

ЖИТОМИРСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ
Відділення «Інженерна інфраструктура та комп'ютерні науки»
Циклова комісія «Інженерна інфраструктура та комп'ютерні науки»

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проєкту
«фаховий молодший бакалавр»

на тему: **«Проект організації та виконання робіт з будівництва системи
газопостачання вулиць села Озерянка Житомирського району,
Житомирської області»**

Виконав: здобувач освіти IV курсу, групи БЦІ-42г
галузь знань 19 Архітектура та будівництво
спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія
за ОПП «Монтаж, обслуговування устаткування і
систем газопостачання»

Павло МАРЧУК

Керівник: **Діана ПАЛІЙ**

Рецензент: _____

м.Житомир, 2025р.

«Проект організації та виконання робіт з будівництва системи газопостачання вулиць села Озерянка Житомирського району, Житомирської області»

з висвітленням технології

таврового приєднання до сталевого газопроводу середнього тиску без зниження тиску з використанням фрези конструкції інж. Новака С.Я.

РЕФЕРАТ

Загальна довжина (у.т.ч.дворові вводи) газопроводів—**1796м**,розрахункова годинна витрата газу—**476,7м³/год.**,обсяг механізованої розробки ґрунту—**1358,766м³**, обсяг ручної розробки ґрунту—**130,105м³**,загальна нормативна трудомісткість робіт—**9610,22люд.(маш.)-год.**;трудомісткість на 1м газопроводу—**5,35люд.-год./м**;нормативна тривалість будівництва—**28роб. дн.**;середня кількість працюючих—**38чол.в** тому числі:кількість робітників—**33чол.**,ІТП і службовців—**2чол.**,МОП і охорони—**3чол.**;загальна вартість будівництва—**2632,104тис.грн.** при кошторисній трудомісткості БМР основного періоду будівництва—**6815люд.(маш.)-год.**;термін окупності капітальних вкладень—**3,75років.**

Вступ

Село Озерянка розташоване у Житомирському районі Житомирської області та займає площу 2,581 км². Його населення становить 576 осіб, що відповідає густоті населення 223,17 осіб/км².

Станом на кінець 2024 року рівень газифікації населених пунктів України природним газом був таким:

- Міста газифіковано: 429 із 460 (93,3%).
- Селища міського типу газифіковано: 646 із 885 (73%).
- Сільські населені пункти газифіковано: 15 175 із 28 397 (53,4%).

На 1 січня 2025 року частка газифікованих сільських населених пунктів у Житомирській області становила 35,9%.

Попри те, що з моменту відкриття першого газового родовища в Україні минуло понад століття, проблема газифікації залишається актуальною. Значна кількість населених пунктів досі не має доступу до природного газу, а його підведення до приватних будинків залишається складним і дорогим процесом.

Висока вартість газифікації компенсується її економічними та екологічними перевагами. Використання сучасних технологій дозволяє ефективно переробляти низькосортні вуглеводні (нафтові залишки, деревину, нафтові сланці тощо), забезпечуючи майже нульовий рівень викидів у порівнянні з традиційним спалюванням вугілля. Крім того, побічні продукти газифікації (азот, аргон, сірка, шлак) є безпечними для довкілля та затребуваними у металургійній, хімічній та інших галузях промисловості.

Темпи газифікації в останні роки значно знизилися через зростання тарифів на газ та збільшення вартості будівництва. Однак перспективи використання природного газу залишаються актуальними.

Через підвищення тарифів компанія «Житомиргаз» приділяє особливу увагу скороченню заборгованості споживачів, покращенню обліку використання газу, технічному оснащенню виробництва та пошуку додаткових джерел прибутку. Газ у сільських будинках є не розкішшю, а необхідністю, особливо для опалення. Незважаючи на складні економічні умови, мешканці сільських населених пунктів продовжують інвестувати у газифікацію своїх осель, віддаючи перевагу централізованому підведенню газу.

Постачання природного газу споживачам у Житомирському районі здійснює Житомирська філія ТОВ «Газорозподільні мережі України», а село Висока Піч обслуговує Житомирське відділення. Фахівці Житомирського управління експлуатації газового господарства щоденно проводять комплекс планових заходів, спрямованих на безаварійне та безперебійне газопостачання.

У межах дипломного проєкту мною було розроблено систему газопостачання частини села Озерянка із використанням поліетиленових труб для газопроводів середнього тиску, встановленням регуляторів тиску DSR-10 та сучасних лічильників газу з термодіагнозом.

1.ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА ПРОЄКТУ

1.1.Вихідні дані,опис запроектованого об'єкту

Завданням на дипломне проектування визначено необхідність проектування системи газопостачання вулиць **Житомирська, Вишнева, Сонячна** села **Озерянка** Житомирського району Житомирської області.

Рельєф місцевості в районі села **Озерянка** є помірним, що виключає значні природні чи інженерні перепони для проведення будівельних робіт.

Маршрут газопровідної траси проходить через землі сільськогосподарського призначення, а також крізь забудовані території Житомирського району.

Архітектурна забудова села складається переважно з одно- та двоповерхових житлових будинків садибного типу, які доповнені господарськими спорудами. Така структура забудови сприяє спрощенню процесу проектування та здійснення будівельних робіт для газопостачання.

Район будівництва, згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010, відносять до **I кліматичного району** України – **Північно-західний, зона – Полісся, Лісостеп**, клімат – **помірно-континентальний** з наступними характеристиками[11]:

- розрахункова зимова температура зовнішнього повітря:
найбільш холодної п'ятиднівки -22°C ;
- абсолютний мінімум температур повітря $-37 \div -40^{\circ}\text{C}$;
- абсолютний максимум температур повітря $+37 \div +40^{\circ}\text{C}$;
- середня температура повітря:
літнього періоду (липень) - $+18 \div +20^{\circ}\text{C}$;
- зимового періоду (січень) - $-5 \div -8^{\circ}\text{C}$;
- середня температура зовнішнього повітря за опалювальних період $-0,8^{\circ}\text{C}$;
- тривалість опалювального періоду **192 дні**;
- середньорічна сума опадів **665 мм**;
- середня висота снігового покриву **0,24 м**.

