих об'єктів, а й шляхом впровадження новітніх технологій, які дозволять зменшити втрати енергії та забезпечити сталий розвиток. Важливо також паралельно з відновленням газопостачання розвивати альтернативні джерела енергії, що дозволить диверсифікувати енергоресурси та зменшити залежність від імпорту природного газу.

Перспектива розвитку альтернативних джерел енергії, таких як біогаз та водень, може стати важливим елементом відновлення енергетичного сектору країни. Впровадження таких джерел енергії не лише зменшить викиди вуглецю, але й забезпечить більшу регіональну енергетичну незалежність. Зокрема, використання біогазу в сільськогосподарських регіонах України може значно зменшити залежність від традиційних джерел енергії та принести додаткові економічні вигоди.

Після закінчення війни головним завданням держави є створення умов для безперебійного забезпечення теплом та енергією всіх громадян, незалежно від регіону проживання. Це вимагатиме комплексного підходу до відбудови всієї енергетичної системи - від магістральних газопроводів до систем централізованого тепло- та електропостачання. Успішне відновлення газопостачання є основою для майбутнього сталого розвитку України.

Ситуація з газопостачанням у Запорізькій області значно ускладнена активними бойовими діями та тимчасовою окупацією частини території. Інфраструктура газопостачання зазнала значних пошкоджень, постачання

природного газу до житлового сектору, промислових підприємств та муніципалітетів було порушено.

Після зняття окупації виникла нагальна потреба у відновленні газової мережі, модернізації пошкоджених об'єктів та забезпеченні надійного газопостачання для відновлення нормальної життєдіяльності в регіоні. Пріоритетом є не лише ремонт існуючої системи, а й розробка нових підходів для забезпечення енергетичної незалежності.

Регіональна система газопостачання була побудована за радянських часів і розрахована на постачання природного газу з єдиної системи магістральних газопроводів, що робить її надмірно залежною від централізованого постачання. З моменту зняття окупації питання енергетичної безпеки стали більш гострими.

Необхідно виявити та ліквідувати аварійні ділянки газової мережі, обстежити трубопроводи та обладнання для регулювання тиску і забезпечити безперебійну роботу.

Перспективи подальшого розвитку системи газопостачання залежать не лише від державних програм з відновлення інфраструктури, а й від регіонального фінансування та підтримки міжнародних донорів.

Окрім відновлення традиційних поставок природного газу, важливим напрямком розвитку системи газопостачання України є перехід на використання альтернативних джерел енергії, зокрема біогазу та інших відновлюваних газів.

В умовах війни та змін на світовому енергетичному ринку очевидно, що Україна потребує диверсифікації джерел енергії та зменшення залежності від зовнішніх джерел постачання.

Використання біогазу, особливо виробництво газу з органічних сільськогосподарських відходів, має великий потенціал у сільськогосподарських регіонах, таких як Запорізька область. Альтернативні енергетичні стратегії стають все більш важливими в контексті кризи постачання природного газу в Європі та Україні. Використання біогазу, який можна виробляти з різних органічних відходів, є важливою частиною енергетичної самодостатності.

Запорізька область, де процвітає сільське господарство, пропонує відповідні умови для будівництва біогазових установок, які не тільки забезпечать нове джерело газопостачання, але й вирішать проблему утилізації відходів. Водночас, впровадження таких технологій потребує значних інвестицій та державної підтримки для створення відповідної інфраструктури та законодавчої бази.

Тому відновлення системи газопостачання в деокупованих районах Запоріжжя є важливим елементом післявоєнної відбудови, який потребує комплексного підходу. Інтеграція альтернативних джерел енергії, таких як біогаз, є основою для довгострокового планування енергетичної безпеки регіону та країни в цілому.

Відновлення інфраструктури вимагає впровадження сучасних технологій та оптимізації існуючих систем для підвищення їхньої ефективності, економічності та надійності. Це стає особливо важливим в умовах обмеженості ресурсів і необхідності зниження енергетичної залежності від зовнішніх постачальників

Мета кваліфікаційної роботи здобувача ступеня вищої освіти магістр полягає в розробці комплексних заходів з оптимізації існуючих систем газопостачання на деокупованих територіях у післявоєнний період, що включає їх відновлення, модернізацію та впровадження енергозберігаючих технологій.

Особлива увага приділяється підвищенню надійності, ефективності та безпеки газопостачання шляхом використання сучасних технологічних рішень, зокрема інтеграції альтернативних джерел енергії, таких як біогаз.

Виконання роботи передбачає вирішення наступних завдань:

1. Охарактеризувати газопостачання як окрему гілку, розкрити теоретичні засади, визначення, особливості газопостачання в різних населених пунктах.
2. Розглянути заходи з енергозбереження і підвищення енергоефективності використання палива.

3. Дослідити проведення обслуговування та контролю технічного обладнання систем газопостачання.
4. Виокремити важливість охорони праці та техніки безпеки при роботі з системами газопостачання.
5. Проаналізувати можливі методи автоматизації технологічних процесів.
6. Розрахувати показники щодо економічних параметрів газопостачання.
7. Розглянути напрями щодо організації технологій монтажу та інженерних систем газопостачання.
8. Надати рекомендації щодо дотримання цивільного захисту перед початком робіт з відновлення загопостачання в деокупованих територіях Запорізької області в післявоєнний період.

Об'єкт дослідження: системи газопостачання на деокупованих територіях, які потребують відновлення та модернізації після війни.

Предмет дослідження: процеси оптимізації та модернізації існуючих систем газопостачання, зокрема впровадження нових технологій, зниження енергетичних втрат, підвищення безпеки та ефективності газових мереж, а також можливе використання альтернативних джерел газу, таких як біогаз.

РОЗДІЛ 1. ГАЗОПОСТАЧАННЯ: ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ, ВИЗНАЧЕННЯ, ОСОБЛИВОСТІ ГАЗОПОСТАЧАННЯ В РІЗНИХ НАСЕЛЕНИХ ПУНКТАХ

1.1 Технічний комплекс газопостачання, вентиляційні комплекси й системи

1.2 Особливості газопостачання в різних населених пунктах

1.3 Особливості відновлення газопостачання на деокупованих територіях Запорізької області в післявоєнний період

1.4 Розрахунки витрат газу ГРС Петрівка

1.5 Вибір і обґрунтування систем газопостачання ГРС Петрівка

1.6 Гідравлічні розрахунки газопроводів

1.7 Розрахунки і вибір обладнання ГРП

1.8 Розрахунки і вибір обладнання ВОГ

1.9 Техніко-економічне порівняння варіантів газопостачання

*Розділ розглядається в кваліфікаційній роботі здобувача Андріянова В.А.
як спеціальна частина комплексної кваліфікаційної роботи з однією темою*

РОЗДІЛ 2. ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ І ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПАЛИВА

2.1 Аналіз існуючих альтернативних видів палива та обґрунтування вибору палива для газопостачання

Альтернативні види палива - це рідкі або газоподібні види палива, які є заміниками (субститутами) відповідних традиційних видів палива і виробляються (видобуваються) з нетрадиційних джерел енергії або видів енергетичної сировини.

До першої групи належать стиснений природний газ (метан), скраплений нафтовий газ (пропан-бутанова суміш) та спирт як добавка до бензину. Друга група - скраплений природний газ (метан), водень, спиртовмісні види палива та біогаз. Третя група - водо-бензинові емульсії, ефіри та металеві суспензії.

Досвід інших країн і нашої країни показує, що впровадження альтернативних видів палива є досить повільним процесом і починати його слід поступово, випробовуючи окремі технології на основі пілотних проектів. На сьогоднішній день у світі найбільш успішно реалізуються пілотні проекти з використання природного газу, водню та біопалива [5, с. 45-46].

Наразі ціни на газ для населення в Україні варіюються залежно від річного споживання, як показано в таблиці 2.1 [6, с. 133].

Таблиця 2.1

Тарифи на природний газ для населення в Україні на 2024 рік [7]

Період	01.24	02.24	03.24	04.24	05.24	06.24	07.24	08.24	09.24	10.24	11.24	12.24
Ціна	15.99	15.49	14.99	13.49	14.99	14.99	14.99	14.99	14.99	14.99	14.99	14.99

Актуальним завданням при розробці та проектуванні систем газопостачання на основі біометану є визначення оптимальних технічних параметрів та місця розташування біометанових установок (БМУ) і станцій

подачі біометану в газову мережу. Основними параметрами системи газопостачання на біометані є радіус дії біометанової установки відносно субстрату, довжина трубопроводу подачі біометану та продуктивність біометанової установки. Через низький вміст метану в біогазі проблеми використання біогазу для газопостачання населених пунктів ще недостатньо вивчені. Пальники в промислових і побутових газових приладах призначені для роботи на природному газі.

Існують також газові пальники для спалювання зрідженого нафтового газу, що складається з пропану і бутану [8, с. 39].

Якість скрапленого нафтового газу в Україні регламентується ДСТУ 6081:2009 «Палива моторні». Метиллові ефіри жирних кислот олій та жирів для дизельних двигунів. Технічні умови», ДСТУ 7178:2010 «Палива альтернативні.

Етилові ефіри жирних кислот олій та жирів для дизельних двигунів», ДСТУ 7688:2015 «Палива дизельні євро. Технічні умови» та ДСТУ 8695:2016 «Палива моторні альтернативні для дизельних двигунів. Технічні умови» [9, с. 248-249].

Потреба в газових альтернативних паливах ініціювала низку досліджень, експериментів та нових винаходів у паливній галузі. Зокрема, на ринку з'явився новий вид палива - паливна гранула. Крім пелет, сучасний ринок альтернативних видів палива включає в себе

- дрова та тріска;
- вугілля;
- рідке паливо;
- торф;
- відпрацьовані нафтопродукти.

Дрова та тріска - це тріска, стружка, обрізки, тирса та інші частини твердої деревини, які не використовуються в інших галузях промисловості.

Перевагами цього палива є вигідні ціни, висока якість опалення, низьке утворення золи і практично повна відсутність сірки та азоту в продуктах згоряння.

Торф і горючі сланці менш ефективні, але все ще популярні в районах, близьких до видобутку корисних копалин, через їх відносно низьку ціну.

Вугілля, особливо кам'яне, є найпоширенішим видом викопного палива. Його використовують як в приватному, так і в промисловому масштабі. Це пов'язано з його високою теплотворною здатністю і низькою ціною.

Пиловугільне паливо можна використовувати в автоматизованих системах подачі палива. Однак необхідно пам'ятати, що це досить небезпечне паливо для навколишнього середовища. Під час згоряння в атмосферу виділяється велика кількість вуглекислого газу.

До рідких альтернативних видів палива для котлів відносяться дизельне паливо, дизельне масло і відпрацьоване масло. Їх основними перевагами є можливість повної автоматизації роботи котла, відсутність викидів золи, високий ККД (порівняний з ККД газових котлів) і екологічна безпека.

До недоліків використання рідкого палива можна віднести потребу у великогабаритному обладнанні, необхідність окремого приміщення для котла та необхідність встановлення посиленої витяжки [10].

В даний час промисловість вивчає способи отримання наступних альтернативних палив і масел з твердих викопних палив і газів Хімічний склад горючих частин твердих викопних палив (вугілля, сланців, торфу тощо) ідентичний складу нафти: вуглець, водень, сірка, кисень і азот.

Наявність вуглецю і водню в твердих викопних паливах дозволяє використовувати їх як сировину для виробництва рідкого палива [11, с. 49-50].

Органічна речовина в паливі складається в основному з вуглецю, водню та кисню. Крім цих елементів, органічна речовина може також містити, наприклад, N_2 і S.

Склад палива приведений в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Склад різних видів палива

Паливо	Органічна маса, %			Волога, %	Зола, %	Сірка, %	Вихід летких, %	Тепло творна здатність кДж/кг
	С	Н	О+ N					
Деревина	14	6,0	50,0	30-40	0,4	0,0	70	18850
Торф	59	6,0	35,0	25	4,5	0,4	70	23900
Буре вугілля	70	5,5	24,5	до 50	4,0	2-3	45-55	25500
Кам'яне вугілля	82	5,0	13,0	3-8	6,0	2-6	8-50	33920
Антрацит	95	2,0	3,0	1,3	6,0	1-2	8	33500
Горючі сланці	75	10,0	15,0	-	50,0	-	-	33920

Пропорції окремих елементів, що входять до складу палива, впливають на його властивості. Негорюча частина палива складається з води та мінералів. Кількість води в паливі залежить не тільки від типу палива, але й від способу його зберігання та видобутку. Мінеральна частина палива складається з карбонатів, силікатів, фосфатів, сульфатів і сульфідів металів (наприклад, Fe, Ca, Mg, Al, K, Na) [12, с. 2].

2.2 Розрахунок витрат основного та альтернативного палива

Орієнтовний розрахунок витрати палива проводиться за формулами:

- годинна витрата (2.1):

$$B = \frac{360 * N}{Q * \eta}, \text{ кг/год} \quad (2.1)$$

- добова витрата (2.2):

$$B = \frac{8640 * N}{Q * \eta}, \text{ кг/год} \quad (2.2)$$

Де N - теплова потужність котла, кВт;

Q - нижча теплота згоряння палива, МДж/кг;

η - мінімально допустимий (згідно ДСТУ 2326) ККД котла.

Теплотворна здатність абсолютно сухої деревини практично дорівнює 4510 ккал/кг, незалежно від типу деревини, тому при оцінці окремих порід слід враховувати відносну вагу.

Чим вологіша деревина, тим нижча її теплотворна здатність. Теплотворна здатність вологої деревини в порівнянні з сухою деревиною:

- 30% вологості - 10-15

- 50% вологості - 35-40%.

1 кг дров вимагає для згоряння 4-5 м³ повітря, вугілля - 10 м³; при спалюванні палива нижчої якості утворюється більше попелу [13].

2.3 Вибір та розрахунок основного технологічного обладнання для газопостачання

Залежно від споживання і тиску газу, режиму роботи газовикористовуючого обладнання, географічного розташування споживачів газу на підприємстві та техніко-економічних показників, на промислових і комунально-побутових підприємствах та котельнях застосовують кілька систем газопостачання.

Невеликі комунальні підприємства, автоматичні водогрійні котли з низьким споживанням газу (до 50 м³/год) та установки, що використовують природний газ низького тиску, рекомендується підключати безпосередньо до міського газопроводу низького тиску.

Середні та великі промислові установки підключаються до міської мережі середнього або високого тиску. Установки цих підприємств використовують як газ середнього, так і низького тиску [4, с. 8-9].

Газовикористовуючі установки та обладнання - котли, виробничі печі, технологічні лінії та інші установки, які використовують газ як паливо для виробництва тепла або електроенергії для опалення, підігріву води або технологічних потреб виробництва.

Газонаповнювальні станції - комплекси, призначені для приймання та зберігання скрапленого вуглеводневого газу, постачання його споживачам в автоцистернах або побутових балонах, наповнення паливних балонів автотранспортних засобів скрапленим вуглеводневим газом, ремонту газових балонів та проведення регулярних перевірок [2, с. 5].

До комплексів, призначених для використання природного газу, належать опалювальні котли, газові конвектори, газові проточні водонагрівачі та газові плити, приклади яких наведено на рис. 2.1.



Рис. 2.1. Газове обладнання

Газові установки слід вибирати на основі параметрів установки, технічних специфікацій і місця, де була придбана установка.

Першим кроком є отримання технічних умов від постачальника газу. Технічні умови враховують об'єм приміщення, майбутнє розташування газових приладів та інші нюанси, необхідні для безпечного використання газових приладів.

На основі цього технічного завдання складається проектний документ із зазначенням параметрів газових приладів, які будуть придбані.

На етапі вибору газових приладів в першу чергу слід враховувати всі рекомендації, викладені в проекті.

Крім того, дуже важливим є місце придбання. Газові прилади слід купувати в спеціалізованому магазині. Там продавець може надати сертифікат якості та технічний паспорт на прилад, а також запропонувати гарантійне обслуговування [14].

2.4 Розрахунки парникових газів та викидів, що забруднюють повітря

Найважливішими природними парниковими газами в атмосфері є водяна пара (H_2O), оксид вуглецю (IV) (CO_2), метан (CH_4), оксиди азоту (I) (N_2O) і тропосферний озон (O_3). Відносний вміст газів у природному парниковому ефекті показано на рисунку 2.2 [16, с. 3].

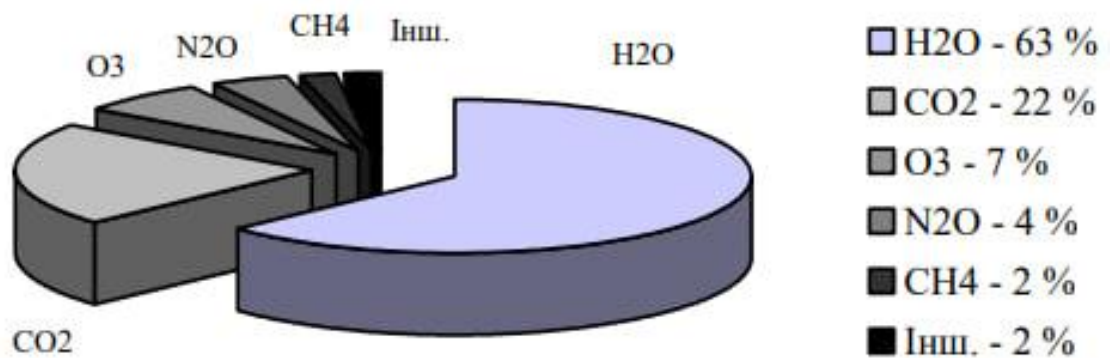


Рис. 2.2. – Відносний вміст газів у природному парниковому ефекті

До основних газів, що найбільше сприяють парниковому ефекту, належать гази, які називають парникові гази, їх опис представимо у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Парникові гази [15]

Парниковий газ	Опис
1	2
Водяна пара	Водяна пара - найважливіший парниковий газ. Коли атмосфера Землі нагрівається, кількість водяної пари зростає, збільшуючи ймовірність утворення хмар і випадання опадів

Вуглекислий газ (CO ₂)	Цей газ є дуже маленьким, але дуже важливим компонентом атмосфери. Він виділяється в результаті природних явищ, таких як дихання та виверження вулканів, а також людської діяльності, наприклад, спалювання викопного палива
Метан	Вуглеводневі гази, що виділяються з природних джерел або в результаті людської діяльності, наприклад, розкладання відходів на звалищах, сільського господарства, процесів вирощування рису, дикої природи та продуктів тваринництва
Закис азоту	Потужні парникові гази виробляє сільське господарство, особливо активне використання мінеральних та органічних добрив, спалювання викопного палива, виробництво азотної кислоти та спалювання біомаси

Закінчення таблиці 2.3

1	2
Хлорфторвуглеці (ХФВ)	Синтетичні сполуки виключно промислового походження, які використовуються в деяких технологічних процесах і викиди яких в атмосферу зараз значною мірою регулюються у виробничому секторі за допомогою міжнародних угод через їхній високий озоноруйнівний потенціал

Одним з основних методів розрахунку викидів парникових газів на українських підприємствах з виробництва цементу є використання методу інвентаризації викидів забруднюючих речовин.

Наказом № 639 від 10 грудня 2008 року Міністерство охорони навколишнього природного середовища України затвердило Методику розрахунку розмірів відшкодування збитків, які заподіяні державі в результаті наднормативних викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря.

Ця методика визначає масу наднормативних викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря. Розрахунок маси наднормативних викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від джерел викидів забруднюючих речовин, віднесених до категорії великих джерел викидів, здійснюється за такою формулою (2.3):

$$m_i = 3,6 * 10^{-6} * (q_{Vi} - q_{Vнорм}) * q_v * T, \quad (2.3)$$

де m_i , - маса наднормативного викиду i -тої забруднюючої речовини в атмосферне повітря від джерела викиду цієї забруднюючої речовини, т;

q_{Vi} — середнє значення масової концентрації i -тої забруднюючої речовини, мг/м³;

$q_{Vнорм}$ — значення затвердженого нормативу викиду i -тої забруднюючої речовини, наведеного в дозволі на викид, мг/м³;

q_v — значення об'ємної витрати газопилового потоку від джерела викиду i -тої забруднюючої речовини, приведене до нормальних умов, м³/с [17, с. 44-45].

Фахівці відзначають, що вміст двоокису вуглецю, метану та монооксиду азоту в умовних одиницях виміру парникового ефекту з 1990 по 2014 роки зріс на 36 %. На рис. 2.3 показано динаміку зростання CO₂ та температури за останні 140 років [18, с. 21].



Рис. 2.3. Динаміка зростання кількості CO₂ та температури

Податок на викиди парникових газів є складовою системи екологічного оподаткування, теоретичною основою якої є концепція зовнішніх ефектів, заснована А. Пігу (1877-1959) з Кембриджської школи економіки. Він охоплює викиди парникових газів від більшості галузей промисловості, нафтогазової та

авіаційної промисловості, а ціна дозволу на викиди наразі еквівалентна приблизно 15,43 євро за тону CO₂-еквіваленту [19, с. 7, 53].

2.5 Економічна доречність використання альтернативних видів палива

Використання альтернативних видів палива зазвичай зумовлене економічними та ресурсними факторами, а також екологічними міркуваннями. Коли ціни на природний газ були низькими, велика кількість природного газу використовувалася для вдування в доменні печі, щоб зменшити споживання коксу. Після того, як ціни зросли і виникли проблеми з постачанням, природний газ був замінений вугільним пилом.

Альтернативні види палива часто використовуються як резервне паливо, коли основне паливо постачається з перебоями.

Майже всі котельні обладнані для використання мазуту замість природного газу, якщо постачання природного газу переривається або у випадку аварійного падіння тиску [24, с. 271].

Сучасні експерти вважають, що біопаливо з кукурудзи (етанол) та біодизель з олійних культур утримують близько 30 мільйонів людей у світі від бідності щороку. Виробництво біопалива є дуже прибутковим: з однієї тонни пшениці можна отримати 280 літрів спирту, що еквівалентно 600 літрам горілки. При ціні 50 у.о. за літр горілки це становить 30 000 у.о. У той же час з 1 тонни пшениці отримують 1,5-1,8 тис. умовних одиниць спирту. [20, с. 146].

У 2000 році Закон України «Про альтернативні види рідкого та газоподібного палива» визначив основні засади державної політики у сфері альтернативних видів палива наступним чином:

- Сприяти розвитку та раціональному використанню нетрадиційних джерел енергії та енергетичної сировини для виробництва (видобутку) альтернативних видів палива з метою економії паливно-енергетичних ресурсів та зменшення залежності України від імпорту альтернативних видів палива.

- Поступово збільшувати частку біопалива та сумішевих палив у виробництві та використанні біопалив.

- Відповідно до Закону України «Про державне регулювання виробництва і обігу спирту етилового, коньячного і плодового, алкогольних напоїв, тютюнових виробів та пального», виробництво палив здійснюється суб'єктами, які повинні отримати ліцензію на таку діяльність [21, с. 29].

Виробництво біогазу створює додаткові робочі місця та є джерелом доходу, особливо в сільській місцевості. На відміну від вітрової та сонячної енергії, одна біогазова установка може легко досягти 70-80% «місцевого» рівня.

Децентралізований розвиток використання біогазу сприяє, зокрема, покращенню місцевої економіки. Виробництво біогазу та біометану з місцевих ресурсів створює нові робочі місця в сільській місцевості. Це стосується насамперед сільського господарства, логістики, інженерних послуг та будівництва.

Попит на сировину та органічні рештки створює нові можливості збуту для сільськогосподарських підприємств, що, в свою чергу, призводить до більш надійного планування та нових джерел доходу. Як оператори або співвласники біогазових установок, агробізнес бере участь у створенні доданої вартості на місцевому рівні через продаж біогазу та постачання біогазу в мережу [22, с. 14-26].

Найбільш економічним і прийнятним альтернативним варіантом твердого палива у світі є брикети, які отримують шляхом механічної обробки та пресування різної рослинної маси. Брикети не містять жодних в'язучих речовин, окрім природного лігніну, що міститься в рослинних клітинах [23, с. 160-161].

РОЗДІЛ 3. ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА КОНТРОЛЬ ТЕХНІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ СИСТЕМ ГАЗОПОСТАЧАННЯ

3.1 Види обладнання для газопостачання

ГДП, ГДПБ, ШГРП та ГРУ повинні мати три ступені захисту споживача від підвищення тиску (регулятор, запобіжно-запобіжний клапан та запобіжно-запобіжний клапан) та два ступені захисту від зниження тиску газу (регулятор та запобіжно-запобіжний клапан).

На ШГРП, ШГРПБ, ШГРП та ГРУ повинні бути встановлені фільтри, запобіжно-запобіжні клапани (ЗЗК) та/або монітори регуляторів, регулятори тиску газу, запірна арматура, контрольно-вимірювальні прилади (далі - КВП), запобіжно-випереджувальні пристрої (ЗВП) та лічильники витрати газу, які відповідають вимогам.

Кількість ліній редукування тиску в ПСГ повинна визначатися виходячи з необхідної ємності, дебіту газу, тиску газу на виході та призначення ПСГ в системі газопостачання. Не більше двох ліній редукування робочого тиску для однієї УКПГ.

На ПСГ, потужність яких обслуговується однією лінією редукування, допускається передбачати резервну лінію редукування, яка перекриває за конфігурацією основну лінію, якщо є необхідність у безперервному газопостачанні споживача. Основна і резервна лінії редукування повинні мати можливість одночасної роботи. Допускається автоматичне включення резервної лінії редукування у разі виникнення аварії на основній лінії.

У місцях розміщення обладнання ГРП та газорозподільних пунктів повинен бути забезпечений доступ до обладнання для його монтажу, технічного обслуговування та ремонту. Відстань між паралельними рядами обладнання повинна бути не менше 0,4 м.

Для обслуговування обладнання на висоті понад 1,5 м повинні бути передбачені майданчики з перильними сходами. Газопроводи для ГРП повинні бути пофарбовані в кольори згідно з ГОСТ 14202 [25, с. 45-51].

Газопроводи, обладнання та арматуру на планах, розрізах і кресленнях слід зображати в умовних графічних позначеннях, а обладнання, що не має умовних графічних позначень, - у спрощених графічних позначеннях.