Характеристика ґрунтів по трасі газопроводу:

Рослинний шар 0,2-0,4м.; суглинок легкий 1,5м:

- тип за просіданням **слабоздимальні:**
- група за важкістю розробки **I...IV;**
- нормативна глибина промерзання ґрунтів **1,08м;**
- присутність та рівень ґрунтових вод **нижче 2,7м;**
- рельєф місцевості **спокійний.**

Ґрунтами основи під газопровід є **піски мілкі середньої щільності малого ступеню водонасичення**.

Проектування здійснено на основі наданих вихідних даних, з неухильним дотриманням чинних нормативних документів та державних стандартів України. Усі технічні рішення відповідають вимогам проектної, технічної та будівельної документації, без порушень регламентованих норм.

1.2. Характеристика об'єкту будівництва

Джерелом газопостачання є наявний сталевий газопровід середнього тиску діаметром Ø89х3,6 мм, що пролягає по вулиці Житомирська. До нього передбачено підключення запроектованої газорозподільної мережі.

Проектом передбачено використання природного газу для задоволення комунально-побутових потреб населення, зокрема для приготування їжі, підігріву води для господарсько-гігієнічних потреб, приготування кормів для домашніх тварин, а також для опалення житлових будинків. Крім того, природний газ буде використовуватись для забезпечення потреб підприємств, закладів комунально-побутового обслуговування та громадських установ — на опалення, гаряче водопостачання та технологічні процеси.

Основою для проектування системи газопостачання є генеральний план забудови вулиць Житомирська, Вишнева та Сонячна в селі Озерянка Житомирського району Житомирської області. Забудова включає 54 житлові будинки (одно- та двоповерхові) з присадибними ділянками та господарськими спорудами, середня площа яких коливається від 100 до 180 м².

Фінансування робіт з газифікації планується здійснювати за рахунок коштів мешканців. Для цього буде створено вуличний кооператив.

У розрахунках прийнято, що всі індивідуальні будинки обладнані:

- газовими плитами типу ПГ-4 з витратою газу 1,4 нм³/год;
- опалювальними котлами потужністю 24 кВт з витратою газу 2,8 нм³/год.

Проект також враховує можливість подальшого розширення мережі для газифікації до 125 житлових будинків, з прокладанням транзитного газопроводу по вул. Житомирська.

На зазначених вулицях відсутні громадські споживачі.

Запроектовані вуличні газопроводи отримуватимуть газ із існуючого міжселищного сталевого газопроводу середнього тиску Ø89х3,6 мм. Середня геодезична відмітка території — 49,5 м.

Загальна протяжність газопровідної мережі становить:

- розподільчий вуличний газопровід — 1451 м;
- дворові вводи — 345 м.

2.РОЗРАХУНКОВО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

2.1.Система,схема газопостачання

Система газопостачання передбачає забезпечення газом усіх категорій споживачів з урахуванням як існуючих, так і перспективних навантажень [2].

Проектом передбачено одноступеневу систему газопостачання, яка базується на використанні газопроводів середнього тиску. Розподільча мережа прокладається вздовж вулиць села з поліетиленових труб. Для зниження тиску газу з 0,3 МПа до 0,003 МПа на території кожного домоволодіння встановлюються внутрішньодворові регулятори тиску типу DSR-10 [2].

У точці підключення до існуючого сталевого газопроводу на вул. Житомирська абсолютний тиск газу становить $P_{т.1} = 0,325$ МПа (3,25 ата).

Газ подається у мережу середнього тиску, від якої живляться будинкові регулятори, призначені для зниження тиску у житлових будинках до необхідного рівня. Запроектована схема газопроводів середнього тиску є тупиковою.

2.2.Розрахункові показники. Розрахунок витрат газу

Обсяги споживання газу в селі визначаються низкою факторів: чисельністю населення, рівнем благоустрою житла, наявністю та кількістю сільськогосподарських тварин, кліматичними умовами, характерними для району, а також потужністю встановленого газового обладнання [2]. Основною розрахунковою величиною при визначенні діаметрів газопроводів є максимальні годинні витрати газу з урахуванням перспективного розвитку інфраструктури. Розрахунковий період становить 20–25 років, згідно з планом перспективного розвитку [2].

Витрати природного газу визначено на підставі фактичного розташування житлових будинків та об'єктів громадського призначення на відповідних вулицях села. Переважну частину споживачів становлять індивідуальні житлові будинки, обладнані побутовими газовими плитами для приготування їжі та малогабаритними опалювальними котлами для теплопостачання. Газоспоживання на опалення житлового фонду визначалося відповідно до площі опалюваних приміщень, згідно з вимогами ДБН В.2.5-39:2008. Розрахунок витрат газу для виробничих та сільськогосподарських об'єктів здійснено на основі фактичних даних, наданих відповідними споживачами.

Максимальна годинна витрата газу на ділянках запроектованого газопроводу по трасах №1, 2, 3, 4, 5, що пролягають вулицями Житомирська, Сонячна та Вишнева в селі Озерянка, з урахуванням транзитного потоку, становить 476,7 нм³/год.

Розрахунки виконані відповідно до вимог ДБН В.2.5-20:2018. Як основний вид палива використовується природний газ з нижчою теплотою згоряння $Q_{\text{нр}} = 34$ МДж/м³. При визначенні витрат природного газу в кожному житловому будинку передбачається встановлення наступного газового обладнання:

- побутовий теплогенератор потужністю 24 кВт з витратою 2,8 нм³/год;
- газова плита типу ПГ-4 з витратою 1,4 нм³/год.

Згідно зі схемою гідравлічного розрахунку, до запроєктованої газорозподільної мережі передбачається підключення 54 житлових будинків. Також проєктом передбачено перспективне розширення мережі з метою забезпечення газопостачання до 125 житлових будинків, розташованих на інших вулицях села. Для відокремлених житлових районів, окремих вулиць або груп будинків із населенням до 500 осіб розрахункова годинна витрата природного газу Q_d^h , нм³/год, визначається як сума номінальних витрат усіх газових приладів з урахуванням коефіцієнта одночасності їх роботи. Формула має вигляд::

$$Q_d^h = \sum_{i=1}^m k_{sim} q_{nom} n_i, \text{ нм}^3/\text{год.} \quad (2.1)$$

де k_{sim} – коефіцієнт одночасності, значення якого приймають за дод.Д [2]

q_{nom} – номінальна витрата газу одного приладу або групи приладів, по паспортним даним або технічним характеристикам приладів, м³/год.;

n_i – число однотипних приладів або груп приладів, шт.;

m – число типів приладів або груп приладів, шт.