Специфікації обладнання складають відповідно до ДСТУ Б А.2.4-10 з урахуванням вимог цього стандарту [26, с. 3, 9].

Марки газових приладів та їх можливості надаються замовником у завданні на проектування [27, с. 28].

Вибір відповідних газових приладів є важливим рішенням, оскільки він безпосередньо впливає на операційну ефективність, прибутковість і загальну продуктивність. Вибір газових приладів впливає на надійність, продуктивність і безпеку енергопостачання.

Для того, щоб вибрати найбільш підходящий тип газових приладів, важливо оцінити конкретні потреби та вимоги до газу. Процес оцінки повинен враховувати наступні фактори:

- Споживання газу та попит: визначте середній та піковий рівні споживання газу, щоб вибрати обладнання, здатне задовольнити виявлені потреби.

- Вимоги до тиску і витрати: оцініть необхідний тиск і витрату, щоб забезпечити сумісність з обладнанням.

- Сумісність з існуючою інфраструктурою: врахуйте існуючу інфраструктуру та системи, щоб забезпечити безперешкодну інтеграцію та уникнути дорогих модифікацій або замін.

- Безпека та відповідність нормативним вимогам: оцініть вимоги безпеки, щоб переконатися, що вибране обладнання відповідає галузевим стандартам і нормативним вимогам.

Існують різні типи газових приладів, які широко використовуються, як показано в таблиці 3.1 [28].

Види обладнання для газопостачання [28]

Обладнання	Зовнішній вигляд	Опис
Газові котли та обігрівачі (рис. 3.1)	 <p data-bbox="497 815 970 846">Рис. 3.1. Газові котли та обігрівачі</p>	Ідеально підходить для опалення та гарячого водопостачання в промислових і комерційних будівлях
Газові генератори (рис. 3.2)	 <p data-bbox="549 1164 919 1196">Рис. 3.2. Газові генератори</p>	Забезпечує надійне резервне джерело живлення в разі відключення електроенергії або як основне джерело живлення у віддалених районах
Газові пальники та печі (рис. 3.3)	 <p data-bbox="555 1639 912 1671">Рис. 3.3. Газовий пальник</p>	Використовується у виробничих процесах, таких як виплавка металу, виробництво скла та термічна обробка
Газгольдери та балони для зберігання газу (рис. 3.4)	 <p data-bbox="536 1980 932 2011">Рис. 3.4. Газгольдер для газу</p>	Він необхідний для зберігання пропану та бутану і забезпечує гнучкість та автономність газопостачання

Залежно від розрахункового значення зовнішньої температури, способу прокладання (надземне, підземне або підземне), діаметра трубопроводу та його призначення, Державні будівельні норми (ДБН) встановлюють критерії щодо матеріалів, які можуть бути використані для виробництва труб, та методів виробництва труб (безшовні, гарячекатані, поздовжнє зварювання, спіральне зварювання тощо). Зварні шви в сталевих трубах повинні бути такими ж міцними, як і основний метал труби.

Мінімальний номінальний діаметр для газорозподільних трубопроводів зазвичай становить 50 мм, для відводів до споживачів - 25 мм і для внутрішніх газопроводів - 15 мм. Товщина стінок труб повинна бути не менше 3 мм для підземних газопроводів і не менше 2 мм для надземних газопроводів. Товщина стінки труб для підводних переходів повинна бути на 2 мм більше проектної товщини стінки, але не менше 5 мм. Для будівництва трубопроводів повинні використовуватися поздовжньо-зварні труби.

З'єднання труб виконується зварюванням. Якість зварних з'єднань контролюється. У зовнішніх газопроводах використовуються фланцеві з'єднання для приєднання засувки, кранів та іншої арматури.

Різьбові з'єднання допускаються для приєднання надземних ввідів, контрольно-вимірювальних приладів на газопроводах низького тиску, де встановлені гідророзподільники, клапани конденсатозбірників, заглушки, муфти і запірні пристрої [70, с. 23-25].

3.2 Особливості експлуатації наземних та підземних газопроводів

Міські газопроводи зазвичай прокладають під землею, незалежно від призначення чи тиску газу. Вони дуже рідко прокладаються над землею, в основному, коли перетинають природні або штучні перешкоди.

Підземні газопроводи майже завжди прокладаються під дорогами, як представлено на рисунку 3.5.



Рис. 3.5. Підземний газопровід

Там, де дороги мають широкі пішохідні доріжки або газони, найдоцільніше прокладати газові труби під ними. У районах нової забудови газопроводи слід прокладати у внутрішньоквартальних проїздах.

Газопроводи, прокладені під землею, слід заглиблювати на глибину, захищену ґрунтом від механічних пошкоджень і навантажень від руху транспорту. Слід враховувати, що ґрунт для газопроводів забезпечує не тільки захист від механічних пошкоджень, але і відмінну ізоляцію.

Тому, чим глибше прокладений газопровід, тим кращий захист від механічних пошкоджень і динамічних навантажень і тим кращі температурні умови.

При пошкодженні підземного газопроводу газ має тенденцію проникати в землю, оскільки він легший за повітря і під дією тиску вивільняється в атмосферу. Газ може поширюватися на десятки і сотні метрів, спричиняючи вибухи і токсичні ситуації [29, с. 13, 31].

Для підземних газопроводів з тиском 1,2 МПа, що прокладаються в районах з розрахунковою температурою -300°C , використовуються сталеві труби, такі як напівстатичні та киплячі сталі марок СтЗпс та Ст5кп.

Для надземних газопроводів тиском до 1,2 МПа, що прокладаються в районах з розрахунковими температурами до -100°C , застосовують напівзагартвані сталеві труби [30, с. 34].

На території промислових і комунальних підприємств можливе використання надземного прокладання для зведення стін, дахів, колон і віадуків. Наприклад, надземне прокладання внутрішньомайданчикових (дворових) газопроводів дозволяється над опорами інженерних мереж та вздовж фасадів будівель, як показано на рисунку 3.6.

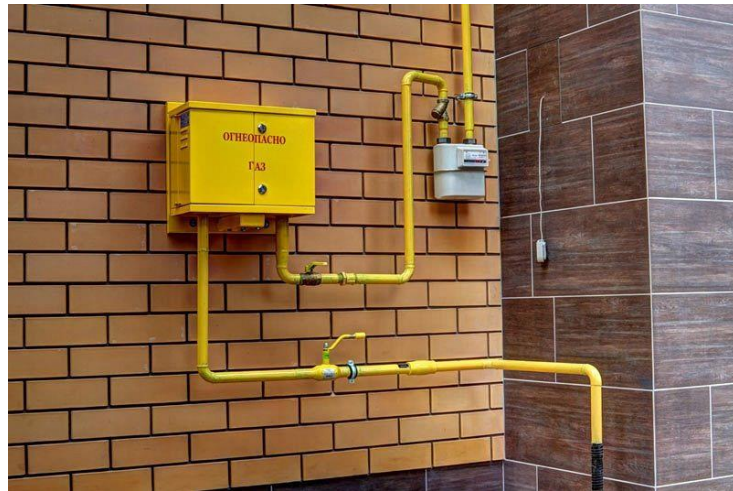


Рис. 3.6. Наземний газопровід

Допускається прокладання двох і більше газопроводів в одній траншеї, але в цьому випадку слід витримувати відстань між газопроводами в променях (не менше 0,4 м для діаметрів труб до 300 мм і не менше 0,5 м для більших діаметрів) за умови, що труби будуть легко прокладати і ремонтувати. Безшовні труби на таких ділянках повинні виходити за межі будівлі або споруди на 5 м з обох боків [31, с. 58].

При випробуванні на міцність і герметичність газопровід розбивають на окремі ділянки, розділені заглушками або фітингами, які витримують тиск, що перевищує випробувальний. Зварні з'єднання в сталевих газопроводах, зварені після випробувань, перевіряють рентгенівським контролем.

Норми випробувань для підземних і надземних зовнішніх газопроводів приймаються відповідно до таблиці 3.2. Випробування вважається витриманим, якщо падіння тиску за манометром не перевищує падіння тиску за нормою [32].

Таблиця 3.2

Норми випробування наземних та підземних газопроводів [32]

Споруди	Норми випробувань				
	На міцність		На герметичність		
	випробувальний тиск, МПа	тривалість випробувань, год.	випробувальний тиск, МПа	тривалість випробувань, год.	допустиме падіння тиску
1	2	3	4	5	6
1. ПІДЗЕМНІ ГАЗОПРОВОДИ					
Газопроводи низького тиску до 0,005 МПа	0,60	1	0,10	24,0	Визначається за формулою
Вводи низького тиску до 0,005 МПа умовним діаметром до 100 мм при їхньому роздільному будівництві з вуличними газопроводами	0,10	1	0,01	1,0	Те саме
Газопроводи середнього тиску понад 0,005 до 0,3 МПа	0,60	1	0,30	24,0	“_”

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6
Газопроводи високого тиску	0,75	1	0,60	24,0	“_”

тиску понад 0,3 до 0,6 МПа					
Газопроводи високого тиску: - понад 0,6 до 1,2 МПа - понад 0,6 до 1,6 МПа для скраплених газів	1,50 2,00	1 1	1,20 1,60	24,0 24,0	“_”
2. НАЗЕМНІ ГАЗОПРОВОДИ					
Газопроводи низького тиску до 0,005 МПа	0,30	1	0,10	0,5	
Газопроводи високого тиску: - понад 0,6 до 1,2 МПа - понад 0,6 до 1,6 МПа для скраплених газів	1,50 2,00	1 1	1,2 1,6	0,5 0,5	Те саме
Газопроводи середнього тиску понад 0,005 до 0,3 МПа	0,45	1	0,30	0,5	“_”

Закінчення таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6
Газопроводи високого тиску понад 0,3 до 0,6 МПа	0,75	1	0,6	0,5	Падіння тиску не допускається
Дворові газопроводи та вводи низького тиску до 0,005 МПа умовним діаметром до 100 мм при їхньому роздільному будівництві з вуличними газопроводами	0,10	1	0,01	0,5	0,10

Відстань від міжселищного газопроводу до підосви насипу, краю укосу виїмки або крайньої рейки нульової відмітки залізниці загальної мережі повинна бути не менше 50 м.

Для газопроводів, що прокладаються на території населених пунктів і між населеними пунктами в ущільнених умовах, допускається зменшувати цю відстань до значення, наведеного в ДБН В.2.2-12, за умови прокладання газопроводу на цій території на глибині не менше 2 м.

На ділянках з ущільненими ґрунтами її слід передбачати:

- Для сталевих газопроводів - збільшення товщини стінки труби на 2-3 мм понад розрахункове значення;

- для поліетиленових газопроводів - застосування труб з коефіцієнтом запасу міцності не менше 2,8 без зварних з'єднань, або труб, що складаються з прямих ділянок, з'єднаних терморезисторним зварюванням.

Забороняється прокладання підземних газопроводів через теплові коридори, телекомунікаційні колекторні лінії та коридори різного призначення [1].

3.3 Облаштування електрохімічного захисту підземних газопроводів і споруд на них від корозії

Основою проектування електрохімічного захисту (ЕХЗ) газопроводів від корозії є інформація про корозійну активність ґрунтів, наявність блукаючих струмів, а також характеристики існуючих або запланованих трубопроводів та споруд на них.

Корозійну активність ґрунту визначають за результатами досліджень, вимірюючи питомий електричний опір ґрунту. Для нових газопроводів ці вимірювання проводять вздовж траси з інтервалом 100–500 м. Якщо газотранспортна мережа вже діє, вимірювання виконують кожні 100–200 м на відстані 2–4 м від осі трубопроводу.

Наявність блукаючих струмів уздовж траси проєктованого газопроводу встановлюють, вимірюючи різницю потенціалів між підземними металевими спорудами в даній зоні і землею. У разі відсутності таких споруд різницю потенціалів між двома точками землі вимірюють через кожні 1000 м у двох перпендикулярних напрямках, розміщуючи електроди на відстані 100 м один від одного.

Найбільш ефективним способом активного захисту підземних сталевих трубопроводів від корозії є використання станцій катодного захисту, розташованих у зоні прокладання газопровідних мереж.

Параметри ЕХЗ визначають розрахунковим шляхом, що дозволяє встановити характеристики катодних станцій, необхідні для забезпечення захисного потенціалу на всіх підземних спорудах у зоні дії системи. Усі елементи мережі повинні бути електрично з'єднані. Основним розрахунковим параметром є середня густина захисного струму I , mA/m^2 , яка визначається як відношення

сили струму катодної станції до загальної площі поверхні підземних трубопроводів, зокрема газопроводів та споруд у зоні дії станції.

Площа поверхні кожного трубопроводу, який має технологічні з'єднання для забезпечення електричної провідності або спеціальні перемички (наприклад, електропровід, кабель чи відрізки ізолюваного металопрокату), визначається за формулою:

$$S = \pi \sum_{i=1}^n d_i \cdot l_i, \text{ м}^2,$$

де d_i - діаметр зовнішній i -ої ділянки підземного трубопроводу, м; l_i - довжина i -ої ділянки, м; n - кількість ділянок підземної мережі трубопроводів, які знаходяться в зоні дії однієї станції, шт.

Таким чином визначають площі поверхонь підземних газопроводів $S_{газ}$, водопроводів $S_{вод}$, теплопроводів $S_{теп}$, незалежно від способу прокладання (в каналах або безканалним методом). Сумарна площа поверхонь усіх трубопроводів, які електрично зв'язані між собою та утворюють єдину систему, обчислюється за формулою:

$$\sum S = S_{газ} + S_{вод} + S_{теп} \text{ м}^2 \quad (1.37)$$

У цій системі питома вага кожної з підземних мереж становить, %:

- 1) водопроводи - $b = S_{вод} / \sum S \cdot 100$;
 - 2) теплопроводи - $c = S_{теп} / \sum S \cdot 100$;
 - 3) газопроводи - $g = S_{газ} / \sum S \cdot 100$.
- (1.38)

Густина поверхні трубопроводів кожної з підземних інженерних мереж визначається як відношення площі їх поверхні до площі забудови. Для цього використовуються такі формули:

- 1) водопроводи - $e = S_{вод} / F_з$;
 - 2) теплопроводи - $f = S_{теп} / F_з$;
 - 3) газопроводи - $d = S_{газ} / F_з$.
- (1.39)

Середню густину сили струму, необхідну для захисту трубопроводів від електрохімічної корозії, можна визначати за такою емпіричною залежністю:

$$j = 30 - (99b + 128c + 33.9d + 3.33e + 0.61f + 4.96p) \cdot 10^{-3} \quad (1.40)$$

де p - величина корозійної активності ґрунту, Ом м (як правило, на території

населених пунктів знаходиться в межах ρ - 15-50 Ом м).

Якщо значення величини u , яка обчислена за формулою (1.40), не перевищує 6 мА/ м^2 , то у подальших розрахунках необхідно приймати, що $j = 6 \text{ мА/м}^2$.

Величину сили захисного струму, необхідного для забезпечення катодної поляризації підземних трубопроводів, обчислюють за такою формулою:

$$I = 1.3j \sum S, \text{ А} \quad (1.41)$$

Кількість станцій катодного захисту знаходять за умови оптимального розміщення анодних заземлювачів (в першу чергу - цікавить наявність майданчиків, зручних для встановлення анодів), присутності джерел електроживлення тощо, а також з урахуванням того, що величина сили струму однієї станції не повинна перевищувати $I_{к.с} \leq 25 \text{ А}$. Таким чином, кількість станцій катодного захисту підземних споруд і трубопроводів від електрохімічної корозії можна визначати з достатньою точністю з наступним округленням до цілого числа так:

$$N = I / 25, \text{ шт} \quad (1.42)$$

де I - сила струму, значення якої визначено згідно з формулою (1.41), А.

Для того, щоб зручно розмістити катодні станції на плані місцевості чи забудови, визначають радіус їх дії:

$$R = 60 \sqrt{\frac{I_{к.с.}}{j \cdot K}}, \text{ м}, \quad (1.43)$$

де $I_{к.с.}$ - сила струму катодної станції, А (найбільш характерні значення становлять 10, 15, 20, 25 і 30 А); K - коефіцієнт, який характеризує густину підземних споруд на території, що захищається, га:

$$K = \sum S / F_з, \text{ м}^2/\text{га}. \quad (1.44)$$

Так, якщо кола, радіуси яких відповідають радіусам дії катодних станцій (обчисленим за формулою), а центри цих кіл розташовані в зонах, де встановлені анодні заземлювачі, не покривають повністю територію, для якої проектується електрохімічний захист (ЕХЗ), то необхідно провести корекцію розрахунку.

Для цього є два основні підходи:

1. **Зміна місць розміщення катодних станцій:** Якщо поточне розташування станцій не забезпечує достатнє покриття території, можна змінити місця

установки катодних станцій або оптимізувати їхнє розташування таким чином, щоб забезпечити покриття всієї території, для якої проектується ЕХЗ. Це може включати коригування відстаней між станціями та уточнення зон їхнього впливу.

2. **Зміна значення сили струму $I_{к.с}$** : Якщо зміна місць установки не дає бажаного ефекту, можна збільшити силу струму $I_{к.с}$ для кожної станції. Це дозволить збільшити радіус дії кожної катодної станції і забезпечити більш ефективний захист на більших площах. Однак при цьому слід враховувати максимальні технічні обмеження на силу струму для станцій (зазвичай не більше 25 А).

У разі зміни будь-якого з параметрів (місця розташування станцій або сили струму) потрібно повторити розрахунки, щоб забезпечити оптимальний захист від корозії для всієї запланованої території.

Тип перетворювачів для катодних установок слід обирати згідно з даними, наведеними в додатку 19, де вказані технічні характеристики та рекомендації для вибору оптимального типу перетворювачів в залежності від таких факторів, як:

- величина сили струму в ланцюзі катодного захисту;
- максимально допустимий опір;
- період роботи катодної установки;
- матеріал анодних заземлювачів;
- кількість та геометричні розміри (довжина і діаметр) електродів.

Для вибору найбільш економічного варіанту анодного заземлення важливо враховувати ці параметри, оскільки вони безпосередньо впливають на ефективність і вартість системи захисту. Також у Таблиці 2 додатка 19 ці дані виділені сірим кольором для зручності користування.

Правильний вибір перетворювача та анодного заземлення дозволяє забезпечити необхідний рівень катодного захисту при мінімальних витратах на експлуатацію та обслуговування системи.

Проектування катодного захисту підземних газопроводів від корозії

Вихідні дані

Для розрахунку катодного захисту мережі підземних газопроводів низького тиску, розташованої на території житлового району площею $F3 = 30.5$ га. Діаметри ділянок мережі встановлено в результаті гідравлічного розрахунку. Умовно прийнято, що інші підземні інженерні мережі (водопровід, теплопроводи тощо) та споруди на території забудови відсутні. Корозійна активність ґрунту дорівнює $p = 30$ Ом м.

Визначення середньої густини сили захисного струму

Попередньо знаходять площу поверхні всіх газопроводів, що електрично зв'язані між собою. Результати розрахунку наведено у таблиці 1.

Таблиця 3.3

Діаметр, мм	57*3	76*3	89*3	108*4	133*4	159*4	273*7	426*9
Довжина, м	220	320	760	260	750	540	360	20
Площа поверхні м ²	39,38	73,76	221,39	88,17	313,22	269,60	308,60	26,75

На підставі виконаних розрахунків сумарна площа зовнішньої поверхні трубопроводів мережі становить $\sum S_{\text{газ}} = 1334,47 \text{ м}^2$

Так як на території житлового району запроектовано (умовно) лише систему газопостачання низького тиску, то середню густину сили струму визначають згідно з формулою. Значення параметрів, що входять до її складу, дорівнюють:

$$d = 1334,47 / 30,5 = 43,75 \text{ м}^2/\text{га}$$

Тоді, відповідно,

$$j = 20,1 + (33,9 \cdot 43,75 - 4,96 \cdot 30) \cdot 10^{-3} = 21,43 \text{ мА/м}^2$$

Визначення кількості катодних станцій

Величину сили захисного струму обчислюють у відповідності з формулою (1.41):

$$I = 1.3 \cdot 21,43 \cdot 1334,47 \cdot 10^{-3} = 37,18 \text{ А.}$$

Кількість катодних станцій визначають з умови, що максимальне значення сили струму захисту для однієї станції не повинно перевищувати максимальний допустимий струм для кожної станції, зазвичай це значення не повинно перевищувати 25 А, тобто $I_{к.с.} < 25 \text{ А}$. Відповідно:

$$N = \frac{I}{I_{к.с.}} = \frac{37,18}{25} = 1,49 \text{ шт.}$$

До встановлення приймають 2 станції. Сила струму в ланцюгу катодного захисту кожної з них складає $I_{к.с.} = 25 \text{ А}$.

Так як на території району відсутні інші підземні інженерні мережі, то питома густина газопроводів в зоні забудови чисельно відповідає величині параметра d . Тобто, $K = d = 43,75 \text{ м}^2/\text{га}$.

Радіус дії кожної з станцій знаходять на підставі формули (1.43):

$$R = 60 \sqrt{\frac{25}{21,43 \cdot 10^{-3} \cdot 43,75}} = 309,8 \text{ м.}$$

Таким чином, площа зони дії однієї станції катодного захисту газопроводів від електрохімічної корозії становить:

$$F_{к.с.} = \pi R^2 \cdot 10^{-4} = 30,1 \text{ га}$$

що приблизно відповідає площі зони забудови $F_3 = 30,5 \text{ га}$.

Якщо в реальних умовах на території житлової забудови, окрім газопроводів, знаходяться й інші підземні інженерні мережі (наприклад, водопровід, теплопроводи, електричні кабелі тощо), то прийняття двох станцій катодного захисту є цілком доцільним.

Ось чому:

1. Взаємодія між мережами: Підземні інженерні мережі можуть бути електрично зв'язані між собою (наприклад, через металічні з'єднання або

контакти). Це може впливати на корозійну активність в ґрунті, змінюючи вимоги до катодного захисту для кожної окремої мережі.

2. Покращення ефективності захисту: Додаткові підземні мережі допомагають рівномірно розподілити електричний струм, що надходить від катодних станцій. Це може зменшити ризик перегріву окремих ділянок трубопроводів і забезпечити більш ефективне катодне покриття всіх об'єктів.

3. Економія ресурсів: Прийняття двох станцій, замість розміщення більшої кількості станцій, дозволяє ефективно розподілити загальний струм на більше число підземних об'єктів (включаючи водопроводи, теплопроводи тощо), що також може знизити витрати на монтаж і обслуговування додаткових станцій.

4. Корозійна активність ґрунту: Наявність інших мереж на території може змінювати місцеву корозійну активність ґрунту, оскільки ці структури можуть впливати на розподіл електричних полів навколо газопроводів. Це може потребувати коригування потужності катодних станцій або їхньої кількості, але в цілому, дві станції зазвичай є достатніми для забезпечення належного захисту в таких умовах.

Таким чином, дві станції катодного захисту, враховуючи додаткові мережі і споруди, можуть забезпечити надійний захист від електрохімічної корозії для всіх підземних трубопроводів і конструкцій на території житлової забудови.

Користуючись даними, які наведено в додатку 1, для питомого електричного опору ґрунту в зоні забудови $\rho = 30 \text{ Ом м}$ і сили струму $I_{к.с.} = 25 \text{ А}$ приймають (як найбільш економічне) однорядне анодне заземлення з чотирьох чавунних труб діаметром 150 мм і довжиною 15 м. Опір розтіканню струму дорівнює $R_{А.З.} = 0,63 \text{ Ом}$.

З урахуванням опору дренажного кабелю $R_{КАБ.} = 0,1 \text{ Ом}$ вихідна напруга катодної станції становить:

$$U = I_{к.с.} (R_{А.З.} + R_{КАБ.}) = 25 \cdot (0,63 + 0,1) = 18,23 \text{ В.}$$

В якості перетворювачів катодного приймають пристрої (катодні станції) типу КСС-600 з такими характеристиками: вихідна потужність - 0,6 кВт, напруга - 24/48 В, сила струму - 25/12,5 А.

Вихідна потужність станції КСС-600 ($P=0,6$ кВт) перевищує розрахункове значення:

$$P_{\text{розр.}} = I_{\text{к.с.}} \cdot U = 25 \cdot 18,23 \cdot 10^{-3} = 0,46 \text{ кВт.}$$

Таким чином, обладнання станції катодного захисту газопроводів від корозії підібрано вірно.

3.4 Контроль, обслуговування та безпека встановлених технологічних систем газопостачання

Нижче наведено перелік видів робіт, що входять до технічного обслуговування внутрішньобудинкових систем газопостачання житлових будинків

1. Технічне обслуговування (огляд) газопроводів з перевіркою вільного доступу до газопроводів і газових приладів, стану фарбування газопроводів і кріплень, наявності футлярів у місцях прокладання через зовнішні та внутрішні конструкції будинку, герметизації міжтрубного простору футляр - газопровід та очищення від забруднень у разі потреби; ремонт - один раз на рік .

2. Перевірка наявності витоків газу в газопроводах і з'єднаннях між газовими приладами та інженерними системами поза приміщенням споживача приладовим методом або мильною емульсією, усунення виявлених витоків газу та повторна перевірка газової мережі на герметичність - 1 раз на 6 місяців (перед початком та після закінчення опалювального сезону).

3. Періодичне випробування газопроводів на щільність при тиску 500 даПа - один раз на три роки (в період відключення опалення).

4. Технічне обслуговування запірних пристроїв, встановлених на газопроводах і газових приладах (включаючи перевірку працездатності,

розбирання без демонтажу, очищення від корозії та залишків масла, змащування та притирання) - один раз на рік.

5. Чистка пальників і систем відводу продуктів згоряння газу, регулювання режимів роботи (подача води, горіння газу), перевірка параметрів роботи автоматики безпеки, дотримання робочого тиску перед газовими приладами, перевірка щільності газових комунікацій, усунення наявних витоків газу.

6. Перевірка наявності тяги в димових і вентиляційних каналах - під час технічного обслуговування газовикористовуючих приладів.

7. Перевірка роботи стаціонарних сигналізаторів загазованості, пристроїв автоматичного відключення газопостачання та їх блокування на відповідність параметрам, встановленим виробником, - відповідно до вимог та рекомендацій виробника до такого обладнання або за відсутності таких вимог, не рідше одного разу на рік [34, с. 2-3].