Тобто при встановленні в будинках газової плити та котла формула (2.1) буде мати вигляд:

$$Q_d^h = k_{sim\text{ПГ-4}} \times q_{nom\text{ПГ-4}} \times n_{\text{ПГ-4}} + k_{sim\text{КОТЛ}} \times q_{nom\text{КОТЛ}} \times n_{\text{КОТЛ}}, \text{ нм}^3/\text{год.} \quad (2.2)$$

Враховуючи вищевикладені вимоги, розраховую загальні витрати газу для 54 житлових будинків присадибного типу (які безпосередньо знаходяться на вулицях запроєктованої мережі) і транзит газу для 125 будинків, що розміщені на інших вулицях села:

$$B_{\text{заг}} = B_{\text{год.пл}} + B_{\text{год.котл}} + \sum B_{\text{год.транзит}}, \text{ нм}^3/\text{год.} \quad (2.3)$$

де $B_{\text{заг}}$ – загальна розрахункова годинна витрата газу, нм³/год.;

$B_{\text{год.пл}}$ – розрахункова годинна витрата газу для плит, нм³/год.;

$$B_{\text{год.пл}} = K_{sim} \times q_{nom.пл} \times n_i, \text{ нм}^3/\text{год.}$$

$B_{\text{год.котл}}$ – розрахункова годинна витрата газу для котлів, нм³/год.;

$$B_{\text{год.котл}} = K_{sim} \times q_{nom.котл} \times n_i, \text{ нм}^3/\text{год.}$$

$$B_{\text{год.пл}} = 0,2021 \times 1,4 \times 179 = 50,7 \text{ нм}^3/\text{год.};$$

$$B_{\text{год.котл}} = 0,85 \times 2,8 \times 179 = 426 \text{ нм}^3/\text{год.}$$

$$B_{\text{заг}} = 50,7 + 426 + 0 = 476,7 \text{ нм}^3/\text{год.}$$

Аналогічно виконую розрахунки за всіма ділянками і по відгалуженнях відповідно схеми гідравлічного розрахунку.

Результати обчислень я звів у таблицю 2.1.

**Таблиця 2.1 Витрати природного газу житловими будинками
(вул. Житомирська, Вишнева, Сонячна с. Озерянка)**

№№ ділянки	Найменування споживачів	$Q_d^h = \sum_{i=1}^m k_{sim} q_{nom} n_i + Q_{in,свож}$	Q_d^h , нм³/год.
4-5	траса №2	7 (1,4×0,28 + 2,8×0,85)	19,4
4-6	траса №5	3 (1,4×0,45 + 2,8×0,85)	9,1
3-4	траса №2	18 (1,4×0,237 + 2,8×0,85)	48,8
7-8	траса №3	12 (1,4×0,25 + 2,8×0,85)	32,8
7-9	траса №4	2 (1,4×0,65 + 2,8×0,85)	6,6
2-7	траса №3	24 (1,4×0,2334 + 2,8×0,85)	65,0
3-3'	траса №1	137 (1,4×0,2063 + 2,8×0,85)	365,6
2-3	траса №1	155 (1,4×0,2045 + 2,8×0,85)	413,3
1-2	траса №1	179 (1,4×0,2021 + 2,8×0,85)	476,7
Усього годинна витрата за схемою:			476,7

Розрахункові витрати газу по категоріям споживачів приведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 Відомість споживачів газу

№ п/п	Шифр по схемі	Найменування	Розрахункова витрата газу, нм³/год	Примітка
1	КБРТ	Комунально-побутові потреби (населення) у т.ч транзит газу для перспективного розвитку мережі	476,7	вул. Житомирська, Сонячна, Вишнева

2.3. Гідравлічний розрахунок вуличних газопроводів середнього тиску

Відповідно до завдання дипломного проектування, абсолютний тиск у точці підключення (початковий вузол проектування) становить: $t.1 = 0,325$ МПа (3,25 ата). Діаметри газопроводів визначаються в результаті гідравлічного розрахунку за умов забезпечення безперебійного газопостачання всім споживачам у період максимальної витрати з дотриманням допустимих перепадів тиску [5].

Гідравлічний розрахунок для одноступеневої системи середнього тиску, що проектується з використанням КБРТ, виконується з дотриманням вимоги: у найвіддаленіших точках від ГРП у періоди пікового навантаження тиск не повинен бути нижчим за 0,05 МПа (0,5 кгс/см²) [2].

У межах розрахунку виконано [5]:

- оптимальний розподіл потоків газу між джерелами та споживачами по ділянках заданої мережі за відомими довжинами та навантаженнями;
- підбір стандартних діаметрів труб з доступного сортаменту з урахуванням повного використання допустимого перепаду тисків для мінімізації капіталовкладень;
- гідравлічне ув'язування мережі з визначенням тиску у вузлових точках системи при відомих витратах, довжинах труб та їх діаметрах.

Для проведення розрахунків складено схему газопроводів із нанесенням вузлових точок. На схемі зазначено: витрати газу (нм³/год) по ділянках мережі згідно з попереднім розділом; геометричні довжини ділянок, визначені за трасуванням на плані газових мереж [5]. Нумерація вузлів починається від точки врізки в існуючий розподільчий газопровід на вул. Житомирська та триває до найвіддаленішого споживача по тій же вулиці (розрахунковий напрямок 1–2–3–3'), що є головною магістраллю схеми. Після цього нумеруються відгалуження. Гідравлічний розрахунок запроєктованої мережі середнього тиску виконано відповідно до схеми на аркуші №1 графічної частини проекту. Розрахунок проводився методом питомих втрат тиску на тертя, при цьому втрати тиску у місцевих опорах враховані як 10% від втрат тиску по довжині, згідно з методикою спрощеного розрахунку для вуличних газопроводів населених пунктів [2].

Розрахункова довжина головної магістралі [5]:

$$L_{розр} = L_{ф} \times 1,1, \text{ км}$$

де $L_{ф}$ – фактична довжина головної магістралі, км.

$$L_{розр} = (0,063 + 0,007 + 0,2 + 1,469) \times 1,1 = 1,913 \text{ км}$$

Визначаю питому різницю квадратів тиску для головної магістралі за формулою:

$$\alpha_{сер} = \frac{P_n^2 - P_k^2}{\sum L_{розр}}, \text{ ата}^2/\text{км} \quad (2.5)$$

де P_n – абсолютне значення тиску газу в точці врізки, ата; $P_n = 3,25$ ата;

P_k – абсолютне значення тиску газу на вході, у найбільш віддаленого споживача, ата, приймаю $P_k = 1,5$ ата (відповідно вимог [2]);

$\Sigma L_{розг}$ – розрахункова довжина головної магістралі, км.

$$\alpha_{сер} = \frac{3,25^2 - 1,5^2}{1,913} = 4,35 \text{ ата}^2/\text{км};$$

Орієнтуючись на питому різницю квадратів тиску $\alpha_{сер} \leq 4,35 \text{ ата}^2/\text{км}$, по номограмі в залежності від витрати газу на ділянці, підбираємо діаметр газопроводу. При вибраному діаметрі визначаємо фактичну питому різницю квадратів тиску $\alpha_{факт}$, а потім кінцевий тиск на ділянці P_k , ата визначаємо за формулою [5]:

$$P_k = \sqrt{P_n^2 - \alpha_{факт} \times L_{розг_i}}, \text{ ата} \quad (2.6)$$

де P_k – кінцевий тиск на i -й ділянці газопроводу, ата;

P_n – початковий тиск на i -й ділянці газопроводу, ата;

$\alpha_{факт}$ – фактична питома втрата різниці квадратів тиску на ділянці при вибраному стандартному діаметрі труби, (визначається за номограмою), $\text{ата}^2/\text{км}$.

Тому для ділянки 1-2 за витрати газу $Q=476,7 \text{ нм}^3/\text{год}$. і $\text{Ø}75 \times 4,3 \text{ мм}$ по номограмі визначено, що $\alpha_{факт} = 3,5 \text{ ата}^2/\text{км}$.

$$P_2 = \sqrt{3,25^2 - 3,5 \times 0,069} = 3,26 \text{ ата}.$$

Аналогічно підбираю діаметри труб для інших ділянок головної магістралі, а потім на відгалуженнях, визначаючи тиск у вузлових точках.

Результати обрахунків заносу до таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 Гідравлічний розрахунок вуличних газопроводів середнього тиску

Розрахункова ділянка	Годинна витрата газу, $Q, \text{ нм}^3/\text{год}$	Діаметр газопроводу $D_3 \times \delta, \text{ мм}$	Довжина ділянки		Початковий тиск, $P_n, \text{ ата}$	Питома різниця квадратів тиску, $\alpha_{ф}, \text{ ата}^2/\text{км}$	Кінцевий тиск, $P_k, \text{ ата}$
			Фактична $L_{факт}, \text{ км}$	Розрахункова $L_{розг}, \text{ км}$			
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Головна магістраль – напрямок 1-2-3-3'							
1-2	476,7	75×4,3	0,063	0,069	3,25	3,45	3,213
2-3	413,3	75×4,3	0,007	0,008	3,213	2,9	3,209
3-3'	365,6	75×4,3	0,2	0,22	3,209	2,1	3,136
Відгалуження							
3-4	48,8	50×2,9	0,231	0,254	3,209	0,018	3,202
4-5	19,4	50×2,9	0,196	0,216	3,202	0,034	3,201
4-6	9,1	50×2,9	0,104	0,114	3,202	0,01	3,2018
2-7	65,0	50×2,9	0,3	0,33	3,213	0,32	3,197
7-9	6,6	50×2,9	0,06	0,066	3,197	0,01	3,196
7-8	32,8	50×2,9	0,29	0,319	3,197	0,075	3,193
			$\Sigma 1,451$				

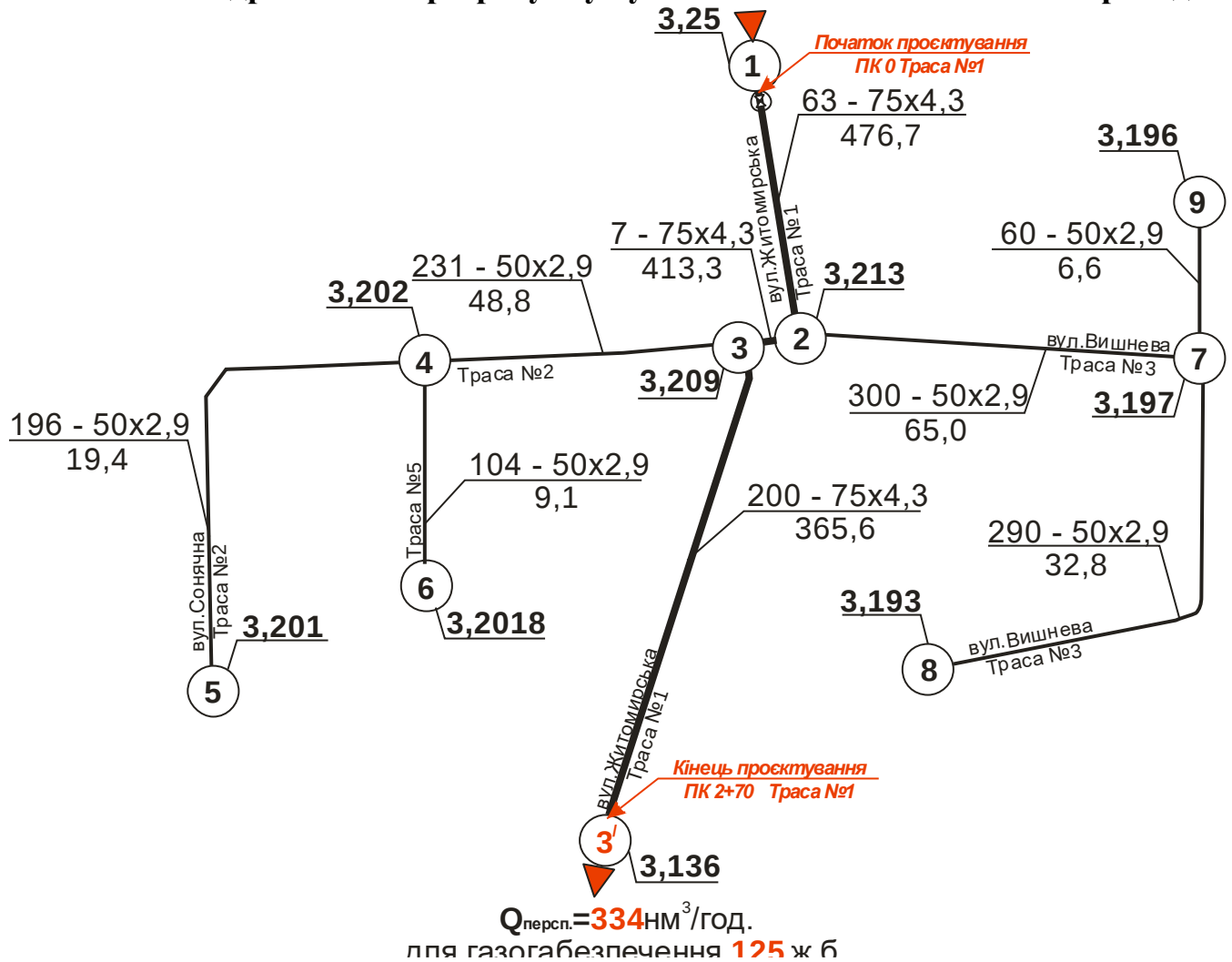
Як показують результати розрахунків, тиск у кінцевих вузлових точках мережі не опускається нижче допустимого рівня — 1,5 ата [5], що було прийнято як контрольне значення при виконанні гідравлічного аналізу. Це свідчить про коректність проведених розрахунків і підтверджує працездатність проєктної схеми газопостачання.