Прийняття в експлуатацію закінченого будівництвом обладнання системи газопостачання документально оформлюється у вигляді обов'язкового додатку 9 до СНиП 3.05.02-88, на підставі якого здійснюється пуск газу та видається власнику (замовнику) дозвіл на введення в експлуатацію.

Після завершення пусконаладжувальних робіт Національна комісія з промислової безпеки та охорони праці видає об'єкту ліцензію на експлуатацію та бере об'єкт під свій контроль. Якщо введення в експлуатацію не вимагається, акт приймальної комісії є дозволом на експлуатацію об'єкта.

Перед подачею газу на об'єкт, який отримав дозвіл Комісії, але не буде введений в експлуатацію протягом шести місяців з дати останнього випробування, перевіряється цілісність і справність газопроводів, робота засобів електрохімічного захисту, стан систем протидимного і вентиляційного захисту, газового обладнання, запірної арматури, систем вимірювання, автоматизації та сигналізації тощо. Необхідно проводити повторні випробування з метою перевірки цілісності та справності газопроводів.

Пусконалагоджувальні роботи повинні виконуватися підприємствами, які мають дозвіл та зареєстровані Державній службі з питань праці України в установленому порядку.

У період комплексного випробування відповідальний персонал повинен працювати 24 години на добу, контролювати стан технологічного обладнання, своєчасно вживати заходів щодо усунення несправностей і витоків газу та забезпечувати безпеку під час проведення пусконалагоджувальних робіт [36].

3.5 Характеристика обладнання ГРП

Більшість газорозподільних мереж, що постачають газ кінцевим споживачам, експлуатуються вже тривалий час і потребують реконструкції або заміни. В Україні налічується 63 000 газорозподільних пунктів та 140 000 побутових регуляторів тиску газу (ГРП), які знижують тиск газу та використовують спеціальні пристрої (газові фільтри) для очищення газу від дрібних сторонніх часток.

Третина обладнання ГРП морально та фізично застаріла, оскільки була встановлена понад 25 років тому, має тривалий термін експлуатації та застарілу конструкцію. Неналежний стан цих установок призводить до збільшення витоків (втрат) газу та розбалансування обсягів газу в газопостачальній мережі.

Основні аварії в газовій мережі відбуваються через вихід з ладу регуляторів тиску та іншого обладнання ГРП, а також через відсутність автоматизованих систем управління та диспетчеризації процесів газорозподілу.

Основною умовою стабільної та безпечної роботи газорозподільної системи є підтримання постійного тиску в мережі та автоматичне підтримання тиску на виході на заданому рівні, незалежно від кількості спожитого споживачем газу або коливань тиску на вході. Не менш важливою умовою є запобігання можливості підвищення або зниження тиску понад допустимі значення перед газовими приладами споживача.

Виходячи з вищезазначених проблем, можна зробити висновок, що для підвищення надійності газопостачання необхідно модернізувати обладнання ГРП та замінити його на більш сучасне. Запровадити програму обстеження існуючих об'єктів газопостачання та їх обладнання з метою запобігання витокам газу [37, с. 10-11].

Газорегуляторні пункти (установки) - це комплекси технічних споруд та обладнання, призначені для зниження тиску газу на вході до заданого рівня та підтримання постійного тиску газу на виході.

Залежно від місця розташування обладнання, газорегуляторні пункти можна розділити на кілька типів: газорегуляторні пункти шафові (ГРП) - обладнання встановлюється в шафі, виготовленій з негорючого матеріалу;

Газорегуляторні пункти та обладнання класифікуються наступним чином

Кількість виходів:

- Шафи та установки з однією електричною розеткою
- Класифікація за кількістю розеток: шафи та установки з однією розеткою; шафи та установки з двома розетками.

Класифікація за технічним методом.

- Одна лінія редукування (будинкова);
- З однією декомпресійною лінією і байпасом
- З основною і резервною декомпресійними лініями
- З двома декомпресійними лініями
- З двома лініями редукування і байпасом (двома байпасами).

При виборі шаф і обладнання основними робочими параметрами є тиск газу, що подається регулятором (тиск на вході і виході, пропускна здатність), тому зверніться до розділу «Основні принципи підбору регулятора».

Комплектація газорегуляторними пунктами та вузлами обліку витрати газу здійснюється згідно з опитувальним листом.

Основною вимогою до вибору регулятора тиску є забезпечення стабільності його роботи у всіх можливих режимах, що найлегше досягається шляхом підбору регулятора, придатного для конкретної установки. Для

тупикових газопроводів (газ відбирається в кінці газопроводу) слід використовувати статичні регулятори прямої дії. Для великих потоків газу слід використовувати регулятори непрямої дії.

В принципі, для кільцевих і розгалужених газових мереж можна використовувати будь-який тип регулятора, оскільки вони самовирівнюються, але оскільки ці мережі зазвичай мають високі розрахункові витрати, краще використовувати статичний регулятор непрямої дії (з пілотом). Такі регулятори можуть більш точно підтримувати тиск.

При підключенні до мереж високого тиску, де тиск значно коливається, може виявитися неможливим застосувати одноступеневе зниження тиску, враховуючи практичну конструкцію регулятора.

У цьому випадку слід вибрати двоступеневий регулятор тиску або використовувати двоступеневе зниження тиску, де регулятор першого ступеня знижує тиск до проміжного значення, а регулятор другого ступеня знижує тиск до необхідного значення з високою точністю. Найпоширенішими типами регуляторів тиску в системах газопостачання є (за типом навантаження)

- 1) Регулятори прямої дії з пружинним та важільним навантаженням.
- 2) Регулятори непрямої дії з командним пристроєм (пілотом).

Принципова схема регулятора першої групи наведена на рис. 3.8.

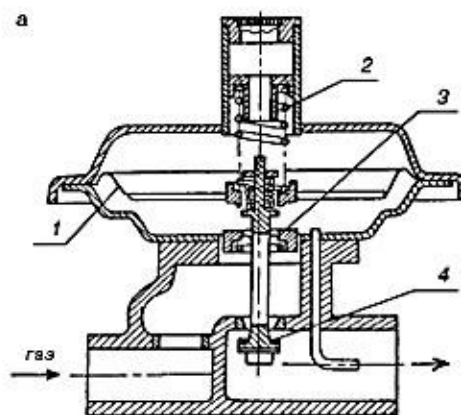


Рис. 3.8. Регулятор з одинсідельним клапаном і розвантажувальною мембраною

До таких регуляторів відносяться РДГД-20 і РДСК-50, в яких зусилля від мембрани передається безпосередньо на клапан на штоку, який закріплений в центрі мембрани.

Друга група - автоматичні регулятори, такі як РД-32М, РД-50М та РДНК-400 (рис. 3.9). Ці регулятори характеризуються наявністю системи важелів для передачі зусилля від керуючої діафрагми до регулюючого клапана.

Сила вхідного тиску на регулюючий клапан зменшується за рахунок різної довжини плеча кривошипа. У той же час, сила впливу мембрани на клапан збільшується, забезпечуючи більш високе зусилля ущільнення клапана; для РД-32М співвідношення довжини плечей важеля становить 6.

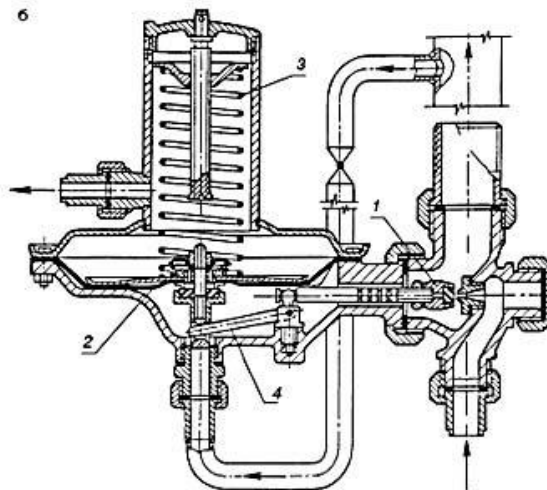


Рис. 3.9. Регулятор з передачею важеля

Коли витрата газу через регулятор зменшується, а тиск на вході регулятора збільшується, часто виникає стійке і раптове коливання тиску на виході, так зване «коливання».

У першому випадку клапан регулятора розташований низько від сідла і навіть невеликі рухи клапана призводять до помітних змін витрати. У другому випадку підвищений вхідний тиск притискає клапан до сідла, що призводить до коливань клапана [38].

3.6 Характеристика ВОГ, лічильників та приладів для вимірювання газу

Газовимірювальні станції (ГВС) - це пункти контролю за газом, що використовується споживачами на виробничих об'єктах, заводах, в житлових будинках, офісних центрах, сільських ресторанах і т.д.

Основним завданням газового вузла обліку є визначення кількості використаного газу для подальшого розрахунку з постачальником. Основна мета - забезпечити достовірний облік та узгодження результатів вимірювання газу між постачальником та споживачем.

Вузол обліку газу являє собою металеву коробку з входом і виходом, в якій компактно встановлено необхідне обладнання (фільтр, лічильник газу, компенсатор і обчислювач), в залежності від проекту. Блоки мають дверцята з одного або двох боків, залежно від умов використання.

Коробка пофарбована в синій або жовтий колір і має маркування «Горючий газ». Газові лічильники монтуються безпосередньо на стіні в місці експлуатації. У багатьох випадках вузол обліку огорожений, розміщений під навісом, встановлений на спеціальній платформі в точці газопостачання і доступний для огляду безпосередньо на місці.

Встановлення комерційного лічильника газу є дуже важливим кроком перед початком споживання газу. Якість його роботи залежить від того, наскільки правильно спроектовано та підібрано все обладнання.

Комерційний контроль та облік газу здійснюється відповідно до нормативно-правових актів та документів, що мають статус правових норм, які регулюють відносини між постачальником та покупцем.

Вузли обліку газу також використовуються для автономного управління в межах однієї компанії з метою розподілу витрат між секторами [39].

У таблиці 3.3 наведено характеристики побутових та комерційних/промислових вузлів обліку газу.

Характеристика побутових та комерційних/промислових ВОГ

Вид ВОГ	Складові	Споживання газу, м ³ / год
Побутові	Лічильник + регулятор + фільтр в одному ящику	1-50
Комерційні та промислові	Лічильник + коректор + фільтр в одному ящику	1-1600

Побутові лічильники газу широко використовуються як у приватному, так і в комунальному секторі. Побутовий лічильник газу - це компактна коробочка, що містить лічильник газу та регулятор тиску газу. Коробочка має оглядове вікно, через яке можна знімати показання лічильника. Коробочка закривається на замок, її зовнішній вигляд показано на рисунку 3.10 [40].



Рис. 3.10. Зовнішній вигляд побутового ВОГ

Сьогодні до витратомірів та лічильників, що використовуються для обліку природного газу, висувається багато вимог. Найважливішими з них є підтримка високої точності вимірювання в широкому діапазоні витрат та забезпечення необхідної надійності засобів вимірювальної техніки.

Відповідно до Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність», промислові лічильники газу та витратоміри підлягають державному метрологічному нагляду та періодичній повірці. Це відносно дорогавартісна

операція, оскільки передбачає демонтаж лічильника, доставку його до місця повірки, саму повірку та монтаж на газопровід після повірки.

Система розраховує відносну похибку між приведеними до стандартних умов значеннями витрати газу, розрахованими за показаннями вузла обліку та контрольного лічильника, а також виводить на багатofункціональний дисплей і ПК виміряну температуру і абсолютний тиск природного газу, витрату і результати розрахунків.

Система експрес-контролю ЕК-Б призначена для оперативного контролю вузлів обліку природного газу на базі ротаційних, ультразвукових, вихрових і турбінних лічильників газу. ЕК-Б підключається послідовно до працюючого вузла обліку, регулярно контролює його роботу і за результатами досліджень видає інформацію про технічний стан вузла обліку. За результатами досліджень можна приймати об'єктивні рішення про технічний стан і необхідність регулярного технічного обслуговування, налагодження, калібрування та спеціальної повірки засобів вимірювальної техніки, що входять до складу вузла обліку газу [41, с. 66-70].

У таблиці 3.4 представимо характеристики ультразвукових лічильників «КУРС» та ГУВР [42, с. 32].

Таблиця 3.4

Характеристики ультразвукових лічильників

Ультразвуковий лічильник	Q_{min}, м³/год	Q_t, м³/год	Q_{max}, м³/год
«КУРС»	4	32,5	650
ГУВР	7	80	1600

Встановлення приладів обліку природного газу в домогосподарствах регулюється

1. Законом України «Про забезпечення комерційного обліку природного газу».

2. 16 травня 2002 року Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Тимчасових правил про порядок проведення розрахунків за надання населенню послуг з газопостачання у разі використання загальнобудинкових засобів обліку природного газу», № 620 [43, п. 2-3].

Для обліку газу широко використовуються мембранні лічильники. Лічильник складається з трьох основних компонентів: вимірювального механізму, відлікового пристрою (суматора) та корпусу.

Вимірювальний механізм складається з двох герметичних камер, виготовлених зі стійкого до природного газу пластику, внутрішній об'єм яких розділений на дві частини газонепроникною синтетичною мембраною. Центр кожної мембрани через систему важелів з'єднаний з клапаном розподільної системи і валом лічильного пристрою.

Вимірювальний механізм розміщений у міцному сталевому газонепроникному корпусі, вихідний отвір якого герметично з'єднаний з вихідним штуцером лічильника.

Корпус лічильника виготовлений з пресованого оцинкованого сталевого листа з обох боків і додатково покритий зовні порошковою фарбою. Корпус складається з двох частин, які з'єднуються між собою або за допомогою розвальцьовування спідниці верхнього корпусу, або за допомогою спеціальних з'єднувальних ременів [44, с. 11-12].

Зовнішній вигляд мембранного лічильника показано на рис. 3.11.



Рис. 3.11. Мембранний лічильник газу

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ РОБОТІ З СИСТЕМАМИ ГАЗОПОСТАЧАННЯ

4.1 Загальні вимоги безпеки при роботі з газом, засоби індивідуального захисту для роботи та у разі виникнення аварійних ситуацій

4.2 Порядок проведення технічного обслуговування, план дій у разі виникнення аварійних ситуацій

4.3 Аналіз небезпеки при будівництві, експлуатації та відновленні газопостачання на деокупованих територіях в післявоєнний період

Розділ розглядається в кваліфікаційній роботі здобувача Андріянова В.А. як спеціальна частина комплексної кваліфікаційної роботи з однією темою

РОЗДІЛ 5. АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

5.1 Оптимізація газопостачання: методи, планування, реалізація

Для побудови оптимізаційної моделі необхідна інформація про вартість зберігання природного газу в газосховищах, яка за даними 2018 року складається з трьох складових. Закачування природного газу в газосховище (64 грн за 1000 м³), відбір природного газу (67,1 грн за 1000 м³) та зберігання природного газу (0,172 грн за 1000 м³/добу). Загальна вартість зберігання 1000 м³ природного газу протягом шести місяців становить за курсом станом на вересень 2018 року 162,5 грн при курсі 28,25 грн/1 долар США, або 5,75 доларів США [45, с. 7].

Перша модель призначена для оптимізації загальних транспортних витрат в Україні, враховуючи попит у кожному районі споживання, відстань між постачальниками та споживачами, єдину ціну на транспортування та однакову ціну на природний газ для всіх постачальників. Слід зазначити, що диверсифікація структури закупівель природного газу (зосередження на кількох постачальниках) може призвести до значного скорочення загальних транспортних витрат, які в реальності можуть становити від 5,5% до 10% від загальних витрат на закупівлю та розподіл природного газу в Україні.

Друга модель полягає в оптимізації загальних витрат на закупівлю та розподіл природного газу між усіма регіонами-споживачами в Україні. Таким чином, можна стверджувати, що у випадку приблизно рівних цін на світовому ринку Україна може бути повністю незалежною за ціною від будь-якого постачальника природного газу та повністю диверсифікувати структуру закупівель природного газу, гарантуючи зниження загальних транспортних витрат на розподіл природного газу між усіма регіонами України [46, с. 93].

5.2 Автоматизація технологічних процесів спалювання газу та палив

Впровадження сучасних технологій автоматизації, підвищення ефективності їх використання можливе лише за умови участі висококваліфікованого персоналу, що експлуатує АСУ, який володіє технічними основами автоматизації, у розробці та проектуванні АСУ в різних галузях промисловості [47, с. 5].

Автоматизація технологічних процесів – це етап комплексної механізації, що характеризується звільненням людини від безпосереднього виконання функцій управління технологічним процесом і передачею цих функцій автоматичним пристроям.

При автоматизації технологічних процесів отримання, перетворення, передача і використання енергії, матеріалів та інформації здійснюються автоматично за допомогою спеціальних технічних засобів і систем управління.

Фахівці з автоматизації виробництва повинні досконало знати технологію виробництва, його організацію, економіку та складність планування. Вони повинні добре розбиратися в механічних, електричних, гідравлічних і пневматичних засобах автоматизації, особливо в комплексній механізації, електрифікації та автоматизації технологічних процесів.

Фахівець повинен вміти науково обґрунтовувати рішення поточних і перспективних технічних, технологічних, організаційних та економічних проблем автоматизації з метою підвищення ефективності виробництва.

Автоматизація виробництва підвищує надійність обладнання, продовжує термін його служби, полегшує і покращує умови праці, підвищує безпеку праці, робить її більш престижною, скорочує плинність кадрів, економить витрати на оплату праці, збільшує кількість і покращує якість продукції, прискорює процес стирання відмінностей між розумовою і фізичною працею, промисловою і сільськогосподарською працею прискорює процес стирання відмінностей [48, с. 3-4].

Залежно від виду розрізняють просту та комбіновану автоматизацію. Встановлено десять ступенів використання автоматизації виробничих процесів (від окремих операцій до організації технології на рівні цілої галузі). Прийняті умовні позначення рівнів автоматизації:

- 1 - Окрема технологічна задача;
- 2 - Повний технологічний процес;
- 3 - Система технологічних процесів, що виконуються на виробничій дільниці;
- 4 - Система технологічних процесів на робочому місці; і
- 5 - Технічно однорідна система технічних процесів на робочому місці;
- 6 - Система технічних процесів у межах підприємства;
- 7 - Системи технічних процесів у межах виробничих підприємств науково-виробничих об'єднань;
- 8 - В межах окремих об'єднань;
- 9 - В межах однієї галузі промисловості;
- 10 - Система технічних процесів, що реалізується на рівні ряду галузей промисловості країни [56, с. 25-26].

Схема автоматизації («стара» назва - функціональна схема автоматизації, зокрема її скорочений варіант ФАС) є основним технічним документом, що визначає функціонально-блокову структуру окремих вузлів автоматичного управління, керованих Контроль і регулювання технологічних процесів та обладнання здійснюється за допомогою приладів і засобів автоматизації, зокрема телемеханіки та обчислювальної техніки.

Об'єктом керування в системі автоматизації технологічного процесу є сукупність основного і допоміжного обладнання та вбудованих в них блокувальних і регулювальних пристроїв, а також енергетичних, сировинних та інших матеріалів, визначених технічними умовами технології [49, с. 158].

Процес спалювання палива повинен здійснюватися з максимальною ефективністю, а втрати теплоти при передачі до поверхні нагріву повинні бути мінімальними. Ефективність процесу горіння в топці котельного агрегату

досягається відповідністю між витратою палива і витратою повітря, підтриманням надлишку повітря (вміст O₂, %) в топці за пароперегрівачем і підтриманням стабільності полум'я.

З ускладненням технічних процесів і виробничих потужностей виникає необхідність побудови децентралізованих ієрархічних систем (DHS) та їх наскрізного програмування. Одним із прикладів є система SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition - диспетчерський контроль і збір даних), яка призначена для проектування та експлуатації розподілених систем автоматичного управління.

Судячи з назви, SCADA-система призначена для диспетчерського управління та збору даних. SCADA-система TRACE MODE 6 була розроблена російським виробником Ad Astra Research Group, LTD, і постійно вдосконалюється. Останнім продуктом на даний момент є п'ятий реліз версії TRACE MODE 6, який включає в себе систему автоматичного управління технологічними процесами і набір програмних засобів для створення систем автоматичного управління.

SCADA-система TRACE MODE включає в себе інструменти для операторських інтерфейсів (SCADA/HMI), програмування контролерів (Softlogic), управління основними засобами (EAM), управління людськими ресурсами (HRM) і управління виробничими процесами (MES).

Всі програми, що входять до складу TRACE MODE, поділяються на дві групи: інструментальні системи розробки та виконавчі модулі. Інструментальна система розробки - це інтегроване середовище розробки (IDE); IC - це єдина програмна оболонка, що містить всі інструменти, необхідні для розробки проекту. Всі змінні проекту зберігаються в єдиній базі даних проекту, будь то контролери, операторські станції, технічне обслуговування або управління виробництвом.

Єдина база даних проекту усуває надлишкову задачу створення, підтримки і взаємозв'язку майже ідентичних баз даних змінних контролерів і ПК, що було характерно для систем попереднього покоління [50, с. 91, 96].

5.3 Методи та прилади для автоматизації вимірювання та регулювання технологічних процесів

Прилади та засоби автоматизації, що виконують складні функції, такі як контроль, регулювання та сигналізація, і виконані у вигляді окремих блоків, у спрощеному вигляді відтворюються на зображенні в одному стані. При цьому первинні вимірювальні перетворювачі і всі допоміжні пристрої не зображуються.

При методі розширеної конфігурації кожен прилад або блок в єдиному вимірювальному, регулюючому і керуючому комплексі засобів автоматизації показується окремим умовним зображенням.

Умовні позначення приладів і засобів автоматизації, що застосовуються на схемах, можуть бути графічними, літерними і цифровими. У верхній частині графічного зображення наносять текстове позначення вимірюваної величини і функціональні характеристики пристрою, що визначають його призначення. У нижній частині графічного зображення наносять цифрове (позиційне) позначення приладу або засобу автоматизації.

При побудові зображення комплекту засобів автоматизації перша буква найменування кожного приладу або пристрою (за винятком пристроїв ручного керування), що входять до складу комплекту, є найменуванням величини, яка вимірюється комплектом [51, с. 4].

Автоматизовані системи контролю можуть зменшити трудовитрати та витрати, одночасно збільшуючи прибуток. Наприклад, якщо підтримувати товщину в межах нижньої межі допуску на прокатному стані, можна значно зменшити споживання металу [52, с. 7].

У таблиці 5.1 показано, як можна автоматизувати вимірювання технічних процесів.

Таблиця 5.1

Методи автоматизації вимірювання технологічних процесів [53-54]

№ з/п	Метод	Опис
1	2	3
1	Сенсорні технології	Вимірювальні датчики: використовують різноманітні датчики (температури, тиску, витрати, рівня) для автоматичного збору даних. Аналогові та цифрові датчики: забезпечують точні вимірювання і можуть бути підключені до систем автоматизації
2	Програмовані логічні контролери (PLC)	PLC використовуються для обробки сигналів від датчиків і керування виконавчими механізмами; PLC забезпечують автоматичне вимірювання та керування технологічними параметрами
3	Системи керування на базі SCADA	SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition): забезпечує моніторинг і контроль технічних процесів у реальному часі. Дані збираються з датчиків, обробляються і відображаються у вигляді графіків і діаграм
4	Дистанційне вимірювання	Використання таких технологій, як бездротові датчики для вимірювання параметрів у важкодоступних або небезпечних місцях. Сюди входять радіочастотні технології та IoT-пристрої
5	Автоматизовані системи збору даних (DAS)	Системи, які автоматично збирають, обробляють і зберігають дані з різних джерел. Використовуються для моніторингу, аналізу та звітності
6	Комп'ютеризовані системи обробки даних	Використання програмного забезпечення для аналізу зібраних даних і створення звітів. Може включати статистичні методи контролю якості
7	Вимірювальні системи на базі штучного інтелекту	Використовуйте алгоритми машинного навчання для обробки даних і прогнозування поведінки технічних процесів. Підвищення точності вимірювань та оптимізація процесів

Закінчення таблиці 5.1

1	2	3
8	Калібрування та верифікація	Автоматизовані системи, що забезпечують регулярне калібрування для підтримки точності вимірювального обладнання
9	Мобільні технології	Використання мобільних додатків для моніторингу технічних процесів в режимі реального часу, з можливістю управління системою з віддаленого місця

Централізація вхідних і вихідних сигналів вимірювальних приладів відкриває великі перспективи для використання комп'ютерних технологій. Без неї це просто неможливо. Створення уніфікованого засобу вимірювальної техніки здійснюється в рамках Державної системи приладів і автоматики (ГСІ), яка являє собою унормовану сукупність уніфікованих блоків, приладів і вузлів, що складаються з мінімальної кількості модулів і є основою для будь-яких пристроїв, що входять до неї.

Застосування принципів блочно-модульного проектування стосується не тільки різних функціональних блоків, проміжних перетворювачів і вторинних пристроїв, але і створення СВУ.

Це пов'язано з тим, що численні технологічні параметри, такі як тиск, витрата, густина, в'язкість, температура і рівень, можуть бути легко і точно перетворені в силу або лінійне (кутове) переміщення. Для перетворення параметрів процесу в силу або лінійне (кутове) переміщення були розроблені методи і вимірювальні прилади.

Перетворювачі, засновані на принципі компенсації зусилля, перетворюють зусилля в уніфікований пневматичний або електричний сигнал. Широко застосовуються також перетворювачі, які перетворюють силу в пневматичні сигнали, такі як перетворювачі сила-тиск і перетворювачі сила-струм, в яких сила перетворюється в уніфікований сигнал постійного струму. Ці перетворювачі іноді називають пневматичними та електричними перетворювачами сили відповідно [57, с. 42].

Працюючи у більш ніж 100 країнах світу, компанія Honeywell є провідним постачальником найсучасніших технологій у сфері автоматизації.

Технології, які пропонує Honeywell, допомагають підвищити продуктивність, заощадити енергію та підвищити безпеку. Особливістю систем Honeywell є можливість розширення виробничих потужностей завдяки використанню найсучаснішого обладнання, починаючи від рівня датчиків і закінчуючи управлінням виробництвом та оптимізацією в масштабах всього підприємства.

Yokogawa Electric (Японія) - один зі світових лідерів у галузі промислової автоматизації. Yokogawa Electric - інжинірингова компанія, що працює в галузі вимірювальної техніки та промислової автоматизації, яка розробила першу систему управління розподілом електроенергії (DCS CENTUM) в 1975 році.

Siemens Industrial Automation GmbH (Німеччина) - постачальник засобів автоматизації, систем та рішень для промисловості та інфраструктури, зокрема різноманітних ПЛК, систем розподілу вводу/виводу SIMATIC, програмованої логіки SIMATIC S7. Асортимент продукції включає системи промислової автоматизації (AS Industrial Automation Systems), такі як контролери, SIMATIC WinCC, SIMATIC WinCC flexible і ProTool HMI додатки; системи DCS SIMATIC PCS 7 (включаючи спеціальні BRAUMAT і CEMAT), APACS+, QUADLOG, Teleperm, системи MES і LIMS, датчики і комунікації, польові прилади, аналітичні прилади (SC Sensors & Communications) - витрата, тиск, рівень, температура та інші технологічних параметрів, рідинні та газові аналізатори, хроматографи, мас-спектрометри; обладнання для водопідготовки та очищення води (WT Water Technologies), мережеві рішення бренду SIMATIC NET тощо.

АТ «Констар» (Харків, Україна) спеціалізується на розробці та виробництві програмованих контролерів (ПЛК, ПЛК), систем автоматизації, телемеханіки та управління технологічними процесами. Продукція АТ «Констар» (апаратне та програмне забезпечення) базується на об'єкті управління. програмно-апаратного моделювання та проходять повний цикл налагодження і всебічного тестування на власних випробувальних полігонах [55, с. 255-282].

РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНІ ПАРАМЕТРИ ГАЗОПОСТАЧАННЯ

6.1 Економічні параметри газопостачання ГРС Петрівка

6.2 Головні технологічні показники систем газопостачання

*Розділ розглядається в кваліфікаційній роботі здобувача Андріянова В.А.
як спеціальна частина комплексної кваліфікаційної роботи з однією темою*

РОЗДІЛ 7. ОРГАНІЗАЦІЯ МОНТАЖУ ТА ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ ГАЗОПОСТАЧАННЯ

7.1 Планування та організація будівельно-монтажних робіт систем газопостачання на деокупованих територіях Запорізької області в післявоєнний період

Планування та організація будівельно-монтажних робіт з відновлення системи газопостачання в деокупованій Запорізькій області після війни є важливим етапом у відновленні критичної інфраструктури. Через масові руйнування, спричинені бойовими діями, відновлення газопостачання вимагає ретельного стратегічного підходу, що включає комплексну оцінку пошкоджень, планування будівельних робіт, забезпечення матеріально-технічними ресурсами та вирішення соціально-економічних проблем.

Першим завданням є проведення детального обстеження інфраструктури газопостачання на деокупованих територіях. Цей процес дозволить оцінити ступінь пошкодження газопроводів, компресорних станцій, розподільчих мереж, газорегуляторних пунктів та інших критично важливих елементів системи. Під час бойових дій інфраструктура може зазнати значних пошкоджень, включаючи розриви трубопроводів, вихід з ладу обладнання та потенційні витoki газу, які можуть становити загрозу для населення.

На основі розслідування розробляється план відновлення, який охоплює пріоритети відновлення безпеки системи, запобігання інцидентам та забезпечення мінімального газопостачання до критично важливих об'єктів.

Цей етап включає розробку короткострокових та довгострокових планів відновлення, визначення пріоритетів та виявлення ділянок для швидкого відновлення газопостачання.

Основними напрямками робіт є відновлення пошкоджених газопроводів, модернізація пунктів газопостачання та забезпечення безпеки системи.

Для планування будівельно-монтажних робіт необхідна значна технічна підготовка. Перш за все, необхідно забезпечити доступ до спеціальної техніки та обладнання, що використовується при відновленні системи газопостачання.

Це важка землерийна техніка, землерийне обладнання для заміни трубопроводів, зварювальне обладнання для з'єднання трубопроводів, спеціальне обладнання для перевірки трубопроводів на герметичність тощо.

Організація будівельно-монтажних робіт також вимагає залучення кваліфікованих фахівців, таких як інженери, монтажники, газозварювальники та техніки з досвідом роботи в галузі газопостачання.

У післявоєнний період необхідно забезпечити підготовку нових кадрів та залучення фахівців з інших регіонів, оскільки це може бути ускладнено переміщенням населення та нестачею фахівців через наслідки бойових дій [58].

Важливою частиною цього процесу є забезпечення безперервної логістики та постачання будівельних матеріалів. Відновлення газопостачання потребує великої кількості труб, фітінгів, з'єднувачів та інших матеріалів, необхідних для відновлення розподільчої мережі.

У пост-окупаційних районах логістика може бути ускладнена зруйнованою транспортною інфраструктурою, і необхідно враховувати потенційну можливість затримок у постачанні матеріалів.

Ключовим завданням є налагодження ланцюга постачання будівельних матеріалів, який забезпечить швидку доступність усіх ресурсів, необхідних для будівельно-монтажних робіт.

Важливим аспектом є пошук надійних постачальників, здатних забезпечити високу якість матеріалів, а також вирішення логістичних питань, включаючи потенційні затримки через пошкодження інфраструктури.

Особливу увагу необхідно приділяти безпеці під час планування та виконання будівельних робіт.

У багатьох післявоєнних районах можуть бути поховані наземні міни та боєприпаси, що не вибухнули, створюючи додаткову загрозу для будівельних

бригад. Тому слід залучити групу розмінування для очищення території перед початком будівельно-монтажних робіт.

Крім того, важливо дотримуватися всіх правил безпеки при роботі з газовими мережами, оскільки потенційні витіки газу можуть призвести до нещасних випадків.

Системи безпеки також повинні включати постійний моніторинг трубопроводів та обладнання, особливо там, де існує високий ризик пошкодження або нещасних випадків. Для цього використовуються найсучасніші технології, що дозволяють здійснювати моніторинг системи в режимі реального часу, виявляти витіки газу та швидко реагувати на можливі проблеми.

Системи газопостачання відіграють ключову роль у відновленні соціальної та економічної інфраструктури на неокупованих територіях. Відновлення газопостачання забезпечує тепло та енергію для будинків, лікарень, шкіл, підприємств та інших життєво важливих об'єктів. Це сприятиме поверненню населення на неокуповані території та відновленню нормального життя і економічної діяльності.

Газопостачання є важливим фактором відновлення промислового потенціалу регіону. Багато підприємств, які використовують природний газ як основне джерело енергії, можуть відновити свою роботу, як тільки буде забезпечено стабільне постачання. Це створить робочі місця та сприятиме економічному відновленню регіону.

Відновлення системи газопостачання потребує значного фінансування. Після закінчення війни державні програми та міжнародна фінансова допомога відіграли важливу роль у підтримці відновлення інфраструктури.

Крім того, варто розглянути можливість залучення приватних інвестицій у проекти з відновлення газової інфраструктури, що прискорить відновлення та модернізацію системи. Використання сучасних технологій та матеріалів дозволить не лише відновити пошкоджені системи, але й підвищити їх надійність та ефективність у майбутньому.

Планування та організація будівельно-монтажних робіт у деокупованій Запорізькій області є важливим кроком у процесі відновлення регіону після бойових дій.

Цей процес вимагає ретельної оцінки пошкоджень, комплексного підходу до планування відновлювальних робіт, залучення кваліфікованих експертів та забезпечення логістичних і матеріально-технічних ресурсів. Безпека під час проведення робіт має бути пріоритетом, оскільки досі існують ризики, пов'язані з наслідками війни.

Важливо також врахувати економічні аспекти відновлення, забезпечивши раціональне використання фінансових ресурсів та впровадження сучасних технологій для підвищення ефективності системи газопостачання. Відновлення газової інфраструктури сприятиме відновленню економічної діяльності, поверненню населення та забезпеченню нормальних умов життя на деокупованих територіях [55-62].

Перед введенням в експлуатацію системи газопостачання необхідно перевірити міцність і щільність газопроводу. Під час введення в експлуатацію (перед подачею газу) обладнання та газопроводи повинні бути піддані контрольованим випробуванням під тиском [71].

Газопостачання (розподіл природного газу) споживачу (постачальнику природного газу) припиняється на два робочих дні у міських поселеннях після письмового звернення споживача (постачальника природного газу) про відновлення газопостачання (розподілу природного газу), усунення порушення (за наявності) та відшкодування оператору ГРМ витрат, пов'язаних з припиненням та відновленням газопостачання (розподілу природного газу), а також на п'ять календарних днів у сільській місцевості оператор газорозподільної системи («ГРМ») відновить газопостачання у міських поселеннях та протягом п'яти календарних днів у сільській місцевості.

Кожен споживач повинен мати договір з постачальником природного газу, інакше постачальник природного газу буде змушений відмовити у відновленні газопостачання [3, с. 91].

Мета та задачі оптимізації системи газопостачання - це врахування можливості зменшення експлуатаційних, матеріальних витрат та технологічних витрат, при експлуатації діючих мереж, шляхом:

- вибору сучасних матеріалів, обладнання та пристроїв, що відповідають технічній політиці Товариства;
- вибору більш оптимальної кількості та категорії тиску системи газопостачання, напрямку трасування та способу прокладання мереж з можливістю вільного доступу до об'єктів системи газопостачання;
- вибору більш оптимального місця розташування та оптимальної кількості ШГРП;
- застосування оптимальних діаметрів газопроводів.

Повна модернізація системи газопостачання розраховується для всіх мереж в зоні дії ГРС, розробляється не менше 2-х різних варіантів. По кожному варіанту розраховуються та порівнюються техніко-економічні показники, визначається оптимальне рішення. Вибраний варіант проекту розділяється на 2 послідовні етапи реалізації:

Етап 1:

- реконструкція ШГРП;
- будівництво ВОГ;
- заміна побутових лічильників газу.

Етап 2:

- оптимізація системи газопостачання (будівництво/демонтаж/заміна ШГРП, будівництво/демонтаж/кільцювання газопроводів, зміна класу газопроводів);
- заміна сталевих газопроводів на поліетиленові;
- демонтаж УКЗ.

Для 100% охоплення обліком газу виникає потреба встановлення 2 ВОГ:

1) Секціонуючий ВОГ-Ш-Ф-1Л-80 FLOWSIK500 (лічильник газовий ультразвуковий FLOWSIC500 G100 DN80, Флоутек 2-3-6/Pmax(абс) 0,7/ПТ-1-Д-04-2-6-Г, L- 60mm, D-6mm, M12*1,5). Зона охоплення: с. Новопетрівка + 6

споживачів с. Старопетрівка (від ШГРП-22). Місце встановлення: в районі ШГРП-22, с. Старопетрівка;

2) Секціонуючий ВОГ-Ш-Ф-1Л-50 FLOWSIK500 (лічильник газовий ультразвуковий FLOWSIC500 G65 DN50 , Флоутек 2-3-6/Pmax(абс) 0,7/ПТ-1-Д-04-2-6-Г, L- 60mm, D-6mm, M12*1,5). Зона охоплення: с. Старопетрівка (за виключенням 6 споживачів с. Старопетрівка (від ШГРП-22)).

Схема секціювання системи газопостачання ГРС Петрівка (варіант 1) представлена у додатку В.7.

Проаналізувавши існуючу систему газопостачання с. Новопетрівка, з'ясовано наступне:

- 1) Існуюче трасування газопроводів від ГРС до населених пунктів оптимальне;
- 2) Перспектива розвитку населених пунктів наразі відсутня;
- 3) Наявність значної кількості сталевих газопроводів призводить до завищених ВТВ;
- 4) Сталеві газопроводи періодично потребують витрат на відновлення ізоляційного покриття;
- 5) Сталеві газопроводи потребують електрозахисту та витрат на його обслуговування, ремонти, електроенергію;
- 6) Проаналізувавши гідравлічні розрахунки, з'ясовано, що діаметри газопроводів завищені;
- 7) При заміні сталевих газопроводів (зі зменшенням діаметрів) на поліетиленові з'являється можливість виведення з експлуатації 1 УКЗ.

Варіант 1 модернізації с. Новопетрівка реалізується в 2 етапи:

Етап 1:

- заміна 7 ШГРП;
- заміна 312 ПЛГ з 716 од.;
- встановлення дублюючого ВОГ

Етап 2:

- заміна сталевих трубопроводів на поліетиленові оптимального

діаметру - 25,883 км;

- демонтаж 1 УКЗ.

Схема модернізації с. Новопетрівка - варіант 1, представлено у додатку В.8.

Також, у додатку В.9, представлена схема гідравлічного розрахунку модернізації с. Новопетрівка – варіант 1.

Варіант 2 модернізації с. Новопетрівка реалізується в 2 етапи:

1) Етап 1:

- заміна 1 ШГРП;
- заміна 312 ПЛГ з 716 од.;
- встановлення дублюючого ВОГ

2) Етап 2:

- заміна сталевих трубопроводів на поліетиленові оптимального діаметру -25,883 км;

- демонтування - 2,344 км газопроводів;
- будівництво - 1,915 км газопроводів;
- будівництво 1 ШГРП;
- демонтування 8 ШГРП;
- заміна 2 ШГРП на більш потужні;
- демонтаж 1 УКЗ.

Схема модернізації с. Новопетрівка - варіант 2 представлена у додатку В.10.

Крім того, схема гідравлічного розрахунку модернізації с. Новопетрівка – варіант 2 наведено у додатку В.11.

Проаналізувавши існуючу систему газопостачання с. Новопетрівка, з'ясовано наступне:

- 1) Існуюче трасування газопроводів від ГРС до населених пунктів оптимальне;
- 2) Перспектива розвитку населених пунктів наразі відсутня;
- 3) Наявність значної кількості сталевих газопроводів призводить до завищених ВТВ;

- 4) Сталеві газопроводи періодично потребують витрат на відновлення ізоляційного покриття;
- 5) Сталеві газопроводи потребують електрозахисту та витрат на його обслуговування, ремонти, електроенергію;
- 6) Проаналізувавши гідравлічні розрахунки, з'ясовано, що діаметри газопроводів завищені;
- 7) При заміні сталевих газопроводів (зі зменшенням діаметрів) на поліетиленові з'являється можливість виведення з експлуатації 3 УКЗ.

Варіант 1 модернізації с. Старопетрівка реалізується в 2 етапи:

- 1) Етап 1:
 - заміна 4 ШГРП;
 - заміна 142 ПЛГ з 338 од.;
 - встановлення дублюючого ВОГ;
 - заміна 1 УКЗ.
- 2) Етап 2:
 - заміна сталевих трубопроводів на поліетиленові оптимального діаметру - 22,654 км;
 - демонтаж 3 УКЗ.

Схема модернізації с. Старопетрівка - варіант 1 представлена у додатку В.12.

Схема гідравлічного розрахунку модернізації с. Старопетрівка – варіант 1 наведена у додатку В.13.

Варіант 2 модернізації с. Старопетрівка реалізується в 2 етапи:

- 1) Етап 1:
 - заміна 1 ШГРП;
 - заміна 142 ПЛГ з 338 од.;
 - встановлення дублюючого ВОГ;
- 2) Етап 2:
 - заміна сталевих трубопроводів на поліетиленові оптимального діаметру - 22,654 км;

- демонтування - 1,282 км газопроводів;
- будівництво - 0,403 км газопроводів;
- зміна класу з Г2 на Г1 – 0,877 м;
- будівництво 1 ШГРП;
- демонтування 4 ШГРП;
- заміна 2 ШГРП;
- демонтаж 3 УКЗ.

Схема модернізації с. Старопетрівка - варіант 2 представлена у додатку В.14.

Схема гідравлічного розрахунку модернізації с. Старопетрівка – варіант 2 наведена у додатку В.15.

7.2 Обґрунтування вибору механізмів та спорядження для виконання будівельно-монтажних робіт на деокупованих територіях Запорізької області в післявоєнний період

Україна прагне подолати кризові явища, у тому числі спричинені війною. Систематичне планування відбудови та подальшого розвитку країни надає унікальну можливість переосмислити, перепроєктувати та модернізувати будівлі та системи життєзабезпечення і забезпечити комплексну трансформацію громад та регіонів [63, с. 4].

Будівництво та монтаж об'єктів має здійснюватися відповідно до погодженої проектної документації. Усі зміни та відхилення від проекту мають бути узгоджені між замовником та проектною організацією.

Будівельно-монтажні роботи на будівельному майданчику установки повинні виконуватися із застосуванням технологій, передбачених проектом.

Рекомендується виконувати будівництво і монтаж вузлів і деталей установки відповідно до типових креслень [64, с. 31].

Далі запропонуємо рішення по газопроводам для модернізації ГРС Петрівка, що представимо у вигляді таблиці 7.1.

Таблиця 7.1

Порівняльна таблиця газопроводів с. Новопетрівка до та після модернізації - варіант 1

Існуюча схема				Оптимізована схема			
Категорія	Матеріал	Діаметр, мм	Довжина, м	Категорія	Матеріал	Діаметр, мм	Довжина, м
Г2	Сталь	100	1590,50	Г2	ПЕ	110	1590,50
Г2	Сталь	57	1655,90	Г2	ПЕ	63	1655,90
Г1	Сталь	200	43,50	Г1	ПЕ	225	43,50
Г1	Сталь	150	391,50	Г1	ПЕ	160	391,50
Г1	Сталь	125	102,60	Г1	ПЕ	125	102,60
Г1	Сталь	100	2533,10	Г1	ПЕ	110	2533,100
Г1	Сталь	80	4718,50	Г1	ПЕ	90	4718,50
Г1	Сталь	70	7070,00	Г1	ПЕ	75	7070,00
Г1	Сталь	50	7695,74	Г1	ПЕ	63	7777,39
Г1	Сталь	40	15,00				
Г3	Сталь	32	66,65				
Всього:			25882,99	Всього:			25882,99

Через прострочений термін експлуатації, застарілу конфігурацію, та неналежний технічний стан треба замінити 312 з 716 побутових лічильників газу (ПЛГ).

На 01.01.2022 року по с. Новопетрівка наявні 716 особових рахунків абонентів, які обладнанні приладом обліку, у тому числі лічильники:

- з вичерпаним терміном експлуатації (більше 20 років) – 164 од.;
- з простроченим терміном повірки – 295 од.;
- з невідповідним типорозміром – 401 од.;
- роторні – 4 од.;
- в задовільному стані – 404 од.

312 лічильників з 716 підлягають заміні. Це усі ПЛГ, які мають термін експлуатації більше 20 років та великий відсоток забракованості при повірці, а також лічильники для демонтажу яких відсутній обмінний фонд.

Для 100% охоплення обліком газу виникає потреба встановлення ВОГ секціонуючий ВОГ-Ш-Ф-1Л-80 FLOWSIK500 (лічильник газовий ультразвуковий FLOWSIC500 G100 DN80, Флоутек 2-3-6/Рmax(абс) 0,7/ПТ-1-Д-04-2-6-Г, L- 60mm, D-6mm, M12*1,5), для дублювання обліку газу на с.

Новопетрівка + 6 споживачів с. Старопетрівка (від ШГРП-22). Місце встановлення: в районі ШГРП-22 в с. Старопетрівка.

Через незадовільний технічний стан, а також через вік та застарілу конфігурацію, виникає потреба замінити 7 ШГРП, їх представимо у таблиці 7.2.

Таблиця 7.2

ШГРП с. Новопетрівка, які потребують реконструкції

№ ШГРП (ГІС)	№ ШГРП (експл.)	Адреса	Рік ост. заміни ШГРП	Регулятор тиску	Оцінка техн. стану	Витрата, м ³ /год
08220028	28	вул. Гагаріна	2011	РД-50	11	33,26
08220031	31	пров. Бригадний	2012	РДНК-50	16	47,36
08220032	32	вул. Енгельса / Шевченка	2012	РДНК-50	16	53,82
08220033	33	вул. Поштова	2012	РДНК-50	16	106,4
08220034	34	вул. Центральна (лікарня)	2011	РД-50	11	68,74
08220038	38	вул. Піонерська	2011	РД-50	11	12,26
08220039	39	вул. Матросова	2012	РДНК-50	14	42,12

При заміні сталевих газопроводів на поліетиленові виводиться з експлуатації 1 УКЗ, що наведено у таблиці 7.3.

Таблиця 7.3

УКЗ с. Новопетрівка, які виводяться з експлуатації

№ УКЗ (ГІС)	Адреса	Рік введення в експл.	Власність	Марка перетворювача	Рік виготовлення	Спосіб регулювання
08220055	вул. Карла Маркса	1988	Державна	В-ОПЕК-АИ-1,2-50У1	2016	Ручне

Порівняльна таблиця газопроводів с. Новопетрівка до та після модернізації - варіант 2 наведена у таблиці 7.4.

Таблиця 7.4

Існуюча схема				Оптимізована схема			
Категорія	Матеріал	Діаметр, мм	Довжина, м	Категорія	Матеріал	Діаметр, мм	Довжина, м
Г2	Сталь	100	1590,50	Г2	ПЕ	110	1590,50

Існуюча схема				Оптимізована схема			
Категорія	Матеріал	Діаметр, мм	Довжина, м	Категорія	Матеріал	Діаметр, мм	Довжина, м
Г2	Сталь	57	1655,90	Г2	ПЕ	63	514,10
Г1	Сталь	200	43,50	Г1	ПЕ	225	43,50
Г1	Сталь	150	391,50	Г1	ПЕ	160	391,50
Г1	Сталь	125	102,60	Г1	ПЕ	125	101,40
Г1	Сталь	100	2533,10	Г1	ПЕ	110	2657,100
Г1	Сталь	80	4718,50	Г1	ПЕ	90	4717,50
Г1	Сталь	70	7070,00	Г1	ПЕ	75	7430,00
Г1	Сталь	50	7695,74	Г1	ПЕ	63	8007,39
Г1	Сталь	40	15,00				
Г3	Сталь	32	66,65				
Всього:			25882,99	Всього:			25452,99

Також у таблиці 7.5. наведемо перелік газопроводів для демонтажу та будівництва по с. Новопетрівка.

Таблиця 7.5

**Перелік газопроводів для демонтажу та будівництва по с.
Новопетрівка**

Вид робіт	Обґрунтування	Місце проведення робіт	Ду	Матеріал	Протяжність, м
1	2	3	4	5	6
Демонтаж газопроводу	Винесення г-ду з прив. територій	по вул. Набережна	50	Сталь	331
Демонтаж газопроводу	Винесення г-ду з прив. територій	по вул. Садова	50	Сталь	152,07
Демонтаж газопроводу	Винесення г-ду з прив. територій	по пров. Миру, Південному	50	Сталь	294,5
Демонтаж газопроводу	Винесення г-ду з прив. територій	по пров. Південному	50	Сталь	246,15
Демонтаж газопроводу	Демонтаж ШГРП	ШГРП №29 08220029	50	Сталь	229,5
Демонтаж газопроводу	Демонтаж ШГРП	ШГРП №32 08220032	50	Сталь	90,9

Продовження таблиці 7.5

1	2	3	4	5	6
Демонтаж газопроводу	Демонтаж ШГРП	ШГРП №33 08220033	50	Сталь	275,8
Демонтаж газопроводу	Демонтаж ШГРП	ШГРП №37 08220037	50	Сталь	4,1
Демонтаж газопроводу	Демонтаж ШГРП	ШГРП №39 08220039	50	Сталь	541,5
Демонтаж газопроводу	Винесення г-ду з прив. територій	по пров. Південному	80	Сталь	168,71
Демонтаж газопроводу	Демонтаж ШГРП	ШГРП №29 08220029	100	Сталь	8,5
Демонтаж газопроводу	Демонтаж ШГРП	ШГРП №30 08220030	100	Сталь	1
Демонтаж газопроводу	Демонтаж ШГРП	ШГРП №32 08220032	125	Сталь	1,2
ВСЬОГО					2344,93
Будівництво	Винесення г-ду з прив. терит	по вул. Набережна	63	Поліетилен	310
Будівництво	Винесення г-ду з прив. терит	по вул. Пушкіна	63	Поліетилен	125
Будівництво	Винесення г-ду з прив. терит	по пров. Миру, Південному	63	Поліетилен	140
Будівництво	Винесення г-ду з прив. терит	по пров. Південному	63	Поліетилен	145
Будівництво	Кільцювання	від вул. Гагаріна, 101 А до вул. П'ятигірська, 44	63	Поліетилен	240
Будівництво	Кільцювання	по вул. Приморська від вул. Набережна, 26 А до вул. Українська, 1	63	Поліетилен	190
Будівництво	Кільцювання	по вул. Центральна від газопроводу низького тиску 08220001 (елемент 5) до газопроводу низького тиску 08220007 (елемент 7)	63	Поліетилен	50
Будівництво	Кільцювання	від ШГРП № 31 (08220031) (Г1) до вул. Центральна	75	Поліетилен	100
Будівництво	Кільцювання	від ШГРП № 35 (08220035) до газопроводу 08220028 (елемент 1) по вул. Суворова	75	Поліетилен	60

Закінчення таблиці 7.5

1	2	3	4	5	6
Будівництво	Кільцювання	по вул. Матросова від вул. Центральна до вул. Українська	75	Поліетилен	200
Будівництво	Кільцювання	по вул. Матросова від вул. Центральної до вул. Гагаріна	90	Поліетилен	230
Будівництво	Кільцювання	по вул. Гагаріна від будинку 74 до будинку 78	110	Поліетилен	90
Будівництво	Кільцювання	по вул. Матросова від газопроводу низького тиску 08220025 (елемент 6) до газопроводу низького тиску 08220001 (елемент 4 вул. Центральна)	110	Поліетилен	35
ВСЬОГО					1915

Через прострочений термін експлуатації, застарілу конфігурацію, та неналежний технічний стан треба замінити 312 з 716 побутових лічильників газу.

На 01.01.2022 року по с. Новопетрівка наявні 716 особових рахунків абонентів, які обладнанні приладом обліку, у тому числі лічильники:

- з вичерпаним терміном експлуатації (більше 20 років) – 164 од.;
- з простроченим терміном повірки – 295 од.;
- з невідповідним типорозміром – 401 од.;
- роторні – 4 од.;
- в задовільному стані – 404 од.

312 лічильників з 716 підлягають заміні. Це усі ПЛГ, які мають термін експлуатації більше 20 років та великий відсоток забракованості при повірці, а також лічильники для демонтажу яких відсутній обмінний фонд.