На основі отриманих даних гідравлічного розрахунку визначено загальну потребу в трубах для будівництва вуличних газопроводів

Таблиця 2.4 Відомість труб газопроводів середнього тиску

№ п/п	Розмір (діаметр) труб, мм	Довжина, км
Вуличний газопровід		
1	HDPE PE 80 «ГАЗ» SDR 17,6 Ø75×4,3	0,27
2	HDPE PE 80 «ГАЗ» SDR 17,6 Ø50×2,9	1,181
	Усього:	1,451
Дворові вводи		
3	ПЕ 80 SDR 11 Ø25×3	0,345
	Разом:	1,796

Рис.2.1.Схема гідравлічного розрахунку вуличних поліетиленових газопроводів



2.4.Газопроводи,споруди на них

Для будівництва газопроводів середнього тиску в межах проєкту передбачено використання таких матеріалів: поліетиленові труби — згідно з вимогами ДСТУ Б В.2.7-73:98 та сталеві електрозварні труби, відповідно до ДСТУ 8943:2019. Труби виготовляються зі сталі звичайної якості, група В, марка СтЗсп2, також за ДСТУ 8943:2019.

Конструкції газопроводів. У рамках проєкту для прокладання газопроводів середнього тиску застосовуються поліетиленові труби високої щільності, виготовлені відповідно до ДСТУ Б В.2.7-73:98. З'єднання труб виконується терморезисторним зварюванням. Мінімальний коефіцієнт запасу міцності труб і з'єднувальних деталей становить 2,5, а на окремих ділянках — не менше 3,15 [2].

Проєктом передбачено резерв труб у розмірі 2% від загальної довжини газопроводу — для виготовлення контрольних зварних з'єднань і вузлів [2]. Поставка труб передбачається в бухтах або на котушках.

Глибина прокладання газопроводу — не менше 1,2 м від поверхні до верху труби, згідно з поздовжнім профілем (графічна частина, аркуш №3). Газопровід укладається на штучну піщану основу товщиною не менше 10 см, із подальшим засипанням піском на висоту 20 см.

З'єднання на прямих і вертикальних ділянках виконуються терморезисторним зварюванням із використанням заводських деталей:

- Заглушки: ZE 75 – 1 шт., ZE 50 – 4 шт.
- Коліна KE 50 (90°): 2 шт.
- Переходи редуційні: RE 75/63 – 2 шт., RE 63/50 – 2 шт., RE 32/25 – 54 шт.
- Муфти: ME 75 – 6 шт., ME 50 – 16 шт., ME 25 – 54 шт.
- Трійники рівнопрохідні: TE 75 – 2 шт., TE 50 – 2 шт.
- Трійники сідлові: OS 75/32 – 12 шт., OS 50/32 – 42 шт.
- З'єднання ПЕ/Сталь: ПС-01 (Ø25/20) – 54 шт.

Повороти газопроводу виконуються шляхом згинання труб з радіусом не менше 25 зовнішніх діаметрів труби. При кутах повороту до 2–60° в горизонтальній чи вертикальній площинах повороти досягаються природним вигином труби при укладанні [2].

Над трубою, на висоті 400–500 мм, укладається жовта полімерна попереджувальна стрічка шириною не менше 200 мм із написом «ГАЗ».

Для візуалізації розташування поліетиленового газопроводу передбачено:

- встановлення табличок-показчиків на опорах ЛЕП, житлових будинках або орієнтирних стовпчиках;
- розміщення пізнавальних стовпчиків уздовж траси з інтервалом не більше 500 м на прямих ділянках, а також у ключових точках (повороти, арматура, зміна діаметра);
- орієнтувальні стовпчики встановлюються праворуч по ходу газу на відстані 1 м від осі газопроводу [2].

Запірні пристрої. Запроєктований газопровід підключається до раніше запроєктованої мережі вуличних поліетиленових газопроводів середнього тиску. Безпосередньо після точки врізки в наявний сталевий газопровід середнього тиску Ø89х3,6 мм на вул. Житомирська передбачено встановлення поліетиленового кульового крана типу К 75 у безколодязному виконанні (під ковер). Цей кран призначений для забезпечення можливості відключення запроєктованих вуличних газопроводів у разі аварійної ситуації, технічного обслуговування або ремонтних робіт, що є стандартною вимогою для мереж середнього тиску.