Для 100% охоплення обліком газу виникає потреба встановлення ВОГ секціонуючий ВОГ-Ш-Ф-1Л-80 FLOWSIK500 (лічильник газовий ультразвуковий FLOWSIC500 G100 DN80, Флоутек 2-3-6/Pmax(абс) 0,7/ПТ-1-Д-04-2-6-Г, L- 60mm, D-6mm, M12*1,5), для дублювання обліку газу на с. Новопетрівка + 6 споживачів с. Старопетрівка (від ШГРП-22). Місце встановлення: в районі ШГРП-22 в с. Старопетрівка. Через незадовільний технічний стан, а також через вік та застарілу конфігурацію, виникає потреба

замінити 3 ШГРП. У зв'язку з кільцюванням газопроводів середнього тиску демонтуємо 8 ШГРП, та будуємо 1 ШГРП, зведені дані занотовано у таблиці 7.6.

Таблиця 7.6

ШГРП с. Новопетрівка, які потребують модернізації

№ ШГРП (ГІС)	№ ШГРП (експл.)	Адреса	Вх. тиск проектний, МПа	Вих. тиск проектний, МПа	Рік ост. заміни	Регулятор тиску	Оцінка техн. стану	Вид робіт	Витрата, м3/год
08220028	28	вул. Гагаріна	0,3	0,005	2011	РД-50	11	демонтаж	33,26
08220029	29	вул. П'ятигорська / Енгельса	0,3	0,005	2015	RB-3212-R	16	демонтаж	69,96
08220030	30	вул. Енгельса / Центральна	0,3	0,005	2015	RB-3212-R	16	демонтаж	43,3
08220032	32	вул. Енгельса / Шевченка	0,3	0,005	2012	РДНК-50	16	демонтаж	53,82
08220033	33	вул. Поштова	0,3	0,005	2012	РДНК-50	16	демонтаж	106,4
08220034	34	вул. Центральна (лікарня)	0,3	0,005	2011	РД-50	11	демонтаж	68,74
08220037	37	вул. Козацька / Корольова	0,3	0,005	2019	Dival-500-BP	16	демонтаж	57,96
08220039	39	вул. Матросова	0,3	0,005	2012	РДНК-50	14	демонтаж	42,12
08220031	31	пров. Бригадний	0,3	0,005	2012	РДНК-50	16	заміна	163,32
08220035	35	вул. Набережна	0,3	0,005	2015	RB-3200	16	заміна	126,09
08220038	38	вул. Піонерська	0,3	0,005	2011	РД-50	11	заміна	12,26
-	-	вул. Матросова	0,3	0,005	-	DIVAL SQD2/G BP DN50x50 + LA/BP	-	будівництво	180,54

При заміні сталевих газопроводів на поліетиленові виводиться з експлуатації 1 УКЗ, це представлено у таблиці 7.7.

Таблиця 7.7

УКЗ с. Новопетрівка, які виводяться з експлуатації

№ УКЗ (ГІС)	Адреса	Рік введення в експл.	Власність	Марка перетворювача	Рік виготовлення	Спосіб регулювання
08220055	вул. Карла Маркса	1988	Державна	В-ОПЕК-АИ-1,2-50У1	2016	Ручне

Порівняльна таблиця 7.8 надає розуміння про характеристики газопроводів с. Старопетрівка до та після модернізації - варіант 1.

Порівняльна таблиця газопроводів с. Старопетрівка до та після модернізації - варіант 1

Існуюча схема				Оптимізована схема			
Категорія	Матеріал	Діаметр, мм	Довжина, м	Категорія	Матеріал	Діаметр, мм	Довжина, м
Г2	Сталь	200	1682,00	Г2	ПЕ	225	1682,00
Г2	Сталь	150	2454,00	Г2	ПЕ	160	2454,00
Г2	Сталь	125	1061,00	Г2	ПЕ	140	1061,00
Г2	Сталь	100	885,40	Г2	ПЕ	110	885,40
Г2	Сталь	80	1185,80	Г2	ПЕ	90	1185,80
Г2	Сталь	70	100,20	Г2	ПЕ	75	100,200
Г2	Сталь	50	1327,10	Г2	ПЕ	63	1327,10
Г1	Сталь	150	147,40	Г1	ПЕ	160	147,40
Г1	Сталь	125	697,60	Г1	ПЕ	140	238,00
Г1	Сталь	100	1622,60	Г1	ПЕ	125	459,60
Г1	Сталь	80	2243,90	Г1	ПЕ	110	1622,60
Г1	Сталь	70	4279,57	Г1	ПЕ	90	2243,90
Г1	Сталь	50	4967,00	Г1	ПЕ	75	4279,57
				Г1	ПЕ	63	4967,00
Всього:			22653,57	Всього:			22653,57

Через прострочений термін експлуатації, застарілу конфігурацію, та неналежний технічний стан треба замінити 142 з 338 побутових лічильників газу (ПЛГ).

На 01.01.2022 року по с. Старопетрівка наявні 338 особових рахунків абонентів, які обладнанні приладом обліку, у тому числі лічильники:

- з вичерпаним терміном експлуатації (більше 20 років) – 74 од.;
- з простроченим терміном повірки – 135 од.;
- з невідповідним типорозміром – 209 од.;
- роторні – 0 од.;
- в задовільному стані – 196 од.

142 лічильників з 338 підлягають заміні. Це усі ПЛГ, які мають термін експлуатації більше 20 років та великий відсоток забракованості при повірці, а також лічильники для демонтажу яких відсутній обмінний фонд.

Для 100% охоплення обліком газу виникає потреба встановлення ВОГ секціонуючий ВОГ-Ш-Ф-1Л-80 FLOWSIK500 (лічильник газовий ультразвуковий FLOWSIC500 G100 DN80, Флоутек 2-3-6/Pmax(абс) 0,7/ПТ-1-Д-04-2-6-Г, L- 60mm, D-6mm, M12*1,5), для дублювання обліку газу на с. Старопетрівка (за виключенням 6 споживачів с. Старопетрівка (від ШГРП-22)). Місце встановлення: в районі вул. Декабристів в с. Старопетрівка.

Через незадовільний технічний стан, а також через вік та застарілу конфігурацію, виникає потреба замінити 4 ШГРП (таблиця 7.9).

Таблиця 7.9

ШГРП с. Старопетрівка, які потребують реконструкції

№ ШГРП (ГІС)	№ ШГРП (експл.)	Адреса	Рік ост. заміни ШГРП	Регулятор тиску	Оцінка техн. стану	Витрата, м ³ /год
08220023	23	вул. Гагаріна	2011	РД-50	11	51,37
08220025	25	вул. Матвєєва	2013	РДНК-50	16	65,39
08220026	26	вул. Жигуліних	2013	РДНК-50	16	86,50
08220027	27	вул. Жигуліних	2013	РДНК-50	16	87,90

Для подальшої експлуатації УКЗ (08220073) потрібна її заміна, оскільки обладнання ВППС-АР-1,2-У1 морально застаріле (1 етап).

При заміні сталевих газопроводів на поліетиленові виводиться з експлуатації 3 УКЗ (2 етап), наведемо дані показники у таблиці 7.10.

Таблиця 7.10

УКЗ с. Старопетрівка, які виводяться з експлуатації

№ УКЗ (ГІС)	Адреса	Рік введення в експл.	Власність	Марка перетворювача	Рік виготовлення	Спосіб регулювання
1	2	3	4	5	6	7
08220073	вул. Вишнева	1983	Державна	ВППС-АР-1,2-У1	2015	Ручне
08220074	вул. Східна	1993	Державна	В-ОПЕК-АИ-1,2-50У1	2015	Ручне
08220075	вул. Жигуліних	1989	Державна	В-ОПЕК-АИ-1,2-50У1	2016	Ручне

Щодо вибору газопроводів, то порівняльна таблиця газопроводів с. Старопетрівка до та після модернізації - варіант 2 зведена у таблиці 7.11.

Таблиця 7.11

Порівняльна таблиця газопроводів с. Старопетрівка до та після модернізації - варіант 2

Існуюча схема				Оптимізована схема			
Категорія	Матеріал	Діаметр, мм	Довжина, м	Категорія	Матеріал	Діаметр, мм	Довжина, м
Г2	Сталь	200	1682,00	Г2	ПЕ	225	1682,00
Г2	Сталь	150	2454,00	Г2	ПЕ	160	2454,00
Г2	Сталь	125	1061,00	Г2	ПЕ	140	1061,00
Г2	Сталь	100	885,40	Г2	ПЕ	110	885,40
Г2	Сталь	80	1185,80	Г2	ПЕ	90	1185,80
Г2	Сталь	70	100,20	Г2	ПЕ	75	100,200
Г2	Сталь	50	1327,10	Г2	ПЕ	63	926,50
Г1	Сталь	150	147,40	Г1	ПЕ	160	147,40
Г1	Сталь	125	697,60	Г1	ПЕ	140	238,00
Г1	Сталь	100	1622,60	Г1	ПЕ	125	429,60
Г1	Сталь	80	2243,90	Г1	ПЕ	110	1962,60
Г1	Сталь	70	4279,57	Г1	ПЕ	90	2303,90
Г1	Сталь	50	4967,00	Г1	ПЕ	75	4419,57
				Г1	ПЕ	63	5027,00
Всього:			22653,57	Всього:			22822,97

Перелік газопроводів для демонтажу та будівництва по с. Старопетрівка наведено у таблиці 7.12.

Таблиця 7.12

Перелік газопроводів для демонтажу та будівництва по с. Старопетрівка

Вид робіт	Обґрунтування	Місце проведення робіт	Ду	Матеріал	Протяжність, м
Демонтаж газопроводу	Демонтаж ШГРП	ШГРП № 23 (08220023)	50	Сталь	77,6
Демонтаж газопроводу	Демонтаж ШГРП	ШГРП № 25 (08220025)	50	Сталь	304

Демонтаж газопроводу	Демонтаж ШГРП	ШГРП № 28 (08220028)	50	Сталь	3
Демонтаж газопроводу	Демонтаж ШГРП	ШГРП № 30 (08220030)	50	Сталь	7
Демонтаж газопроводу	Демонтаж ШГРП	ШГРП № 34 (08220034)	50	Сталь	9
Демонтаж газопроводу	Демонтаж ШГРП	ШГРП № 23 (08220023)	125	Сталь	2,08
<i>ВСЬОГО</i>					402,68
Будівництво	Кільцювання	по вул. Жигуліних від перехрестя вул. Жигуліних / Декабристів до будинку № 23 по вул. Жигуліних	63	Поліетилен	60
Будівництво	Кільцювання	по вул. Сонячна від вул. Вишнева до вул. Матвєєва	75	Поліетилен	140
Будівництво	Кільцювання	по вул. Матвєєва від будинку 70 для з'єднання газопроводу 08220037 (елемент 7) з газопроводом 08220052 (елемент 1)	90	Поліетилен	60
Будівництво	Кільцювання	по вул. Сонячна від вул. Зелена до вул. Декабристів	110	Поліетилен	140
Будівництво	Кільцювання	по вул. Сонячна від вул. Матвєєва до вул. Зелена	110	Поліетилен	200
<i>ВСЬОГО</i>					600

Через прострочений термін експлуатації, застарілу конфігурацію, та неналежний технічний стан треба замінити 142 з 338 побутових лічильників газу (ПЛГ).

На 01.01.2022 року по с. Старопетрівка наявні 338 особових рахунків абонентів, які обладнанні приладом обліку, у тому числі лічильники:

- з вичерпаним терміном експлуатації (більше 20 років) – 74 од.;
- з простроченим терміном повірки – 135 од.;
- з невідповідним типорозміром – 209 од.;
- роторні – 0 од.;
- в задовільному стані – 196 од.

142 лічильників з 338 підлягають заміні. Це усі ПЛГ, які мають термін експлуатації більше 20 років та великий відсоток забракованості при повірці, а також лічильники для демонтажу яких відсутній обмінний фонд.

Для 100% охоплення обліком газу виникає потреба встановлення ВОГ секціонуючий ВОГ-Ш-Ф-1Л-80 FLOWSIK500 (лічильник газовий ультразвуковий FLOWSIC500 G100 DN80, Флоутек 2-3-6/Pmax(абс) 0,7/ПТ-1-Д-04-2-6-Г, L- 60mm, D-6mm, M12*1,5), для дублювання обліку газу на с. Старопетрівка (за виключенням 6 споживачів с. Старопетрівка (від ШГРП-22)). Місце встановлення: в районі вул. Декабристів в с. Старопетрівка.

Через незадовільний технічний стан, а також через вік та застарілу конфігурацію, виникає потреба замінити 1 ШГРП. У зв'язку з кільцюванням газопроводів середнього тиску демонтуємо 4 ШГРП, та будуємо 1 ШГРП (таблиця 7.13).

Таблиця 7.13

ШГРП с. Старопетрівка, які потребують модернізації

№ ШГРП (ГІС)	№ ШГРП (експл.)	Адреса	Вх. тиск проектний, МПа	Вих. тиск проектний, МПа	Рік ост. заміни	Регулятор тиску	Оцінка техн. стану	Вид робіт	Витрата, м3/год
08220023	23	вул. Гагаріна			2011	РД-50	11	демонтаж	51,37
08220025	25	вул. Матвєєва			2013	РДНК-50	16	демонтаж	65,39
08220026	26	вул. Жигуліних			2013	РДНК-50	16	демонтаж	86,50
08220027	27	вул. Жигуліних			2013	РДНК-50	16	демонтаж	87,90
08220024	24	вул. Зелена / Сонячна	0,3	0,005	2018	FEX-L	16	заміна	51,23
-	-	вул. Жигуліних	0,3	0,005	-	DIVAL 500G BP DN 1"x1 1/2" Rp + LA/BP	-	будівництво	150,7

При заміні сталевих газопроводів на поліетиленові виводиться з експлуатації 3 УКЗ (2 етап), надамо більш детальну інформацію у таблиці 7.14.

Таблиця 7.14

УКЗ с. Старопетрівка, які виводяться з експлуатації

№ УКЗ (ГІС)	Населений пункт	Адреса	Рік введення в експл.	Власність	Марка перетворювача	Рік виготовлення	Спосіб регулювання
08220073	Старопетрівка	вул. Вишнева	1983	Державна	ВППС-АР-1,2-У1	2015	Ручне
08220074	Старопетрівка	вул. Східна	1993	Державна	В-ОПЕК-АИ-1,2-50У1	2015	Ручне
08220075	Старопетрівка	вул. Жигуліних	1989	Державна	В-ОПЕК-АИ-1,2-50У1	2016	Ручне

7.3 Реалізація, контроль та оцінка виконання будівельно-монтажних робіт

У проекті організації будівництва вибирають організаційно-технічну схему зведення будівель і споруд у складі комплексу підприємства та зведення основних будівель і споруд, спосіб виконання і можливість суміщення будівельних, монтажних і спеціальних робіт, а також комплексних будівель і споруд. Обґрунтувати технічні рішення з будівництва

Організаційно-технічна схема будівництва будівель і споруд підприємства (черги, пускові комплекси) встановлює послідовність будівництва основних об'єктів, об'єктів підсобного та обслуговуючого призначення, об'єктів енергетики і транспорту, зв'язку, зовнішніх мереж, водопостачання, каналізації, теплопостачання та газопостачання.

Організаційно-технічна схема будівництва основних будівель і споруд встановлює послідовність зведення окремих будівель по частинах (блоках, секціях, прольотах, рівнях, поверхах, виробничих ділянках тощо) залежно від технологічної схеми виробничих процесів у будівлі.

При будівництві складних об'єктів і великих промислових комплексів вибір організаційно-технічної схеми повинен базуватися на вузловому методі. При виборі схеми об'єкт будівництва розбивається на конструктивно і технічно відокремлені частини. Вузли призначені для організації цілеспрямованого і технічно обґрунтованого вибору послідовності будівництва об'єкта і його частин з урахуванням того, щоб технічна готовність до автономних випробувань і злагодження окремих технологічних ліній, цехів і устаткування досягалася в найкоротші терміни [65, с. 17].

Технічні умови можуть (залежно від потреб) включати умови підключення до існуючих джерел технічного забезпечення або будівництва нових джерел технічного забезпечення.

У разі відсутності на відповідних територіях необхідних джерел водо-, тепло-, електро- та газопостачання або недостатньої їх потужності можуть

використовуватися автономні системи інженерного забезпечення за погодженням з місцевою державною адміністрацією або координаційним комітетом, утвореним при органі місцевого самоврядування [65, с. 27].

Питання планування електропостачання, газопостачання та телекомунікацій повинні вирішуватися комплексно, стосовно всіх стадій будівництва та з урахуванням подальшого розвитку будівництва в даній місцевості [65, с. 131].

Організація будівельного виробництва при зведенні окремих будівель, споруд або їх комплексів включає організацію

- Організацію будівельних робіт, тобто підготовку організаційно-технічної документації з технології виконання будівельно-монтажних робіт, а також роботи з планування і контролю за будівництвом окремих об'єктів та їх комплексів [65, с. 131].

- загальнобудівельні роботи, тобто роботи з підготовки будівельних майданчиків під об'єкти (споруди) - вертикальне планування, зведення тимчасових будівель, споруд і комунікацій, а також зведення постійних будівель і споруд;

- будівельно-монтажні роботи, пов'язані з прокладанням інженерних мереж, що використовуються при будівництві окремих будівель і споруд, відповідно до укладених договорів підряду;

- Виробнича база для будівництва (кар'єри, переробні підприємства, парки будівельних машин і транспортних засобів, склади тощо). Основними цілями організації будівельного виробництва є

- Постійне зниження собівартості робіт і підвищення рентабельності виробництва;

- збільшення обсягів робіт і виробництва готової продукції; і

- максимально можливе підвищення продуктивності праці;

- сувора економія та економне використання матеріальних ресурсів; максимальне використання наявних основних фондів; раціональне використання оборотних коштів та прискорення їх оборотності;

- поліпшення умов праці та підвищення технічного і матеріального рівня робочої сили [66, с. 12-13].

Будівництво газопроводів здійснюється відповідно до технічних норм і вимог, затверджених на законодавчому рівні. Такі роботи повинні виконуватися лише кваліфікованими фахівцями, які мають відповідні дозволи. Будівництво газопроводів є складним процесом і вимагає підвищеної уважності та відповідальності, адже безпечна експлуатація - це безпека людського життя.

Будівництво газопроводу - це трудомісткий, багатоетапний процес. Спочатку труби і фітинги повинні бути перевірені, щоб виявити можливі дефекти і переконатися, що розміри компонентів є правильними.

Трубопроводи збираються різними способами залежно від матеріалу труб. Обов'язковою умовою успішної роботи є герметичність з'єднань.

Для захисту труби від ґрунтової корозії та зменшення тепловтрат на саму трубу наносять ізоляцію, а зовнішню поверхню газопроводу покривають спеціальною мастикою або обгортковим матеріалом.

Газопроводи монтуються безпосередньо з використанням довгих труб або секцій, з'єднаних (зварених) на «різьбу». Труби фіксуються відповідно до проекту, а система балансується.

Одним з найважливіших етапів є антикорозійний захист трубопроводу від впливу навколишнього середовища. Він передбачається і визначається на етапі проектування і може бути пасивним або активним, залежно від матеріалу труби.

Пасивний захист полягає в нанесенні ізоляційного покриття для запобігання контакту з землею та обмеження проникнення блукаючих струмів. Активний захист створює захисний потенціал для газопроводу, який може бути катодним або анодним.

Система газопостачання ГРС Петрівка має 4 діючих установки катодного захисту (УКЗ), що буде представлено у таблиці 7.15.

Таблиця 7.15

Встановлені УКЗ ГРС Петрівка

№ УКЗ (ГІС)	Населений пункт	Адреса	Рік введення в експл.	Власність	Марка перетворювача	Рік виготовлення	Спосіб регулювання
08220055	Новопетрівка	вул. Карла Маркса	1988	Державна	В-ОПЕК-АИ-1,2-50У1	2016	Ручне
08220073	Старопетрівка	вул. Вишнева	1983	Державна	ВППС-АР-1,2-У1	2015	Ручне
08220074	Старопетрівка	вул. Східна	1993	Державна	В-ОПЕК-АИ-1,2-50У1	2015	Ручне
08220075	Старопетрівка	вул. Жигуліних	1989	Державна	В-ОПЕК-АИ-1,2-50У1	2016	Ручне

Для подальшої експлуатації УКЗ (08220073) потрібна заміна, оскільки обладнання ВППС-АР-1,2-У1 морально застаріле.

Перед введенням в експлуатацію газопровід випробовують на міцність і герметичність. Всі компоненти газопроводу, включаючи ізоляцію, повинні мати відповідні сертифікати якості, паспорти та іншу документацію від виробника [67].

Відповідно до статті 13 Закону України «Про трубопровідний транспорт», діяльність, пов'язана з проектуванням, будівництвом, ремонтом та експлуатацією об'єктів трубопровідного транспорту, здійснюється на підставі спеціального дозволу (ліцензії) і підлягає обов'язковій сертифікації.

Ліцензії видаються уповноваженим центральним органом виконавчої влади в порядку, встановленому Кабінетом Міністрів України, затвердженому наказом Держнаглядохоронпраці України від 1 жовтня 1997 року № 254 та зареєстрованому в Міністерстві юстиції України 15 травня 1998 року за № 318/2758» Правила безпеки систем газопостачання України» («Правила») передбачають, що роботи, пов'язані з проектуванням, будівництвом та експлуатацією систем газопостачання, повинні виконуватися професійною організацією.

Відповідно до статті 3.15 Правил, технічний нагляд за будівництвом усіх напірних, відгалужувальних та вхідних розподільчих газопроводів, незалежно

від відомчої належності замовника, повинен здійснюватися фахівцями замовника та експлуатуючої професійної газової організації.

Відповідно до пункту 3.16 Правил, будівельно-монтажна організація зобов'язана повідомити Держгірпромнагляд та УГС про початок будівництва не пізніше ніж за п'ять днів до початку будівництва.

Крім того, відповідно до пункту 1.3.1 Правил, контроль за дотриманням вимог цих Правил під час проектування, будівництва, узгодження та експлуатації систем газопостачання має здійснюватися підприємством, що виконує зазначені роботи [68, п.2].

Оцінка виконання будівельно-монтажних робіт з газопостачання є важливим етапом реалізації проектів газифікації та відновлення газових мереж, особливо в складних умовах післявоєнної відбудови. Така оцінка має на меті забезпечити якість та безпеку робіт, ефективне використання ресурсів та досягнення оптимальних термінів будівництва.

По-перше, оцінка охоплює аналіз підготовчих робіт, включаючи планування та вибір необхідного обладнання, матеріалів і технологій.

На етапі підготовки також важливо враховувати технічні вимоги та вимоги безпеки, особливо на територіях, що постраждали від військових дій. Важливим аспектом є координація дій з підрядниками та місцевою владою для швидкого вирішення юридичних і технічних питань.

Другим важливим аспектом оцінки є контроль якості будівельно-монтажних робіт. Сюди входить перевірка відповідності виконаних робіт технічним регламентам, стандартам і нормам.

Особлива увага приділяється герметичності трубопроводу, якості зварювання та надійності ізоляції.

Третій етап оцінки - фінансово-економічний аналіз. Важливо оцінити ефективність використаних ресурсів шляхом порівняння запланованих і фактичних витрат на будівництво та монтаж.

Це дозволяє виявити відхилення від бюджету і внести відповідні корективи, щоб уникнути перевитрат.

Нарешті, слід оцінити введення системи в експлуатацію. Це включає проведення випробувань і введення в експлуатацію для забезпечення безпеки та надійності системи, а також аналіз відповідності системи встановленим стандартам [69].

Основне завдання системи газопостачання - забезпечити споживачів безперебійним постачанням енергії в обсягах, що відповідають їхнім енергетичним потребам у будь-який момент часу.

З цієї причини важливим є контроль якості природного газу, зокрема його теплотворної здатності.

З цієї причини було поставлено завдання розробити і створити явний метод контролю теплоти згоряння газу, що транспортується, і пристрій для його практичного застосування.

При створенні методів контролю теплоти згоряння енергоносіїв необхідно вибрати параметри газового потоку, які опосередковано характеризують властивості природного газу, що перекачується, зокрема його теплоту згоряння.

Деякі з цих параметрів можуть бути реалізовані, але кожен параметр потребує детального дослідження його взаємозалежності з теплотою згоряння газу з одного боку, і може бути легко керованим в газовому потоці з іншого.

Крім того, однією з ключових вимог до вибору методу представлення та параметрів, що контролюються, є точність кореляції з теплотою згоряння енергоносія та точність контролю параметра в газовому потоці [72, с. 85].

Після проведення підбору обладнання, розрахунку економічних показників, у таблиці 7.16 представимо порівняння варіантів модернізації с. Новопетрівка.

Таблиця 7.16

**Показники ефективності інвестицій після модернізації с.
Новопетрівка**

Показники		Варіант 1	Варіант 2
Сума інвестицій в проект (IC), тис. грн без ПДВ		24 579,20	24 330,58
Надходження коштів (грошовий потік) від впровадження інвестицій (CF), тис. грн/рік		580,53	897,26
<i>-в т.ч. за рахунок економії нормативних ВТВ</i>		570,56	881,41
<i>-в т.ч. за рахунок економії матеріальних ресурсів</i>		1,96	2,06
<i>-в т.ч. за рахунок економії електроенергії</i>		1,33	1,33
<i>-в т.ч. за рахунок економії трудовитрат</i>		6,68	12,46
<i>-в т.ч. за рахунок економії понаднормованих ВТВ</i>		-	-
<i>-в т.ч. за рахунок економії витрат на АВР</i>		-	-
Ставка дисконтування (R), %		8,0	8,0
Період, років		43	28
NPV (чистий дисконтований дохід), тис. грн.	-3 593,6	- 17 587,74	- 14 414,89
PP (період окупності), років	40,9	42,3	27,1
DPP (дисконтований період окупності), років	DPP < 5 років	∞	∞
IRR (внутрішня норма дохідності, NPV=0), %	IRR = R max > R (10%)	0,0007	0,0022
PI (індекс дохідності/рентабельності)	PI > 1	0,28	0,41

Показник PP показує за скільки років впровадження даних проекту (без урахування вартості коштів у часі) інвестиції будуть окуплені (повернуті).

- По 1 варіанту оптимізації PP = 42,3 років.
- По 2 варіанту оптимізації PP = 27,1 років.

Показник DPP показує за скільки років впровадження даних проекту (з урахуванням вартості коштів у часі) будуть окуплені (повернуті) інвестиції.

- По 1 варіанту оптимізації DPP = ∞ років;
- По 2 варіанту оптимізації DPP = ∞ років.

PI (Profitability Index) – індекс дохідності (рентабельності) інвестицій – показує віддачу (дохідність) кожної гривні вкладених коштів в інвестиційний проект (з урахуванням вартості коштів у часі). Чим більший показник PI, тим проект є більш цікавим для інвестування, але при цьому треба враховувати щоб показник DPP був в межах привабливості (не більше 5-12 років). Якщо:

- $PI > 1$, то проект інвестиційно привабливий оскільки зможе забезпечити додаткову прибутковість капіталу;
- $PI = 1$, то інвестиційний проект має дохідність що дорівнює ставці дисконтування, тому навряд чи зацікавить інвестора;
- $PI < 1$, то проект не зможе навіть компенсувати в повній мірі вкладені в них інвестиції, тому не є цікавим.
- По 1 варіанту модернізації $PI = 0,28$;
- По 2 варіанту модернізації $PI = 0,41$.

При 2 варіанті модернізації сума грошових надходжень більша за 1 варіант (897 тис. грн. проти 581 тис. грн.), натомість сума інвестицій менша (2 варіант – 24 364 тис. грн., 1 варіант 24 579 тис. грн.). Індекс рентабельності при 1 варіанті ($PI = 0,28$) менше за 2 ($PI = 0,41$) при дисконтованому період окупності в першому і другому варіанті - ∞ , отже вкладені сьогодні гроші ніколи не повернуться.

Розглянуті варіанти модернізації 1 та 2 технічно доцільні, дозволяють зменшити нормативні ВТВ, витрати на обслуговування газорозподільної системи.

Так як варіант 2 призводить до більшої економії, припускає меншу суму інвестицій, коротший період окупності, то *доцільніше вибрати для реалізації саме варіант 2.*

Порівняння варіантів модернізації с. Старопетрівка наведемо у таблиці 7.17.

Таблиця 7.17

**Показники ефективності інвестицій після модернізації с.
Старопетрівка**

Показники	Варіант 1	Варіант 2
1	2	3
Сума інвестицій в проект (ІС), тис. грн без ПДВ	11 464,76	11 442,19
Надходження коштів (грошовий потік) від впровадження інвестицій (CF), тис. грн/рік	247,98	390,45
<i>-в т.ч. за рахунок економії нормативних ВТВ</i>	<i>237,44</i>	<i>379,87</i>
<i>-в т.ч. за рахунок економії матеріальних ресурсів</i>	<i>1,12</i>	<i>0,38</i>
<i>-в т.ч. за рахунок економії електроенергії</i>	<i>0,23</i>	<i>1,49</i>

-в т.ч. за рахунок економії трудовитрат	9,19	8,72
-в т.ч. за рахунок економії понаднормованих ВТВ	-	-
-в т.ч. за рахунок економії витрат на АВР	-	-

Закінчення таблиці 7.17

1		2	3
Ставка дисконтування (R), %		8,0	8,0
Період, років		47	30
NPV (чистий дисконтований дохід), тис. грн.	-3 593,6	-8 448,27	-7 046,54
PP (період окупності), років	40,9	46,2	29,3
DPP (дисконтований період окупності), років	DPP < 5 років	∞	∞
IRR (внутрішня норма дохідності, NPV=0), %	IRR = R max > R (10%)	0,0007	0,0015
PI (індекс дохідності/рентабельності)	PI > 1	0,26	0,38

Показник PP показує за скільки років впровадження даних проекту (без урахування вартості коштів у часі) інвестиції будуть окуплені (повернуті).

- По 1 варіанту оптимізації PP = 46,2 років.
- По 2 варіанту оптимізації PP = 29,3 років.

Показник DPP показує за скільки років впровадження даних проекту (з урахуванням вартості коштів у часі) будуть окуплені (повернуті) інвестиції.

- По 1 варіанту оптимізації DPP = ∞ років;
- По 2 варіанту оптимізації DPP = ∞ років.

PI (Profitability Index) – індекс дохідності (рентабельності) інвестицій – показує віддачу (дохідність) кожної гривні вкладених коштів в інвестиційний проект (з урахуванням вартості коштів у часі). Чим більший показник PI, тим проект є більш цікавим для інвестування, але при цьому треба враховувати щоб показник DPP був в межах привабливості (не більше 5-12 років). Якщо:

- $PI > 1$, то проект інвестиційно привабливий оскільки зможе забезпечити додаткову прибутковість капіталу;
- $PI = 1$, то інвестиційний проект має дохідність що дорівнює ставці дисконтування, тому навряд чи зацікавить інвестора;
- $PI < 1$, то проект не зможе навіть компенсувати в повній мірі вкладені в них інвестиції, тому не є цікавим.

- По 1 варіанту модернізації $PI = 0,26$;
- По 2 варіанту модернізації $PI = 0,38$.

При 2 варіанті модернізації сума грошових надходжень більша за 1 варіант (390 тис. грн. проти 248 тис. грн.), натомість сума інвестицій менша (2 варіант – 11 442 тис. грн., 1 варіант 11 465 тис. грн.). Індекс рентабельності при 1 варіанті ($PI = 0,26$) менше за 2 ($PI = 0,38$) при дисконтованому період окупності в першому і другому варіанті - ∞ , отже вкладені сьогодні гроші ніколи не повернуться.

Розглянуті варіанти модернізації 1 та 2 технічно доцільні, дозволяють зменшити нормативні ВТВ, витрати на обслуговування газорозподільної системи.

Так як варіант 2 призводить до більшої економії, припускає меншу суму інвестицій, коротший період окупності, то *доцільніше вибрати для реалізації саме варіант 2.*

Схема повної модернізації ГРС Петрівка наведено у додатку В.16.

Виконавши розрахунки різних варіантів модернізації системи газопостачання ГРС Петрівка, маємо наступні результати щодо нормативних ВТВ (таблиця 7.18).

Таблиця 7.18

Розрахункові нормативні ВТВ

Показник	Од. виміру.	До р модернізації	Після етапу 1	Δ	Після етапу 2	Δ
Розрахункові нормативні ВТВ	тис. м ³ /рік	59,2	37,2	- 21,9	23,1	- 14,1
	тис. грн	2 070,20	1 302,85	- 767,35	808,87	- 493,93

РОЗДІЛ 8. ЦИВІЛЬНИЙ ЗАХИСТ ПЕРЕД ПОЧАТКОМ РОБІТ З ВІДНОВЛЕННЯ ГАЗОПОСТАЧАННЯ В ДЕОКУПОВАНИХ ТЕРИТОРІЯХ ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСТІ В ПІСЛЯВОЄННИХ ПЕРІОД

8.1 Проведення заходів безпеки щодо розмінування територій на деокупованих територіях в післявоєнний період

У серпні саперні підрозділи Міністерства оборони України очистили від вибухонебезпечних предметів 17368,4 га неокупованої території, з яких 17308,65 га - сільськогосподарські угіддя.

Під час розмінування було виявлено та знищено 8837 вибухонебезпечних предметів, таким чином, загальна кількість вибухонебезпечних предметів з початку повномасштабного російського вторгнення склала 393 330 одиниць.

За інформацією Головного управління протимінної діяльності, цивільного захисту та екологічної безпеки Міністерства оборони України, Міністерство оборони України доручило саперним підрозділам Збройних Сил України та Державної спеціальної служби транспорту проводити операції з розмінування на деокупованих територіях.

В останній тиждень серпня до очищення території було залучено 188 груп розмінування загальною чисельністю 849 осіб та дев'ять механізованих машин розмінування.

На сьогоднішній день в Україні сертифіковано 51 фахівця з розмінування. Наступні організації, які отримали відповідні сертифікати, мають право здійснювати гуманітарне розмінування, тобто розмінування на територіях, де не ведуться активні бойові дії [73].

Зведена інформація станом на серпень 2024 року представлена на рис. 8.1.

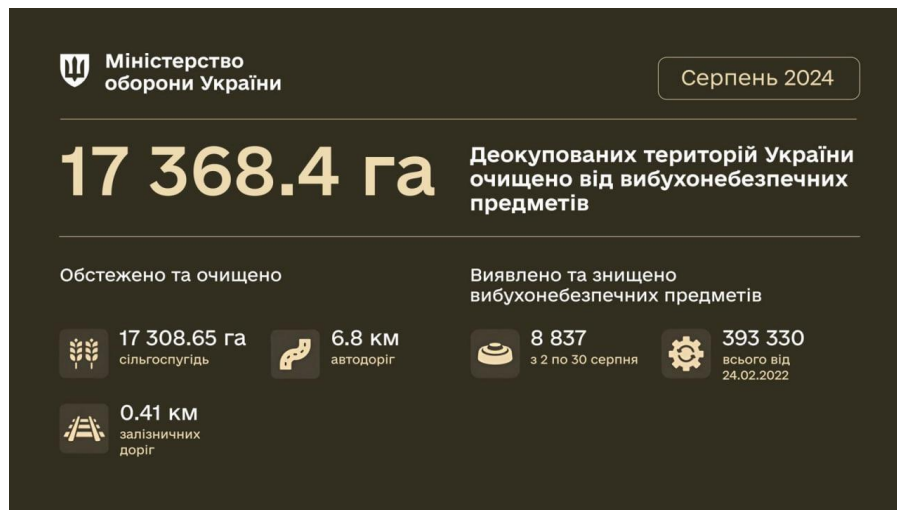


Рис. 8.1. Зведені дані щодо розмінування території станом на серпень 20204 р.

Внаслідок російської агресії Україна є найнебезпечнішим місцем у світі за ступенем забруднення території вибухонебезпечними предметами та найбільш замінованою країною у світі. Від 30 до 40% території України перебуває під загрозою, а площа замінованих територій становить 170 000-180 000 кв. км. Це еквівалентно половині Італії та Німеччини, третині Франції, шостій частині Бельгії та чверті Естонії, Греції та Швейцарії.

Харківська, Донецька та Херсонська області є найбільш забрудненими вибухонебезпечними предметами. Найгірша ситуація на Херсонщині, де окупаційні війська, втікаючи, залишили на правому березі велику кількість мін усіх типів. Наразі ворог зосереджує свої міни на лівому березі.

Розмінуванням в Україні займаються державні установи, зокрема Державна служба з надзвичайних ситуацій, Національна служба з надзвичайних ситуацій, Національна гвардія, Національна поліція та 144 громадські організації.

Найвищим пріоритетом є очищення населених пунктів, мереж і сільськогосподарських угідь, у тому числі 470 000 га потенційно забруднених сільськогосподарських угідь.

Ця проблема є дуже серйозною. Тому Уряд планує та впроваджує необхідні рішення для розмінування території України. Для прискорення цього процесу передбачається:

1. Випробування та використання сучасних технологій розмінування (переважно технологій дистанційного зондування)
2. Збільшення виробництва обладнання та техніки для розмінування українського виробництва
3. Локальне виробництво обладнання та техніки для розмінування іноземними компаніями.
4. Уряд виділив 3 млрд грн на програму гуманітарного розмінування у проекті державного бюджету на 2024 рік
5. Уряд схвалив рішення, що дозволяє сільськогосподарським виробникам відшкодувати 80% витрат на розмінування. Ця компенсація пропонується як власникам, так і орендарям сільськогосподарських земель. На цю програму з державного бюджету виділено 3 млрд грн.
6. Також планується створення конкурентного ринку послуг з розмінування. Це передбачає розробку системи сертифікації підрядників з розмінування.

Одним з ключових кроків для прискорення розмінування території України є створення підрозділу з розмінування, який об'єднає зусилля Міністерства оборони та відповідних підрозділів Збройних Сил. Завданням цього підрозділу є координація діяльності з розмінування підрозділів Міністерства оборони, а також інших компонентів національної системи розмінування та міжнародних партнерів.

Наразі підрозділ розмінування налічує 1 000 груп розмінування. У майбутньому до складу Підрозділу з розмінування буде призначено 5 000 фахівців, які займатимуться обстеженням територій, очищенням місцевості і проведенням гуманітарного розмінування.

Персонал підрозділу з розмінування проходить професійну підготовку як в Україні, так і в країнах-партнерах. Співробітники групи розмінування постійно вдосконалюють свої навички під час практичних польових тренувань.

Однак підрозділам все ще не вистачає спеціалізованої техніки та обладнання. Зарубіжні партнери Коаліції з розмінування нададуть підтримку для

поповнення саперного корпусу найближчим часом. Зокрема, Японія планує передати понад 20 механізованих машин розмінування, Словаччина вже надала такі машини, а Великобританія також надала спеціалізоване обладнання.

Крім того, Міністерство економіки України підписало партнерську угоду про співпрацю у сфері гуманітарного розмінування з компанією Palantir, що спеціалізується на аналітиці великих даних. Документ передбачає розмінування території України за допомогою технологій штучного інтелекту, які використовують саперні підрозділи.

Звільнення деокупованих територій від вибухонебезпечних предметів є необхідною умовою для повернення цивільного населення на ці території та їх безпечного проживання, а також для якнайшвидшого початку відновлення постраждалих районів. Тому створення підрозділу з розмінування є нагальним і вирішальним кроком [74].

Уряд намагається прискорити цей процес шляхом створення ринку гуманітарного розмінування та залучення приватних підрядників з розмінування. Про це заявив прем'єр-міністр Денис Шмигаль на засіданні уряду 13 вересня. Глава Уряду заявив, що в цій сфері ще багато чого належить зробити, але завдяки підтримці іноземних партнерів по всьому світу вдається вивозити російські мінні уламки з України [75].

На сьогодні, за результатами нетехнічних досліджень, території, що містять ознаки забруднення вибухонебезпечними предметами, були визначені як можливо забруднені/забруднені території. З іншого боку, територіям, на яких нетехнічні обстеження не виявили ознак забруднення вибухонебезпечними предметами, не надано жодного статусу, що унеможлиблює визначення ступеня залишкового ризику або його відсутності, а отже, і використання таких територій.

Існують також ситуації, коли деякі населені пункти не використовуються через те, що процес проведення первинного нетехнічного обстеження в таких населених пунктах не був формалізований, хоча ознак вибухонебезпечності не виявлено.

З огляду на вищезазначене, існує потреба у врегулюванні процесу визначення відповідного статусу територій в межах громади, на яких нетехнічне обстеження не виявило ознак вибухонебезпечного забруднення. Результати первинного нетехнічного обстеження в межах громади мають бути задокументовані та доведені до відома місцевих органів влади та місцевого населення без необґрунтованої затримки [76, с. 8].

8.2 Правила безпеки та поведінки з небезпечними та підозрілими предметами на деокупованих територіях в післявоєнний період

Основні проблеми цивільного населення щодо поводження з різними типами вибухонебезпечних предметів, які можуть призвести до жертв (наприклад, міни, боєприпаси, вибухонебезпечні пережитки війни, саморобні вибухові пристрої та міни-пастки, вибухові речовини), полягають у наступному

1. Досить низький рівень знань правил безпечної поведінки в ситуаціях, пов'язаних з мінами та ВЗВ, їх основних видів та характеристик, здебільшого через спеціальні дії з маскуванню вибухонебезпечних предметів та зовнішні впливи природи, які знищують певні характерні ознаки, що можуть бути використані для встановлення належності конкретної знахідки до ВЗВ 1. Ризик неправильної ідентифікації ВЗВ

2. Небезпека ВЗВ та недооцінка їхнього впливу і наслідків. Тому спроби утилізації ВЗВ у різний спосіб (від спроб розпилювання знайдених артилерійських снарядів, мін і навіть авіаційних бомб з метою транспортування металу до пунктів прийому металобрухту до отримання вибухових речовин або засобів активації для подальшого використання у протиправних цілях (починаючи від спроб демонтажу знайдених об'єктів).

3. Крім того, в нинішніх умовах зросла загроза поранення або загибелі цивільного населення внаслідок терористичних актів, спрямованих як проти співробітників правоохоронних органів та органів державної влади, так і проти цивільних осіб.

Події останніх років - тимчасова окупація, активні бойові дії на величезній території нашої країни, ракетно-бомбові удари по всіх регіонах України - дали зрозуміти, що певні знання про вибухові речовини, їх види, характеристики та потенційні загрози, а також правила безпечної поведінки при контакті з небезпечними предметами та в екстремальних ситуаціях є необхідними для широкого загалу. Вони наочно демонструють необхідність навчання громадян [77, с. 7].

Дії у разі виявлення підозрілого предмета:

- У разі виявлення підозрілого предмета необхідно: негайно припинити всі роботи в місці (зоні), де виявлено підозрілий предмет (зупинити двигун і вимкнути обладнання);

- По можливості, повідомити інших осіб, які знаходяться поблизу місця знахідки;

- По можливості попередьте про знахідку інших людей, що знаходяться поблизу;

- Якщо ви стали свідком виявлення підозрілого предмета, залишеного без нагляду невідомою особою, запам'ятайте її зовнішність, одяг, транспортний засіб та номерний знак;

- Якщо можливо, обгородіть територію (для цього можна використати різноманітні предмети, які є під рукою, наприклад, дошки, жердини, гілки, мотузку, яскраву тканину тощо).

- Якщо є можливість, сфотографуйте об'єкт та його місцезнаходження, якщо є фотоапарат;

- Зберігайте спокій і не поспішайте, надаючи допомогу людям похилого віку, тяжкохворим або дітям;

- Повідомте інформацію про характеристики знайденого предмета (місцезнаходження, дату і час виявлення, особу, яка знайшла):

- 102 - у разі виявлення підозрілого предмета;

- 101 - у разі виявлення боєприпасів.

Категорично забороняється наступне.

- Наближатися, торкатися або пересувати підозрілі предмети;
- Палити, користуватися засобами радіозв'язку або мобільними телефонами поблизу (може спровокувати вибух).
- Заливати рідинами, засипати землею або намагатися накрити чимось;
- Спроба самотійно знешкодити запал;
- Звук, світло, тепло, механічний удар, вибухові речовини, отрути, механічний удар або термочутливі предмети.

Основні ознаки, які вказують на те, що підозрілий предмет може бути вибуховим пристроєм:

- Валізи, посилки або коробки, залишені без нагляду, у людному місці (громадський транспорт);
- Схожість за зовнішнім виглядом з боєприпасами або піротехнічними засобами;
- Наявність розтяжок, дротів, що відходять від предмета, мотузок, стрічок на предметі;
- Наявність джерела живлення (наприклад, батарейки, акумулятори), антени з радіоприймачем, годинника, електронного таймера;
- Підозрілі звуки (цокання годинника, сигнальні звуки через певний проміжок часу), що доносяться з об'єкта;
- Характерні запахи (наприклад, парафіну, розчинників, паливно-мастильних матеріалів, хімікатів).
- Наявність елементів (частин), що відрізняються від їх первісного призначення;
- Наявність підозрілих предметів, закріплених за допомогою дверей, вікон, деревини, дротів, ниток, важелів, шнурів тощо [78, с. 4-6].

Вибухонебезпечні предмети становлять особливу загрозу під час польових операцій та будівництва на неокупованих територіях, забруднених снарядами, мінами, бомбами та гранатами. Про наявність вибухонебезпечних предметів можуть свідчити такі ознаки.

- Об'єкти, які виглядають незвично для даної місцевості;

- Іноді - певні звуки (наприклад, цокання);
- Іноді - джерела живлення (батареї, акумулятори, дроти).

Завжди пам'ятайте, що знешкодженням вибухонебезпечних предметів можуть займатися лише кваліфіковані фахівці [79].

8.3 Знезараження споруд, техніки та предметів на деокупованих територіях в післявоєнний період

Забруднення і забруднення токсичними і біологічно небезпечними речовинами у відповідних надзвичайних ситуаціях вимагає проведення комплексу заходів з очищення приміщень, обладнання і товарів, включаючи продукти харчування, а також утилізації засобів індивідуального захисту, що використовувалися під час ліквідації наслідків інциденту.

Знезараження відбувається в наступному порядку:

- Знезараження території об'єкта;
- дезактивація будівель і приміщень
- Дезактивація контейнерів, технологічного обладнання та посуду;
- Знезараження продуктів харчування, води та непродовольчих товарів.

Дезактивація передбачає використання технічних засобів для очищення і видалення забруднень з поверхні об'єкта та зняття забруднених верхніх шарів.

- Обприскувальні та мийні машини, розпилювачі, пожежні машини;
- Бульдозери, грейдери, спеціальна дорожня техніка;
- Гідравлічні пістолети - ручні розпилювачі
- Підмітальні машини, щітки, скребки тощо.

Залежно від типу небезпечної речовини, яку необхідно видалити або нейтралізувати, дезактивація поділяється на дегазацію, дезінфекцію та дегазацію [80, с. 209].

Забруднення/зараження харчових та нехарчових продуктів під час НС може відбуватися, коли

- Зберігання на відкритому повітрі або в погано закритих приміщеннях;

- під час транспортування у відкритих або закритих, але забруднених транспортних засобах; та

- При контакті із забрудненим обладнанням (особливо для харчової промисловості);

- при пакуванні продуктів у заражену тару.

- Під час навмисних терористичних актів або психічно нестабільних осіб; під час диверсій або військових операцій;

- У разі біологічного зараження - від контакту з комахами, тваринами або інфікованими людьми.

Основним способом захисту харчових і нехарчових продуктів є їхня максимальна ізоляція від зовнішнього середовища. Це дозволяє значно знизити ризик забруднення або зараження товарів у разі катастрофи або стихійного лиха:

- Раціональне облаштування складів;

- Розподіл запасів товарів

- Герметизація складів.

- Використання спеціальних контейнерів для зберігання продовольчих і непродовольчих товарів;

- Широке використання підвалів та інших укриттів.

Забруднення небезпечними речовинами. Харчові продукти, вода і непродовольчі товари можуть бути забруднені небезпечними речовинами у вигляді крапель, їх парів і аерозолів. Глибина проникнення в матеріали залежить як від пористості, так і від фізичних властивостей матеріалу.

Для щільних продуктів (м'ясо, сало, жир, олія) глибина проникнення становить 5-10 мм, тоді як для сипучих продуктів, таких як борошно і крупи, токсичні речовини можуть проникати на глибину до 20-30 мм. Для рідких продуктів і води заражається весь об'єм. Зокрема, іприт проникає в цеглу на 6-10 мм, деревину до 6 мм і тканини.

Біологічне зараження. Мікроорганізми можуть виживати у вигляді спор протягом тривалого часу, навіть десятиліть за сприятливих умов. Глибина

забруднення продуктів харчування приблизно така ж, як і глибина радіоактивного забруднення.

Однак слід враховувати можливість виникнення мікробних спалахів на поверхні або в товщі харчових продуктів, що збільшує глибину забруднення.

На розвиток мікробів впливає наявність або відсутність сонячного світла, температура зберігання продукту і тип продукту.

Контроль за забрудненими і зараженими продуктами харчування, непродовольчими товарами і водою зазвичай здійснюється станціями радіаційного і хімічного моніторингу та хімічними лабораторіями. Дезактивація проводиться на складах, виробничих об'єктах і спеціально обладнаних пунктах дезактивації [80, с. 212-213].

Будівництво нових каналізаційних і водопровідних мереж та очисних споруд здійснюється галузевими, регіональними та об'єктовими спеціалізованими інженерно-технічними службами цивільного захисту та спеціалізованими комунальними службами цивільного захисту.

Ці служби «організують та здійснюють організаційно-технічні заходи з підвищення стійкості житлового фонду, благоустрою, теплопостачання, централізованого питного водопостачання та централізованого водовідведення, проводять невідкладні ремонтно-відновлювальні роботи та створюються відповідно Міністерством інфраструктури України, місцевими державними адміністраціями та суб'єктами господарювання [81, с. 53].

У зв'язку з відкритими порушеннями міжнародного гуманітарного права російськими окупаційними військами та з метою реагування на надзвичайні ситуації та небезпечні події, пов'язані з можливим застосуванням зброї масового знищення, у складі ДСНС України були розгорнуті пости радіологічного та хімічного спостереження (далі - РХБС).

Пости РХБ захисту - це спеціалізовані підрозділи, які здійснюють регулярний або постійний моніторинг радіологічних та хімічних речовин відповідно до встановлених завдань та правил.

1. *Портативний багатокомпонентний газоаналізатор ДОЗОР-С-М*, призначений для автоматичного вимірювання концентрації змішаних газових компонентів у повітрі приміщення або відкритого простору (рис. 8.2).

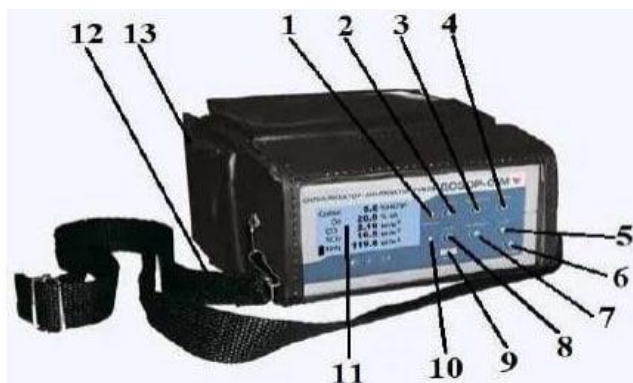


Рис. 8.2. Загальний вигляд приладу ДОЗОР-С-М

2. *Портативний газоаналізатор Dräger X-am 5000* - призначений для безперервного моніторингу декількох газів в атмосферному повітрі на робочих місцях і в небезпечних зонах (рис. 8.3).

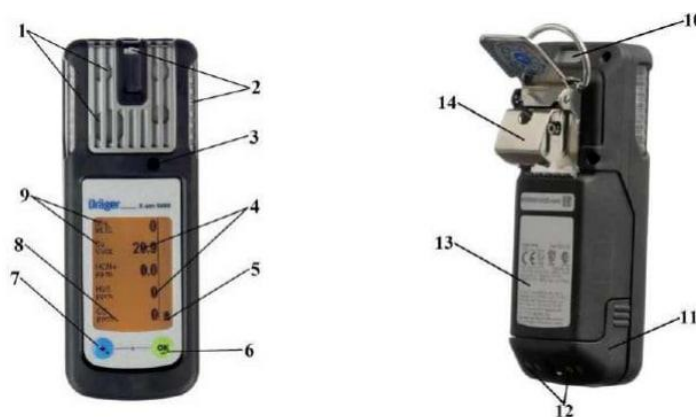


Рис. 8.3. Загальний вигляд приладу Dräger X-am 5000

3. *Портативний газоаналізатор Dräger X-am 5600* - призначений для безперервного моніторингу декількох газів у повітрі на робочих місцях і в небезпечних зонах (рис. 8.4).