Переходи через автодороги. У межах даного проєкту не передбачено прокладання вуличних газопроводів через автомобільні дороги з асфальтовим покриттям. Перетин газопроводів через вулицю Вишневу здійснюється без захисних футлярів, оскільки покриття дороги є щебеневим, а сам перехід виконується відкритим способом. Відповідно до вимог ДБН В.2.5-20:2018, при відкритому способі прокладання поліетиленових газопроводів через сільські дороги та вулиці в селах і селищах улаштування футлярів не є обов'язковим.

Антикорозійний захист і ізоляція. Матеріали та конструкція ізоляційного покриття повинні відповідати вимогам ДСТУ Б.В.2.5-29:2006 [5]. Для захисту сталеві частини підземного газопроводу від ґрунтової корозії передбачено застосування ізоляції типу «дуже посиленого» класу [2]. Металеві ділянки з'єднань ПЕ/СТАЛ у підземному виконанні покриваються антикорозійною ізоляцією того ж типу — бітумно-гумовим покриттям або стрічками марки «Полізол». Для захисту надземної частини газопроводу використовується два шари ґрунтовки ХС-010 та два шари емалі типу «Поліпромсинеф». Сталеві футляри захищаються від електрохімічної корозії за допомогою протекторного захисту [2].

Ввідні газопроводи до житлових будинків від розподільчих мереж виконуються з поліетиленових труб Ø25×3 мм. Перехід на металеву частину здійснюється на вертикальній ділянці не вище 0,8 м від рівня землі та виконується за окремим проєктом. Надземна частина поліетиленового газопроводу та вузол з'єднання з металевією трубою монтуються в металевому футлярі з вентиляційними отворами для відбору проб повітря [2].

Сталеві труби з'єднуються методом дугового зварювання встик. Типи з'єднань, їх конструкція та розміри повинні відповідати ДСТУ 16037. Зварні стики підлягають контролю фізичними методами, обсяг контролю визначається відповідно до вимог [2].

Для монтажу фасонних елементів використовуються штамповані та гнуті деталі заводського виготовлення [2].

Наземні сталеві газопроводи підлягають фарбуванню двома шарами емалі ХВ-124 по двох шарах ґрунтовки ФЛ-03К. Металеві частини підземних з'єднань типу «поліетилен-сталь» ізолюються стрічками «Полізол» типу «дуже посиленого» антикорозійного захисту [2].

Повороти сталевих трубопроводів при кутах до 15° можуть виконуватись без фасонних елементів шляхом стикування труб із попередньо скошеними торцями [2].

КБРТ. Регулювання витрати та зниження тиску газу перед подачею до житлових будинків здійснюється за допомогою комбінованих будинкових регуляторів тиску типу DSR-10 з номінальною пропускною здатністю 10 м³/год.

Регулятори DSR — це серія прямодіючих двоступінчастих регуляторів тиску, призначених для застосування у комунально-побутовому секторі та на промислових об'єктах. Завдяки своїм конструктивним особливостям вони встановлюються поблизу споживачів, у тому числі безпосередньо на газових лічильниках.

Регулятор тиску DSR-10 обладнаний вбудованими пристроями безпеки:

- відсічним пристроєм, що автоматично припиняє подачу газу у разі:
 1. падіння вхідного тиску нижче допустимого рівня;
 2. перевищення витрати газу споживачем понад пропускну спроможність регулятора;
- скидним клапаном, який скидає надлишковий газ в атмосферу при перевищенні вихідного тиску понад 3,0 кПа + 5%.

Комбінований будинковий регулятор тиску DSR-10 монтується в спеціальній шафі, виготовленій із негорючого матеріалу. Шафа повинна мати вентиляційні отвори у верхній та нижній частинах. Установлення КБРТ виконується на опорах на висоті, зручній для експлуатації та обслуговування обладнання — у проєкті передбачено 1,6 м від рівня землі.

У разі встановлення шафового регуляторного пункту з регулятором DSR-10 на опорах поруч із житловими будинками, що перевищують висоту ШПП, улаштування блискавкозахисту не вимагається [2].

2.5. Проектування газопостачання індивідуального житлового будинку

Проект газопостачання житлового будинку розроблено згідно вимог ДБН В.2.5-20:2018 та НПАОП 0.00-1.76-2015 «Правила безпеки систем газопостачання», Кодексу газорозподільчих систем та інших діючих нормативних документів.

Зовнішнє газопостачання. Джерелом газопостачання (точкою підключення об'єкта) є запроєктований у попередньому розділі середньотисковий поліетиленовий газопровід Ø50×2,9 мм, який проходить по вул. Вишнева в селі Озерянка Житомирського району.

Згідно з проектом, передбачено підключення житлового будинку №44 по вул. Вишнева за допомогою підземного поліетиленового газопроводу середнього тиску Ø25×3 мм. Для його будівництва передбачено використання поліетиленових труб високої густини класу ПЕ 80, SDR-11, виготовлених відповідно до ДСТУ Б.В.2.7-73-98. Труби постачаються в бухтах, із передбаченим 2% запасом для виготовлення контрольних зварних з'єднань. Монтаж труб виконується методом терморезисторного зварювання.

Глибина закладання газопроводу передбачена не менше 1,2 м до верху труби. Прокладка здійснюється на штучній основі з шару мінерального ґрунту завтовшки 10 см, з подальшою засипкою аналогічним матеріалом на висоту 20 см [2].

З'єднувальні елементи (муфти, відводи, трійники, переходи РЕ/Сталь) повинні виготовлятися в заводських умовах та відповідати чинним нормативним документам [2].

Перехід поліетиленового газопроводу на сталеву трубу виконується при виході із землі. З'єднувальний вузол розміщується в металевому футлярі з вентиляційними отворами для відбору проб повітря [5]. Верхню частину футляра необхідно ущільнити для запобігання потраплянню опадів у міжтрубний простір або використати уніфікований заводський газовий стояк Ø25 мм (ПС-01).

Зниження тиску газу з 0,3 МПа до 300 даПа виконується за допомогою комбінованого будинкового регулятора тиску DSR-10, розміщеного в металевій шафі. На газопроводі низького тиску в місці приєднання до регулятора передбачено встановлення прохідного муфтового крана Ду25 типу 11кч24п1.

Від регулятора газ подається по надземному сталевому газопроводу низького тиску, який прокладається по зовнішній стіні будинку, вище віконних і дверних прорізів. Газопровід закріплюється на кронштейнах, а відстань від стіни має забезпечувати можливість огляду, монтажу та обслуговування, але бути не меншою за зовнішній діаметр труби [2].

Для надземної та внутрішньої ділянки газопроводу використані сталеві електрозварні труби Ду20 і Ду15 за ДСТУ 8943:2019 (сортамент), виготовлені зі сталі В10СП відповідно до ДСТУ 2651:2005.

З'єднання труб газопроводу виконується електро- або газозварюванням встик відповідно до вимог ВСН 006 та ВБН А.3.1-36-3 з використанням електродів або зварювального дроту Св-08А (Св-08ГА). Типи, конструктивні особливості та розміри зварних з'єднань мають відповідати ДСТУ 16037.

Зварні стики підлягають вимірювальному контролю та механічним випробуванням згідно з нормативними вимогами [2]. До застосування допускаються лише ті зварювальні матеріали, що мають відповідні сертифікати виробника або їх засвідчені копії [2].

Для монтажу фасонних частин застосовуються, як правило, крутовигнуті, штамповані або гнуті заводського виготовлення [2]. Повороти газопроводу в горизонтальній і вертикальній площинах допускається виконувати шляхом гнуття труб. При замовленні труб слід обумовлювати їх довжину та необхідність проведення заводських гідравлічних випробувань [2].

У місцях проходу газопроводу через стіни будівель необхідно встановлювати футляри, які виступають за межі стіни не менш ніж на 3 см з кожного боку. Кільцевий зазор між газопроводом і футляром має становити не менше 5 мм. Цей простір ущільнюється еластичним матеріалом, а проміжок між футляром і стіною замурується на всю товщину стіни [2].

Зовнішній надземний сталевий газопровід захищається від корозії нанесенням двох шарів ґрунтовки та двох шарів емалі ХВ-124 або ХВ-125 на розчиннику Р-4 з додаванням алюмінієвої пудри ПАК-3 або ПАК-4, або 10–15% за масою ґрунту ХС-01. Після чого поверхню фарбують пізнавальним (жовтим) кольором із нанесенням попереджувальних знаків.

Внутрішньобудинковий газопровід також захищається покриттям із двох шарів ґрунтовки та двох шарів фарби.

Введення і виведення інженерних комунікацій, які проходять через підземні ділянки зовнішніх стін будинку, повинні бути герметизовані.

Облік споживання газу здійснюється за допомогою побутового лічильника «Elster» ВК-G-4-T з термодатчиком (Q_{min} = 0,016 м³/год, Q_{max} = 6,0 м³/год), що розміщується в металевій шафі на опорі поряд із регулятором, зовні будинку. Враховано робочий тиск та споживання газу побутовими приладами. Прив'язки та висотні відмітки при монтажі лічильника уточнюються безпосередньо на місці виконання робіт.

Внутрішнє газопостачання. Точкою приєднання об'єкта газопостачання визначено газопровід низького тиску після вузла обліку газу, розташованого на межі земельної ділянки. У проєкті передбачено прокладку газопроводів як на опорах, так і по зовнішній стіні будівлі. Для виконання робіт застосовуються сталеві водогазопровідні труби відповідно до вимог ДСТУ 8936:2019. Внутрішньобудинкові газопроводи прокладаються відкритим способом уздовж внутрішніх стін приміщень на висоті, що забезпечує зручність монтажу, технічного обслуговування та експлуатації.

З'єднання труб газопроводу, що прокладається в приміщеннях, слід виконувати нероз'ємними (зварними). Різьбові з'єднання допускаються виключно у місцях підключення газових приладів та встановлення вимикаючих пристроїв. Зварювання виконують електродами згідно з ДСТУ 9467 або зварювальним дротом Св-08ГА. Типи, конструктивні елементи та розміри зварних з'єднань мають відповідати вимогам ДСТУ 16037. Внутрішні газопроводи, зокрема ті, що прокладаються у футлярах, фарбуються олійною фарбою в два шари. Під час будівельно-монтажних робіт допускається використання кульових кранів DN20PN6 (Ду 20 мм), DN15PN6 (Ду 15 мм) виробництва «VALVOSANITARIA BUGATTI S.p.A», а також конусних кранів КК20 (Ду 20 мм), КК15 (Ду 15 мм) моделі 11Б126к-1 ТУ 204/1.

Проектом передбачено встановлення наступних газових приладів:

- газова плита ПГ-4, витрата газу — $1,4 \text{ нм}^3/\text{год.}$ — 1 шт;
- одноконтурний водогрійний котел (підлоговий, з димохідним відводом), $N_{\text{max}} = 24 \text{ кВт}$, витрата газу — $2,8 \text{ нм}^3/\text{год.}$ — 1 шт;
- побутовий мембранний лічильник газу «Elster» ВК-G-4-Т з термोकорецією, в металевій шафі на опорі, встановлений зовні будинку (разом із регулятором) — 1 шт;
- сигналізатор загазованості СГБ 1-7К — в приміщенні топкової.

Загальна розрахункова витрата газу складає $4,2 \text{ нм}^3/\text{год.}$

Установку газового обладнання виконує лише спеціалізоване підприємство згідно з паспортами виробників газових приладів. До початку монтажних робіт власнику необхідно отримати акт про придатність вентиляційного каналу, який складається спеціалізованою організацією. Підключення газових приладів дозволяється лише за наявності зазначеного акту.