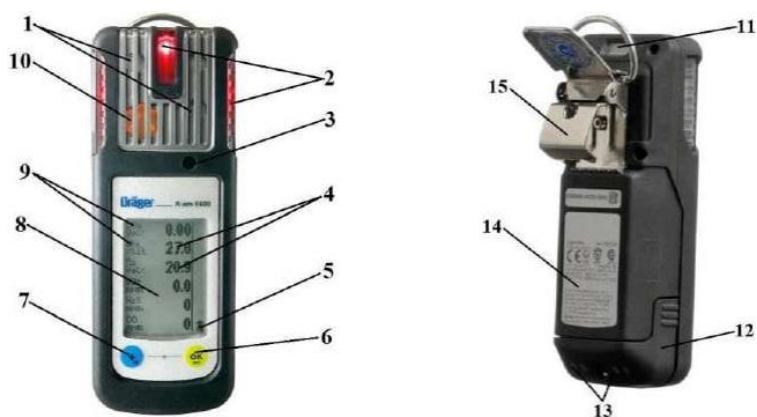


Рис. 8.4. Загальний вигляд приладу Dräger X-am 5600

4. *Портативний газоаналізатор Dräger X-am 8000* - призначений для безперервного контролю декількох концентрацій газів в атмосферному повітрі на робочих місцях і у вибухонебезпечних зонах (рис. 8.5) [82, с. 118-120].



Рис. 8.5. Загальний вигляд приладу Dräger X-am 8000

ВИСНОВКИ

У даній роботі було проаналізовано основні проблеми та перспективи відновлення системи газопостачання на деокупованих територіях Запорізької області після завершення воєнних дій. Проведені дослідження свідчать про необхідність системного підходу до відновлення газової інфраструктури, що включає модернізацію існуючих мереж та впровадження нових технологічних рішень, спрямованих на підвищення енергоефективності та безпеки.

Основні результати показали, що критичною проблемою є зношеність газових мереж, що спричиняє значні втрати газу та знижує ефективність постачання. Для вирішення цієї проблеми було запропоновано провести комплексну діагностику мереж і заміну пошкоджених елементів на сучасні, стійкіші до пошкоджень матеріали. Впровадження систем автоматизованого контролю та моніторингу дозволить оперативніше реагувати на аварійні ситуації та зменшити втрати газу.

Ключовим моментом у відновленні є розробка плану поступового повернення газопостачання, що враховує пріоритетність забезпечення газом житлових районів і критично важливих об'єктів інфраструктури. Рекомендується також оптимізувати логістичні ланцюги постачання ресурсів для будівництва і модернізації газопровідних систем на цих територіях.

Ще однією важливою складовою є залучення інвестицій у відновлення, а також координація з міжнародними організаціями та донорами. Співпраця з партнерами сприятиме не тільки фінансовій підтримці, але й запозиченню передового досвіду у сфері реконструкції газових мереж.

Таким чином, оптимізація системи газопостачання післявоєнних територій Запорізької області є складним, але критично важливим завданням для забезпечення сталого економічного та соціального розвитку регіону. Реалізація запропонованих рішень дозволить не лише відновити газопостачання, але й створити передумови для подальшого розвитку енергетичної інфраструктури, підвищуючи її надійність та ефективність.

Крім того нами було проведено модернізація ГРП «Петрівка», що стало важливим етапом у покращенні загальної системи газопостачання на деокупованих територіях Запорізької області. В межах цього проекту було оновлено інженерні рішення, зокрема підвищено безпеку та енергоефективність шляхом встановлення новітнього обладнання, яке відповідає сучасним стандартам якості. Завдяки модернізації було досягнуто значного зниження витрат газу та підвищено надійність роботи всієї системи. Ці оновлення створюють базу для подальшої масштабної модернізації інфраструктури газопостачання, що є пріоритетним завданням післявоєнного відновлення регіону.

Модернізацію було проведено у два етапи, представимо результати кожного з них.

1 етап модернізації. З розрахунку показників ефективності інвестицій бачимо, що надходження грошових коштів від впровадження інвестицій значно менше за суму інвестицій і дисконтований період окупності становить понад 100 років. Але розглянутий варіант оптимізації дозволить зменшити нормативні ВТВ, витрати на обслуговування ШГРП, газопроводів, тому можна зробити висновок, що розглянутий етап оптимізації технічно доцільний, але завдяки значним витратам на впровадження такої оптимізації має низький індекс рентабельності $PI = 0,35$ та при $DPP = \infty$ років вкладені сьогодні гроші ніколи не повернуться. Отже на цьому етапі проект економічно збитковий і не привабливий для інвестора.

2 етап модернізації. Сума інвестицій в проект на етапі 2 – 33 311 тис. грн., сума грошових надходжень –337 тис. грн. На другому етапі модернізації сума інвестицій є набагато більшою за суму першого етапу (в 15 разів), сума грошових надходжень меншою (в 4 рази). Індекс рентабельності другого етапу- всього 0,1. За підсумком індекс рентабельності після етапу 2 складе 0,12 при дисконтованому період окупності ∞ . Розглянутий проект модернізації ГРС Петрівка технічно доцільний, дозволяє зменшити нормативні ВТВ, витрати на обслуговування газорозподільної системи, але не є інвестиційно привабливими.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. ДБН В.2.5-20-2018 Газопостачання. Інженерне обладнання будинків і споруд. *Останні новини, нормативи та публікації - ДБНУ - Державні будівельні норми України - норми: ДБН, ДСТУ, СНиП, ГОСТ, СН, ВБН.* URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-360?utm_source=pdf&utm_medium=referral&utm_campaign=free-book.
2. Про затвердження Правил безпеки систем газопостачання. Наказ №285. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 08 червня 2015 р. за № 674/27119 від 15.05.2015. 68 с.
3. КОДЕКС 2:2021. Газорозподільчі системи. Рекомендації щодо проектування, будівництва, контролювання за будівництвом, введення та виведення з експлуатації газорозподільчих систем. На заміну № 445 ; чинний від 2021-11-18. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2022. 92 с.
4. Слободян, Н. М. С48 Системи транспортування газу для комунальних та промислових підприємств : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2020. 63 с.
5. Внукова Н. В. Альтернативне паливо як основа ресурсозбереження і екобезпеки автотранспорту. Енергозбереження. Енергетика. Енергоаудит. 2011. № 9. С. 45-55.
6. Старченко Л.В., Лукаш О.А., Пронікова Ж.С. Аналіз ефективності використання енергоресурсів для побутових потреб. Механізм регулювання економіки. 2014. № 4. С. 131–138. .
7. Природний газ для населення. *Світлогас - ми поставляємо газ та електроенергію.* URL: <https://svitlogas.ua/gas-home> (дата звернення: 28.09.2024)
8. Поляшенко С. О., Нікольченко Д. Ю. Газопостачання населених пунктів за рахунок ефективного застосування біогазу. Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті: матеріали XIX Міжнар. форуму молоді, 6-7 квіт. 2023 р. Харків: ДБТУ, 2023. С. 39. .

9. Бойченко С., Пушак А., Топільницький П., Лейда К. Моторні палива: властивості та якість: підручник, Київ : «Центр учбової літератури», 2017. 324 с.
10. Альтернативні види твердого палива в сучасних реаліях. *Енергія сервіс - Проектування та будівництво котелень*. URL: <https://energyservice.com.ua/article/texts-alternativnye-vidy-tverdogo-topliva-v-sovremennykh-realiyakh.html> (дата звернення: 28.09.2024).
11. Чабанний В.Я. Паливо-мастильні матеріали, технічні рідини та системи їх забезпечення. Кіровоград: Центрально-Українське видавництво, 2008. 353с.
12. Технологія твердого. *Кафедра хімії – Факультет природничих наук*. URL: <https://kc.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/11/2021/02/Lecture-8.pdf> (дата звернення: 28.09.2024).
13. Орієнтовний розрахунок витрати палива. Статті компанії «Котловий інтернет-магазин». *"Котловий інтернет-магазин" - контакти, товари, послуги, ціни*. URL: <https://kotlovoy.com.ua/ua/a413589-oriyentovnij-rozrahunok-vitrati.html> (дата звернення: 28.09.2024).
14. ГАЗОВЕ ОБЛАДНАННЯ – Акціонерне товариство "Оператор газорозподільної системи "Луганськгаз". *Акціонерне товариство "Оператор газорозподільної системи "Луганськгаз" – !!! Все буде Україна !!! АТ "Луганськгаз" !!! Все буде Україна !!!*. URL: <https://luggas.com.ua/2014/04/25/gazove-obladnannya/> (дата звернення: 28.09.2024).
15. Клімат в домі. Кліматичний майданчик. Комплексні рішення Вашого комфорту. URL: https://www.klimatvdomi.com/st_klimat/article7_index_ua.html (дата звернення 28.09.2024).
16. Михайлова Є. О. Викиди парникових газів в Україні та світі. Сучасні кроки України у вирішенні проблеми глобальної зміни клімату : збір. матер. Всеукр. наук. - практ. конф. [«Проблеми техногенно-екологічної безпеки: освіта, наука, практика»] (м. Харків, 24 листопада 2016 року): тези допов. Харків. 2016. С. 183 – 184.

17. Іншеков Є.М., Дробаха О.С., Козуб О.М. Методи обчислення викидів парникових газів за рахунок впровадження проектів з енергозбереження в промисловості України. Особливості їх застосування. *Енергозбереження. Енергетика. Енергоаудит*. 2010. Т. 3, № 73. С. 41–47.

18. Лазаренко О.А. Модернізація системи моніторингу парникових газів КП «КИЇВТЕПЛОЕНЕРГО»: Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра. Київ, 2023. 67 с.

19. Шляхи удосконалення податку на викиди парникових газів в Україні: монографія / Кравченко І. С., Лепеха М. О., Новицька Н. В., Пасічний М. Д., Рябчин О. М., Хлебнікова І. І., Шумський О. О.; за заг. ред. Н. В. Новицької. Ірпінь, 2021. 150 с.

20. Мітков Б.В., Мітков В.Б., Шульга О.В. Альтернативні палива для транспортних засобів. *Науковий вісник ТДАТУ*, 2011. Вип. 1, Том 3. С. 144-152.

21. Дорожня карта використання водню в Україні у сфері дорожнього транспорту. Звіт підготовлений відповідно до Договору про послуги консультанта № 2500239433 від 25 вересня 2020 р. 49 с.

22. Шульц Р. Виробництво і використання біогазу в Україні. Рада з питань біогазу з.т. / *Biogasrat e.V.*, 2012. 40 с.

23. Удовиченко Г. А. Досвід виробництва альтернативних екологічно чистих видів палива на Полтавщині. *Вісн. Полтав. держ. аграр. акад.* 2010. № 3. С. 159-164.

24. Цоколов М.В. Альтернативні види палива. *Екологія. Людина. Суспільство*: Матеріали XXII Міжнар. науково-практ. конф., м. Київ. 2021. С. 268–271.

25. ДБН В.2.5-XX:20XX. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Газопостачання. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон. 151 с.

26. ДСТУ Б А.2.4-25:2008. Газопостачання. Внутрішні пристрої. Робочі креслення. На заміну № 280 ; чинний від 2008-06-27. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 14 с.

27. Нечушкіна А.В. Реконструкція будівлі готельно-оздоровчого комплексу "Добродій" з прибудовою готелю і кафе по вул. Миколи Амосова, 7а в м. Вінниці» (Зовнішнє газопостачання. Нестандартне приєднання) (коригування) : Робочий проект. Вінниця, 2021. 89 с.

28. Як обрати найкращий тип газового обладнання для підприємства: Поради та рекомендації. *Boviargaz - Система автономного газопостачання. Альтернатива традиційним джерелам енергії - пропан-бутан будь автономним та незалежним.* URL: https://boviargaz.com.ua/tip-gazovogo-obladnannya-dlya-pidpriyemstva?srsltid=AfmBOooTKyO98Myfa8JoJyBSkmpreq8cNU3Da1Xt6bIEuVW1cEQKCz_W (дата звернення: 28.09.2024).

29. Абракітов В. Е. Курс лекцій «Безпека експлуатації систем газопостачання» (для студентів 4 курсу денної форми навчання спеціальності 263 – Цивільна безпека). Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. 101 с.

30. В.С.Сідак. Інноваційні технології в діагностиці та експлуатації систем газопостачання: Навч. посібник. Харків: ХНАМГ, 2005. 227 с.

31. Шадура В.О., Мартинов С.Ю., Орлов В.О. Міські інженерні мережі та споруди Навчальний посібник. Рівне: НУВГП, 2010. 102 с.

32. Розділ 1. Приймання в експлуатацію підземних газопроводів. *StudFiles.* URL: <https://studfile.net/preview/7242201/> (дата звернення: 28.10.2024).

33. Редько А.О., Редько О.Ф. Газопостачання підприємств і раціональне використання природного газу : конспект лекцій. Харків : ХНУБА, 2021. 146 с.

34. Про затвердження Порядку технічного обслуговування внутрішньобудинкових систем газопостачання у багатоквартирному будинку : Наказ М-ва енергетики України від 29.09.2023 р. № 292.

35. Встановлення чи заміна газовикористовуючого обладнання | Тернопільгаз. *Офіційний сайт АТ Тернопільгаз.* URL: <https://www.tgaz.te.ua/ua/header/vstanovlennya-chi-zamina-gazovikoristovuyuchogo-obladnannya> (дата звернення: 28.10.2024).

36. Про внесення змін та доповнень до Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів : Наказ М-ва енергетики та вугіл. пром-сті України від 13.02.2012 р. № 91.

37. Конопля А.В., Сідак В.С. Дослідження витоків газу та відмов регулюючого обладнання на ГРП. *Сталий розвиток міст* : XII всеукр. студент. науково-техн. конф., м. Харків, 24 квіт. 2019 р. Харків, 2019. С. 10–11.

38. Призначення та класифікація ГРП. *StudFiles*. URL: <https://studfile.net/preview/5591584/> (дата звернення: 29.10.2024).

39. Вузли обліку газу. Купити вузол обліку газу в Україні | *Phoenix-Gaz*. *Промислове газове обладнання в Україні* | *Phoenix-Gaz*. URL: <https://phoenix-gaz.com/ru/catalog/uzly-ucheta-gaza/> (дата звернення: 29.10.2024).

40. Побутовий вузол обліку газу купити, замовити у Києві та Україні | *Phoenix-Gaz*. *Промислове та побутове газове обладнання в Україні* | *Phoenix-Gaz*. URL: <https://phoenix-gaz.com/ru/catalog/uzly-ucheta-gaza/bytovye/> (дата звернення: 29.10.2024).

41. Власюк Я.М., Середюк О.Є., Малісевич В.В. Аналіз застосування контрольних лічильників газу для підвищення точності обліку природного газу. *Методи та прилади контролю якості*. 2009. № 23. С. 66–72.

42. Мартинюк Є.В. Комплекс вимірювання витрати природного газу : Дипломний проект освітньо-кваліфікаційного рівня « бакалавр ». Київ, 2019. 61 с.

43. Прокопенко Л. В. Захист прав побутових споживачів при забезпеченні комерційним обліком природного газу. *Круглий стіл*. 13 с.

44. Лічильники газу мембранні rs настанова щодо експлуатування смук.407369 рэ. ТОВ «Самгаз». 35 с.

45. Skrupnyk A., Namiasenko Y. Optimization of gas supply under conditions of the global expansion of liquefied natural gas. *Economy of Ukraine*. 2019. Vol. 2019, no. 4. P. 3–17.

46. Скрипник А. В., Нам'ясенко Ю. О. Оптимізація газопостачання як складова енергетичної стратегії України. *Проблеми економіки* № 3, 2017. С. 87-94.
47. Балагуровський О.В. Автоматизація парової котельної установки, оснащеної паровим котлом ДКВР-20-23-370 : Кваліфікаційна робота бакалавра. Суми, 2021. 64 с.
48. Барало О.В., Самойленко П.Г., Гранат С.Є., Ковальов В.О. Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного керування: Навчальний посібник. Київ: Аграрна освіта, 2010. 557 с.
49. Лукінюк М. В. Л84 Автоматизація типових технологічних процесів: технологічні об'єкти керування та схеми автоматизації: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за напрямом «Автоматизація і комп'ютерно-інтегр. Технології». Київ: НТУУ «КПІ», 2008. 236 с.
50. Єрмакова Д.Г, Лисюк Г.П. Автоматична система регулювання економічності спалювання палива в топці парового котла. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського*. 2020. Т. 31 (70), № 2. С. 91–98.
51. ДСТУ Б А.2.4-16:2008. Автоматизація технологічних процесів. зображення умовні приладів і засобів автоматизації в схемах. Вид. офіц. 12 с.
52. Разживін О.В. Засоби автоматизації технологічних процесів: навчальний посібник для студентів спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» Краматорськ : ДДМА, 2017. 147 с.
53. W. Bolton. Programmable Logic Controllers. 4th ed. 2006. 303 p.
54. Keith Stouffer, Joe Falco, Karen Kent. Guide to Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) and Industrial Control Systems Security. September 2006. 165 p.
55. Ларичева Л.П. Контроль та автоматичне регулювання хіміко-технологічних процесів: навч. посібник. Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2015. 320с.
56. Шевченко В.В., Тимчик Г.С. Основи автоматизації технологічних процесів : конспект лекцій. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 111 с.

57. Лукінюк М. В. Технологічні вимірювання та прилади : навч. посіб.; НТУУ "Київ. політехн. ін-т". Київ. 2007. 436 с.
58. Угненко Є. Б., Тимченко О. М., Белікова Н. В. Планування та організація будівельного виробництва: Конспект лекцій. Харків: УкрДУЗТ, 2019. Ч. 2. 78 с.
59. ЦК Спеціальних дисциплін газопостачання та будівництва доріг – Кропивницький будівельний фаховий коледж. *Кропивницький будівельний фаховий коледж*. URL: <https://www.kbk.kr.ua/tsk-spetsial-nykh-dystsyplin-hazopostachannia/> (дата звернення: 30.10.2024).
60. Організація й координація безпечного виконання будівельно-монтажних робіт підрядними підприємствами на території та в умовах діючого підприємства Запоріжжя – Південно-Східне міжрегіональне управління Державної служби з питань праці. *Південно-Східне міжрегіональне управління Державної служби з питань праці*. URL: <https://dp.dsp.gov.ua/novyny/orhanizatsiia-i-koordynatsiia-bezpechnoho-vikonannia-budivelno-montazhnykh-robit-pidriadnymy-pidpriemstvamy-na-terytorii-ta-v-umovakh-diiuchoho-pidpriemstva/> (дата звернення: 30.10.2024).
61. Il tuo partner ideale per la fornitura di gas. *Eurogas*. URL: <https://www.eurogas.com/> (date of application: 01.10.2024).
62. Південно-Східне міжрегіональне управління Державної служби з питань праці. *Південно-Східне міжрегіональне управління Державної служби з питань праці*. URL: <https://dp.dsp.gov.ua/> (дата звернення: 30.10.2024).
63. Проект Плану відновлення України Матеріали робочої групи «Будівництво, містобудування, модернізація міст та регіонів України». Національна рада з відновлення України від наслідків війни. Липень 2022. 350с.
64. ДСТУ Б В.2.5-29:2006. Система газопостачання. Газопроводи підземні сталеві. Загальні вимоги до захисту від корозії. На заміну № 424 ; чинний від 2007-06-01. Вид. офіц. Київ : МІНБУД УКРАЇНИ, 2006. 120 с.
65. Дорош А.М. Організація будівельного виробництва: навчальний посібник. Київ. Аграрна освіта, 2011. 255 с.

66. Ушацький С.А., Шейко Ю.П. Тригер Г.М. Організація будівництва. Підручник. Київ. Кондор, 2007. 521 с.
67. Будівництво газопровідних систем - Будівельно-монтажні роботи - Будівництво трубопроводів - Послуги. *Єврогазмонтаж - підприємство зі спорудження систем газопостачання.* URL: <https://eurogas.kiev.ua/services/construction-and-installation-work/the-construction-of-pipelines/construction-of-gas-pipeline-systems/> (дата звернення: 30.10.2024).
68. Національна комісія регулювання електроенергетики України. Лист 19.12.2007 N 7349/14/17-07 ВАТ "Донецькоблгаз". 3 с.
69. Технологія та організація будівельно-монтажних робіт газових об'єктів. ХНАДУ. 30 с.
70. Пономарчук, І. А. Газопостачання : електронний навчальний посібник комбінованого (локального та мережного) використання. Вінниця : ВНТУ, 2023. 103 с.
71. Сторінка 5: НПАОП 0.00-1.20-98. Правила безпеки систем газопостачання України (105). ДНАОП - Нормативно-правова бібліотека інструкції документи. URL: https://dnaop.com/html/105_5.html (дата звернення: 30.10.2024).
72. Височанський І.І. Удосконалення методів обслуговування та ремонту газових мереж з урахуванням енергетичних характеристик природного газу. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису : Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук (доктора філософії). Івано-Франківськ, 2019. 216 с.
73. Понад 17 тисяч га деокупованих територій, забруднених вибухонебезпечними предметами, очищено у серпні. *Міністерство оборони України* – офіційний веб-сайт. URL: <https://www.mil.gov.ua/news/2024/09/04/ponad-17-tys-ga-deokupov-terytorij-z-vybuhonebezpechnimi-predmetami-ochishheno-u-serpni-minoborony/> (дата звернення 30.10.2024).

74. Ще один крок до розмінування деокупованих територій. *НІСД – Національний Інститут Стратегічних Досліджень*. URL: <https://niss.gov.ua/news/komentari-ekspertiv/shche-odyn-krok-do-rozminuvannya-deokupovanykh-terytoriy> (дата звернення: 30.10.2024).

75. З'являється все більше нової техніки для розмінування від українських виробників. *Gov.ua – урядовий портал. Єдиний веб-портал органів виконавчої влади України*. URL: <https://www.kmu.gov.ua/news/ziavliaietsia-vse-bilshe-novoi-tekhniky-dlia-rozminuvannia-vid-ukrainskykh-vyrobnykiv-premier-ministr> (дата звернення: 30.10.2024).

76. Національна стратегія протимінної діяльності на період до 2033 року. 61 с.

77. Рачков С.М. Правила поводження з вибухонебезпечними предметами : Метод. рек. Харків : Навч.-Метод. Центр Цивільн. Зах. Та Безпеки Життєдіяльності Харків. Обл., 2023. 44 с.

78. Пам'ятка щодо правил поведінки (порядку дій) населення у разі виявлення підозрілого об'єкта, вибухонебезпечного предмета. ОБСЄ. 28 с.

79. Вибухонебезпека: правила поведінки на деокупованих територіях. *Довідник спеціаліста з охорони праці*. URL: <https://pro-op.com.ua/news/69528-vibokhonebezpeka-pravila-povedinki-na-deokupovanikh-teritoriyakh> (дата звернення: 30.10.2024).

80. Сисоєнко Н. В., Плахута В. В., Пакушина Л. З. Цивільний захист. Навчально-методичний посібник. Черкаси: 2012. 308 с.

81. Юрченко В. Дослідження шляхів виконання завдань, які покладаються на єдину державну систему цивільного захисту у відбудовний період. *Науковий вісник: Державне управління*, (1 (15), 46–66.

82. Коваль М. ДСНС України в умовах воєнного стану : навч. посіб. Львів : ЛДУ БЖД, 2023. 306 с.

ДОДАТОК А

Таблиця А.1

Норми споживання газу

Таблиця А.2

Показники обслуговування населення

Таблиця А.3

Коефіцієнт годинного максимум споживання газу на побутові потреби

Таблиця А.4

Коефіцієнт годинного максимуму споживання газу на потреби громадських закладів

Додаток А – таблиці А.1. – А.4 - представлені в кваліфікаційній роботі здобувача Андріянова В.А. як спеціальна частина комплексної кваліфікаційної роботи з однією темою.

ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1

Техніко - економічні показники спорудження та експлуатації газопроводів

Додаток В – таблиці Б.1. - представлені в кваліфікаційній роботі здобувача Андріянова В.А. як спеціальна частина комплексної кваліфікаційної роботи з однією темою.

ДОДАТОК В

Рис. В.1. Схема існуючої системи газопостачання ГРС Петрівка

Рис. В.2. Схема існуючої системи газопостачання с. Новопетрівка

Рис. В.3. Схема існуючої системи газопостачання с. Старопетрівка

Рис. В.4. Схема гідравлічного розрахунку існуючої системи газопостачання ГРС Петрівка

Рис. В.5. Схема гідравлічного розрахунку існуючої системи газопостачання с. Новопетрівка

Рис. В.6. Схема гідравлічного розрахунку існуючої системи газопостачання с. Старопетрівка

Рис. В.7. Дані по АТ «Запоріжгаз»

Рис. В.8. Дані по ГРС «Петрівка»

Рис. В.9. Дані по балансу ГРС «Петрівка»

Рис. В.10. Облік газу в зоні балансування ГРС «Петрівка»

Рис. В.11. Стан побутових лічильників газу

Додаток В - Графічна частина Рис. В.1. -Рис.В.11. - представлені в кваліфікаційній роботі здобувача Андріянова В.А. як спеціальна частина комплексної кваліфікаційної роботи з однією темою.

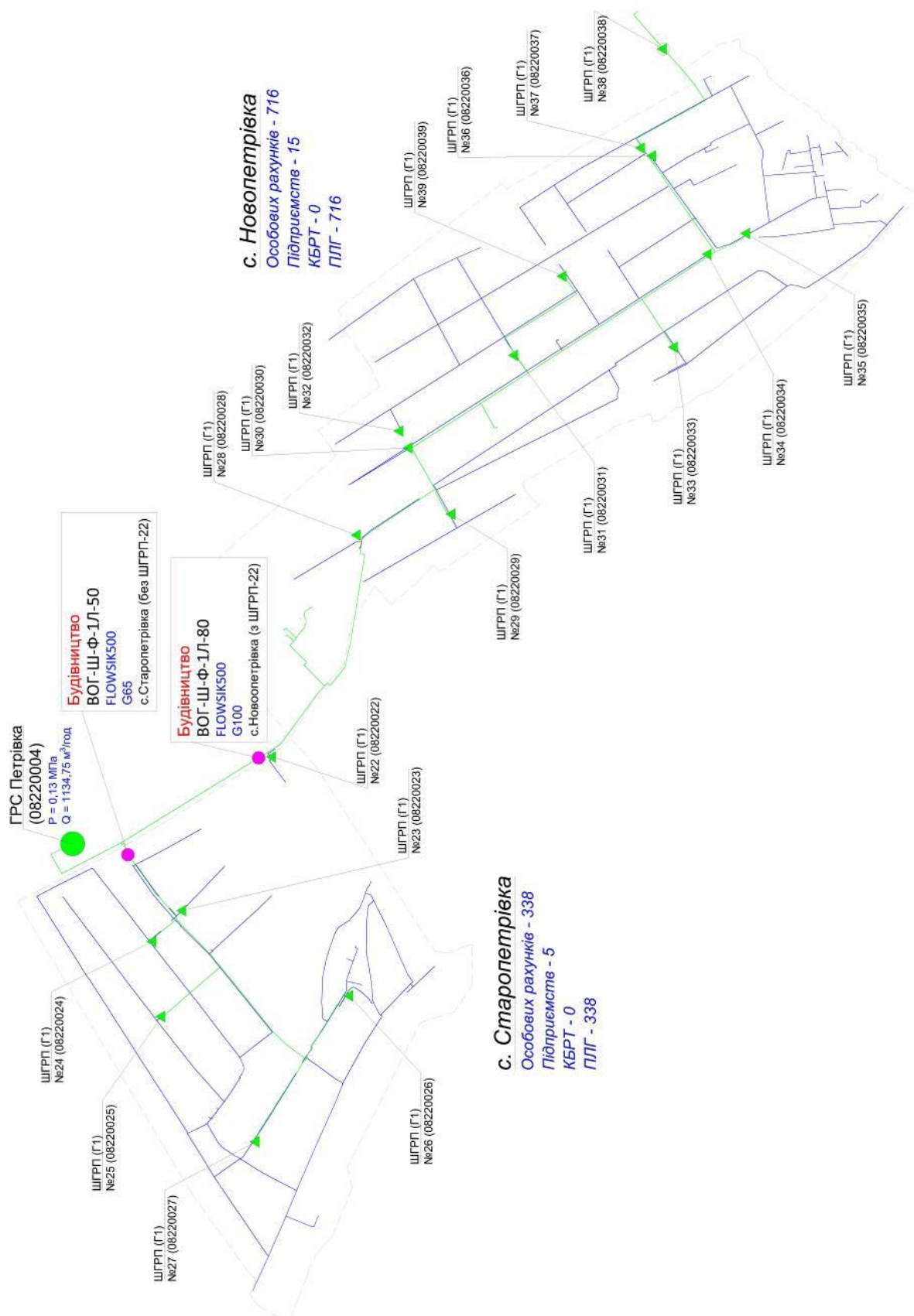


Рис. В.12. Схема секціювання системи газопостачання ГРС Петрівка (варіант 1)



Рис. В.14. Схема гідравлічного розрахунку модернізації с. Новопетрівка –
варіант 1

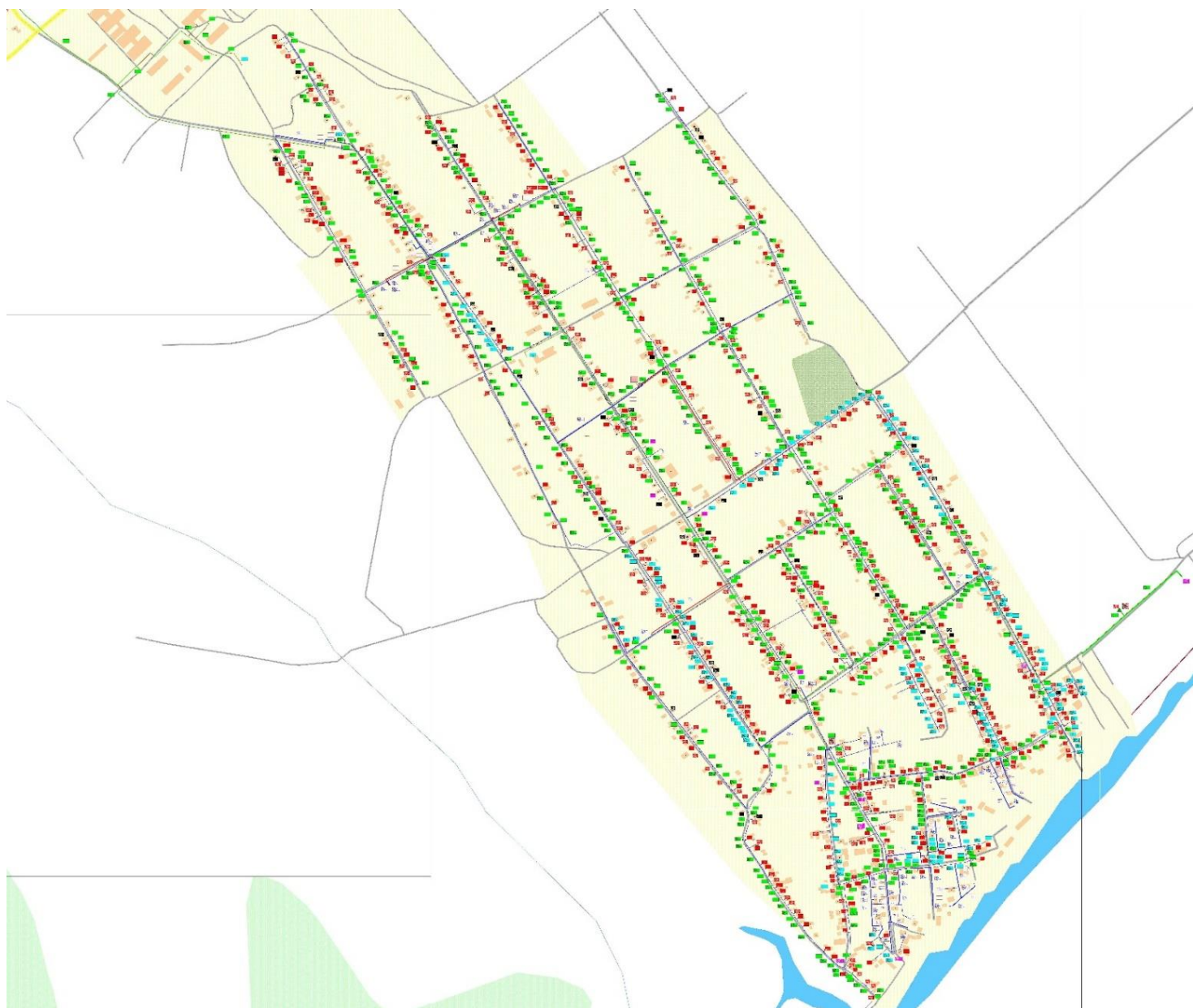


Рис. В.16. Схема гідравлічного розрахунку модернізації с. Новопетрівка –
варіант 2



Рис. В.17. Схема модернізації с. Старопетрівка - варіант 1

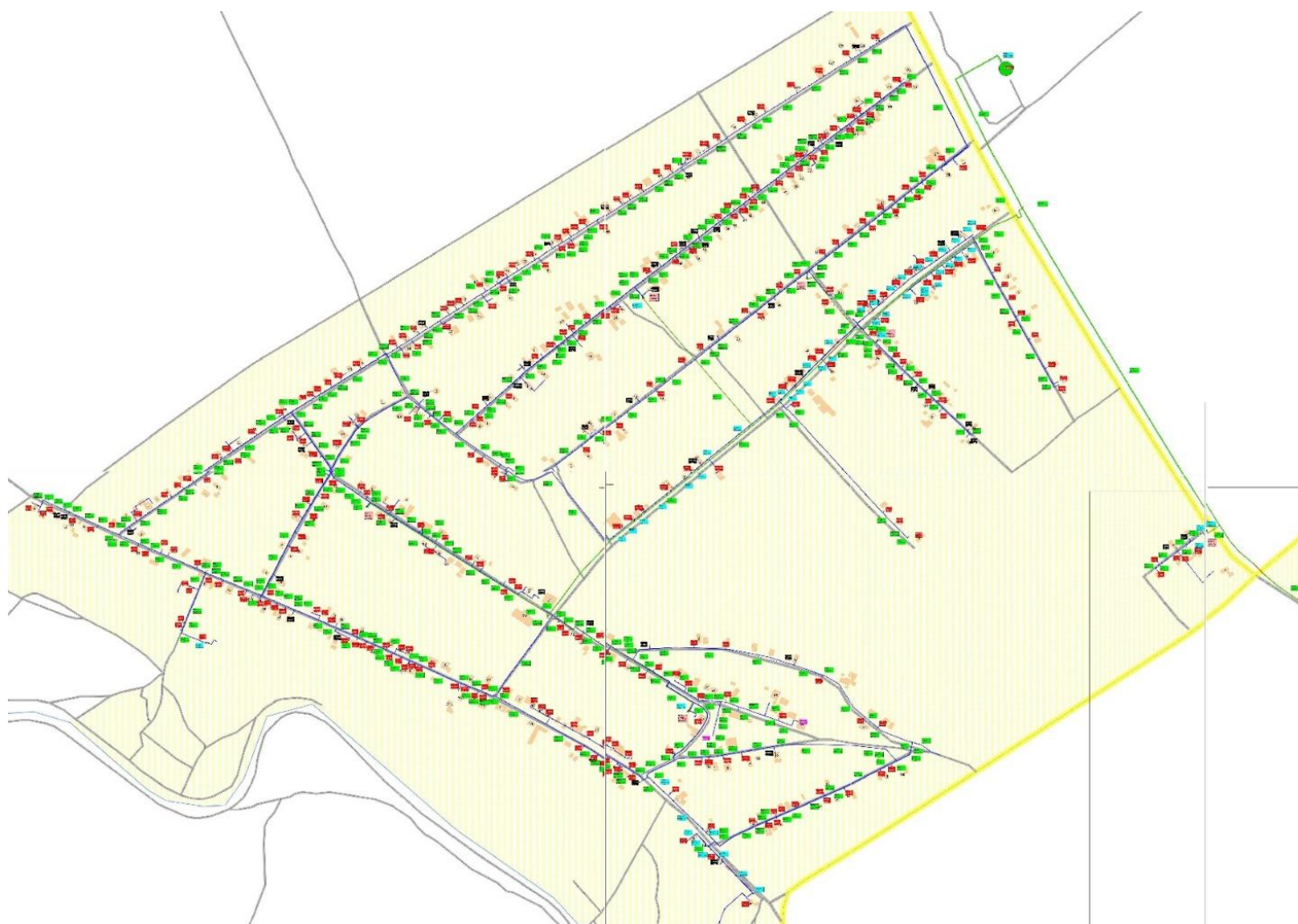


Рис. В.18. Схема гідравлічного розрахунку модернізації с. Старопетрівка – варіант 1

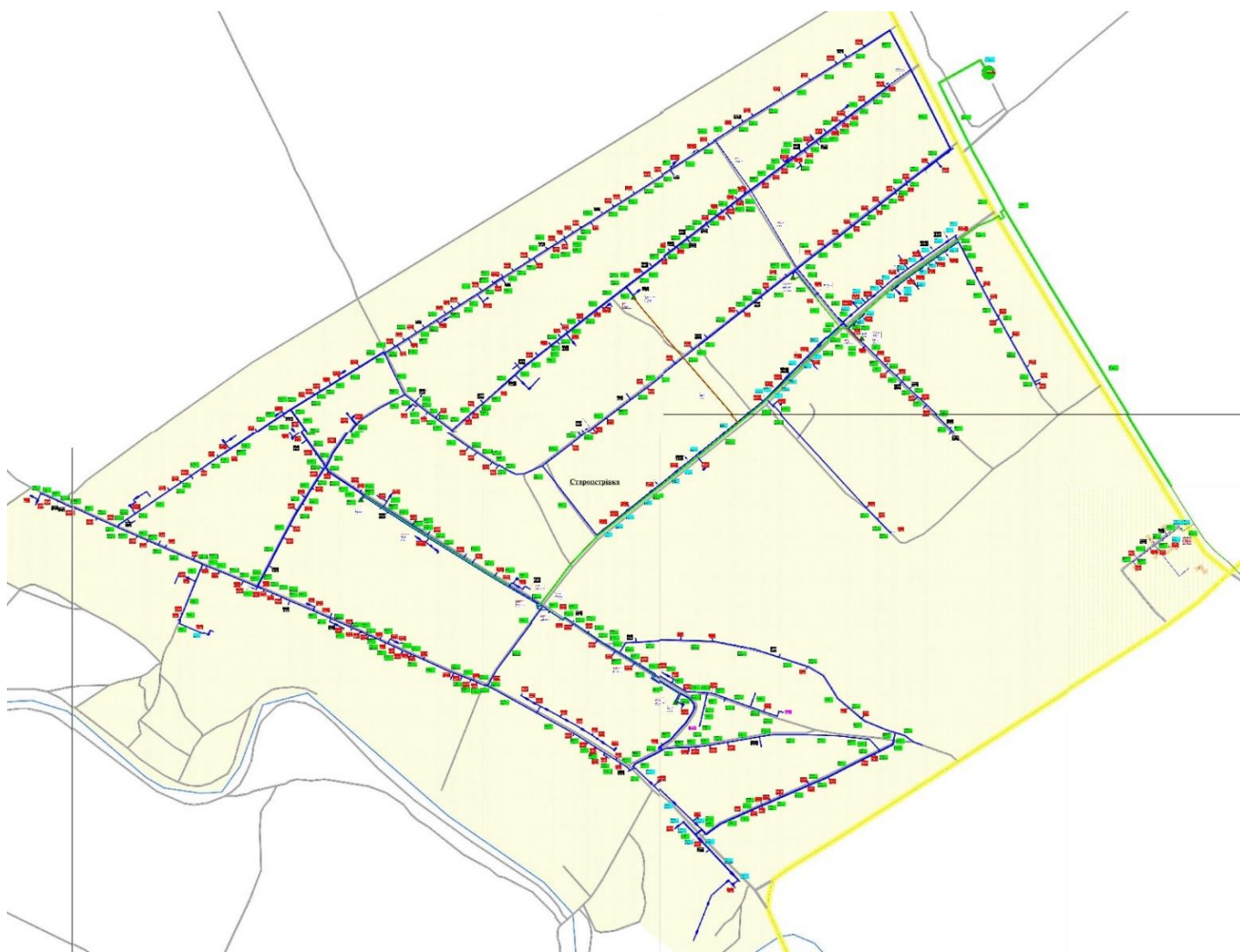
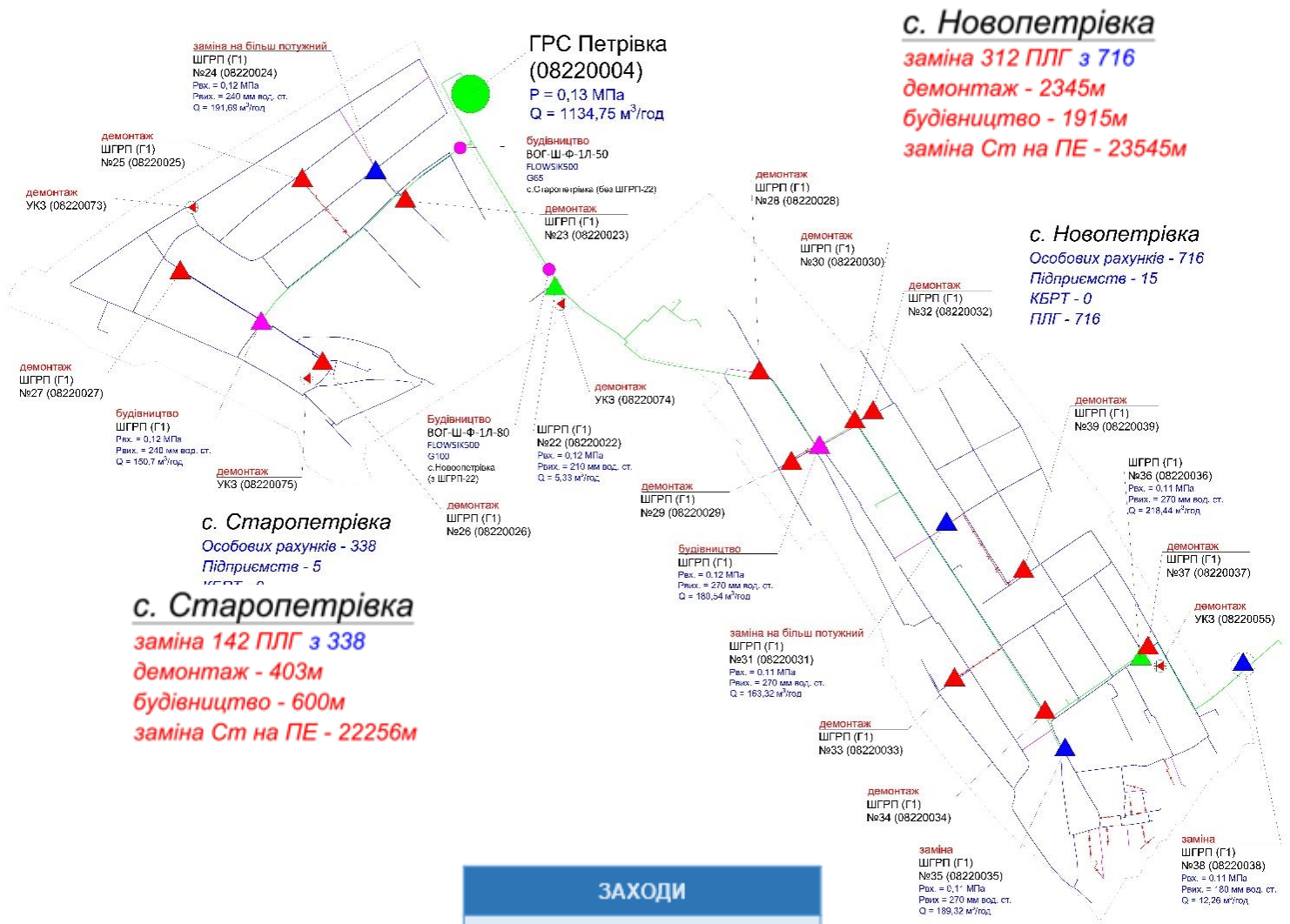


Рис. В.20. Схема гідравлічного розрахунку модернізації с. Старопетрівка –
варіант 2



с. Новопетрівка

заміна 312 ПЛГ з 716
демонтаж - 2345м
будівництво - 1915м
заміна Ст на ПЕ - 23545м

с. Новопетрівка
Особових рахунків - 716
Підприємств - 15
КБРТ - 0
ПЛГ - 716

с. Старопетрівка
Особових рахунків - 338
Підприємств - 5
КБРТ - 0
с. Старопетрівка
заміна 142 ПЛГ з 338
демонтаж - 403м
будівництво - 600м
заміна Ст на ПЕ - 22256м

ЗАХОДИ	
Етап 1	
•	ВОГ, будівництво = 2 од.;
•	ПЛГ, заміна = 454 од.;
•	ШРП, будівництво = 2 од.;
•	ШРП, демонтаж = 12 од.;
•	ШРП, заміна = 4 од.;
•	УКЗ, заміна = 1 од.
•	Г-ди, будівництво = 2 515 м;
•	Г-ди, демонтаж = 2 775 м;
•	Г-ди, зміна Г2 на Г1 = 879 м;
Етап 1	
•	Г-ди, заміна Ст на ПЕ = 45 657 м;
•	УКЗ, демонтаж = 4 од.

ПАРАМЕТРИ СИСТЕМИ		
	До	Після
ШГРП	18	8
УКЗ	4	0
ВОГ	0	2
ПЛГ	1054	1054
Г-ди Г2, км	11,942	10,400
Г-ди Г1, км	36,595	37,877

Рис. В.21. Схема повної модернізації ГРС Петрівка

ДОДАТОК Г

Таблиця Г.1

Технічні характеристики перетворювачів катодного захисту

Тип пристрою	Потужність, кВт	Напруга В	Струм, А	Тип пристрою	Потужність, кВт	Напруга, В	Струм, А
1	2	3	4	5	6	7	8
ПСК-М-0.6	0,6	48/24	12,5/25	КСС-1200	1,2	24/48	50/25
ПСК-М-1.2	1,2	48/24	25/50	СКЗТ-1500	1,5	60/24	25/50
ПСК-М-2	2,0	96/48	21/42	СКЗТ-3000	3,0	66/30	50/100
ПСК-М-3	3,0	96/48	31/62	СКЗМ-АКХ	5,5	50	100/10
ПСК-М-5	5,0	96/48	52/104	ПАСК-М-0.6	0,6	48/24	12,5/25
КСМ-500	0,5	50	10	ПАСК-М-1.2	1,2	48/24	25/50
КСМ-1200	1,2	60	10	ПАСК-М-2	2,0	96/48	21/42
КСС-300	0,3	12/24	25/12,5	ПАСК-М-3	3,0	96/48	31/62
КСС-600	0,6	24/48	25/12,5	ПАСК-М-5	5,0	96/48	52/104

Таблиця Г.2

Технічна характеристика анодних заземлювачів

Довжина l, м	Кількість труб n/Опір R	Питомий електричний опір ґрунту, Ом·м										
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Сила струму в ланцюзі катодного захисту 10 А. Однорядне заземлення з чавунних труб (електродів) діаметром 150 мм												
6	n, шт.	4										
	R, Ом	0,43	0,86	1,24	1,73	2,15	2,58	3,01	3,44	3,87	4,3	
10	n, шт.	3										
	R, Ом	0,36	0,72	1,09	1,45	1,81	2,17	2,53	2,9	3,26	3,62	
12	n, шт.	2										
	R, Ом	0,43	0,86	1,29	1,72	2,15	2,58	3,01	3,44	3,87	4,29	
15	n, шт.								2			
	R, Ом	0,36	0,72	1,07	1,43	1,79	2,15	2,51	2,86	3,22	3,58	

Закінчення таблиці Г.2

Сила струму в ланцюзі катодного захисту 10 А. Двухрядно заземлення з чавунних труб (електродів) діаметром 150 мм												
1,5	п, шт.	12			16			24			28	
	R, Ом	0,74	1,47	1,78	2,38	2,97	2,65	3,1	3,54	3,53	3,92	
6	п, шт.	4										
	R, Ом	0,46	0,92	1,37	1,83	2,29	2,75	3,21	3,67	4,12	4,58	
Сила струму в ланцюзі катодного захисту 15 А. Однорядне заземлення з чавунних труб (електродів) діаметром 150 мм												
6	п, шт.	6										
	R, Ом	0,31	0,63	0,94	1,26	1,57	1,89	2,20	2,52	2,83	3,15	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
10	п, шт.	4										
	R, Ом	0,29	0,58	0,87	1,16	1,45	1,74	2,02	2,31	2,60	2,89	
15	п, шт.	3								3		
	R, Ом	0,26	0,52	0,78	1,05	1,31	1,57	1,83	2,04	2,35	2,62	
18	п, шт.	2										
	R, Ом	0,31	0,62	0,92	1,23	1,54	1,85	2,16	2,47	2,77	3,08	
Сила струму в ланцюзі катодного захисту 15 А. Двухрядно заземлення з чавунних труб (електродів) діаметром 150 мм												
1,5	п, шт.	20		24	28	32		36		44	48	
	R, Ом	0,51	1,03	1,33	1,56	1,77	2,13	2,28	2,61	2,52	2,59	
6	п, шт.	6										
	R, Ом	0,34	0,69	1,03	1,37	1,71	2,06	2,40	2,74	3,09	3,43	
Сила струму в ланцюзі катодного захисту 25 А. Однорядне заземлення з чавунних труб (електродів) діаметром 150 мм												
6	п, шт.	10										
	R, Ом	0,21	0,43	0,64	0,86	1,07	1,29	1,50	1,72	1,93	2,00	
12	п, шт.	5										
	R, Ом	0,21	0,42	0,63	0,84	1,06	1,27	1,48	1,69	1,64	1,83	
15	п, шт.	4									5	
	R, Ом	0,21	0,43	0,63	0,83	1,04	1,25	1,46	1,67	1,88	1,76	
Сила струму в ланцюзі катодного захисту 25 А. Двухрядно заземлення з чавунних труб (електродів) діаметром 150 мм												
6	п, шт.	10									12	
	R, Ом	0,23	0,46	0,69	0,92	1,15	1,38	1,61	1,84	2,07	1,99	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Сила струму в ланцюзі катодного захисту 30 А. Однорядне заземлення з чавунних труб (електродів) діаметром 150 мм												
6	п, шт.	12									13	14
	R, Ом	0,19	0,37	0,59	0,75	0,93	1,12	1,31	1,49	1,58	1,66	
10	п, шт.	7									8	9
	R, Ом	0,19	0,38	0,56	0,75	0,94	1,13	1,31	1,50	1,50	1,54	
12	п, шт.	6									7	
	R, Ом	0,18	0,37	0,55	0,73	0,91	1,10	1,28	1,46	1,47	1,63	

ДОДАТОК Д*Таблиця Д.1***Розрахунок ВТВ після модернізації с. Новопетрівка – варіант 1***Таблиця Д.2***Розрахунок ВТВ після модернізації с. Новопетрівка – варіант 2***Таблиця Д.3***Розрахунок ВТВ після модернізації с. Старопетрівка – варіант 1***Таблиця Д.4***Розрахунок ВТВ після модернізації с. Старопетрівка – варіант 2***Таблиця Д.5***Розрахунки ВТВ, обсягів інвестицій, ефективності інвестицій після повної модернізації ГРП Петрівка**

Додаток Д - Розрахунки Таблиці Д.1.- Д.5 - представлені в кваліфікаційній роботі здобувача Андріянова В.А. як спеціальна частина комплексної кваліфікаційної роботи з однією темою.