Встановлення побутової газової плити ПГ-4 передбачено в існуючому приміщенні кухні, яке відповідає нормативним вимогам: висота — не менше 2,2 м, об'єм — не менше 15 м^3 , наявність вікна з кватиркою, витяжного вентиляційного каналу та природного освітлення. Плиту необхідно встановити біля стіни, виконаної з негорючих матеріалів, на відстані не менш ніж 6 см від неї [2]. Подача газу до плити здійснюється через окреме відгалуження від внутрішнього газопроводу, на якому встановлюється вимикаючий пристрій — кульовий кран Ду 15 мм. Допускається підключення плити за допомогою гнучкого рукава довжиною не більше 2,0 м. Рукав підключається після крана й не повинен потрапляти в зону нагрівання під час роботи газових приладів [2].

Установлення опалювального газового обладнання — підлогового димохідного котла потужністю $N_{\text{max}} = 24 \text{ кВт}$ — запроєктоване у відокремленому нежитловому приміщенні (топковій), яке відповідає вимогам [2], а саме:

- внутрішній об'єм приміщення — не менше $7,5 \text{ м}^3$;
- висота приміщення — не менше 2,5 м.

- забезпечення природної вентиляції здійснюється відповідно до таких розрахунків: витяжка (вентиляційний канал ВК140х140) повинна гарантувати трикратний обмін повітря за годину, а приплив повітря (через фрамугу у вікні та щілину між дверима і підлогою площею $S=0,02 \text{ м}^2$) має відповідати об'єму витяжки, доповненому необхідною кількістю повітря для горіння газу, оскільки забір повітря здійснюється безпосередньо з приміщення.

Монтаж газового обладнання (підлогового котла) для поквартирного опалення слід передбачати на відстані не менше 10 см від стіни, виконаної з негорючих матеріалів. Для стін із важкогорючих матеріалів необхідне захисне ізолювання, яке може включати покриття листом покрівельної сталі по азбестовому шару товщиною не менше 3 мм, штукатурне покриття тощо. Ізоляція повинна доходити до підлоги та виступати за межі корпусу котла на 10 см з кожного боку, а також на 80 см у верхньому напрямку. У разі встановлення обладнання поруч зі стінами з важкогорючих або горючих матеріалів без додаткового захисту, слід дотримуватись мінімальної дистанції 25 см. При монтажі зазначеного обладнання на підлозі з дерев'яним покриттям необхідно передбачити ізоляцію негорючими матеріалами, які забезпечують межу вогнестійкості конструкції не менше 0,75 години. Ізоляційний шар повинен виступати за межі корпусу обладнання на 10 см.

Подачу газу до котла слід здійснювати через відгалуження номінальним діаметром 20 мм (Ду 20), на якому перед котлом має бути встановлений вимикаючий пристрій.

Встановлення сигналізатора загазованості. При встановленні малометражних газових опалювальних котлів у житлових приміщеннях, де передбачено відведення продуктів згоряння у димоходи, необхідно забезпечити контроль безпеки. Зокрема, слід встановити прилади для моніторингу мікроконцентрацій чадного газу (0,005 об'ємних відсотків СО) та пристрої для контролю довибухових концентрацій газу, які становлять 20% нижньої межі займистості. У таких випадках використовують квартирні сигналізатори з виведенням на індивідуальну систему попередження. На аркуші №2 графічної частини проєкту міститься деталізація вузла встановлення сигналізатора СГБ 1-7К, включаючи схеми підключення та монтажу.

Монтаж газового лічильника слід здійснювати з урахуванням зручності його встановлення, технічного обслуговування та ремонту, а також відповідно до вимог і рекомендацій виробників, зазначених у паспорті пристрою. Лічильник комплектується регулятором і встановлюється зовні будинку споживача газу, на межі земельної ділянки власника та територій загального користування, що забезпечує безперешкодний доступ для працівників експлуатуючої служби. Для обліку газу передбачено встановлення мембранного газового лічильника типу «Elster» ВК-G-4-T із термोकорекцією, який постачається в комплекті з регулятором DSR-10 і розміщується в металевій шафі на опорі. Діапазон об'ємних витрат газу для цього пристрою становить: мінімальна витрата – $0,016 \text{ нм}^3/\text{год}$; номінальна – $4 \text{ нм}^3/\text{год}$; максимальна – $6 \text{ нм}^3/\text{год}$.

При виборі місця встановлення газового лічильника необхідно виключити можливість його пошкодження під час відкривання воріт, дверей, вікон тощо.

Процеси будівництва, монтажу та випробування газопроводів здійснюються відповідно до чинних норм і правил, з обов'язковим дотриманням вимог техніки безпеки. Зокрема, необхідно керуватися положеннями ДБН А.3.2-2:2009, ДБН В.2.5-20:2018, НПАОП 0.00-1.76:2015 «Правила безпеки систем газопостачання», а також Кодексом газорозподільчих систем та іншими актуальними нормативними документами.

Відведення продуктів згоряння та вентиляція. Приміщення, де встановлюються газові прилади, повинні бути обладнані вікном із кватиркою для забезпечення належної вентиляції. Вентиляція є природною припливно-витяжною: приплив повітря здійснюється через кватирку у вікні та щілину між дверима і підлогою площею 0,02 м². Витяжка повітря з кухні та топкової реалізується через відособлені вентиляційні канали, розташовані у внутрішній стіні будинку, з наступними розмірами:

- для кухні, де встановлена газова плита ПГ-4 – ВК 140×270 мм;
- для топкової, де встановлено котел із відведенням продуктів згоряння у димохід – ВК 140×140 мм.

Двері приміщень повинні відчинятися в коридор (назовні).

Перед початком монтажу газового обладнання власник будинку зобов'язаний отримати акт про придатність вентиляційного каналу, який складається спеціалізованим підприємством. Підключення газових приладів дозволяється виключно за наявності цього акта, що підтверджує відповідність вентиляційного каналу вимогам експлуатації.

3.ОРГАНІЗАЦІЙНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

3.1Основні положення з організації будівництва, методах виконання робіт

Завдання дипломного проектування передбачає розробку проекту виконання робіт з будівництва підземного газопроводу із поліетиленових труб. Згідно з розрахунками другого розділу, для забезпечення газопостачання споживачів необхідно прокласти поліетиленовий газопровід: Ø75×4,3 мм – 270 м, Ø50×2,9 мм – 1181 м, загальною довжиною 1451 м, а також дворові відгалуження Ø25×3 мм загальною протяжністю 345 м. Це забезпечить газопостачання 54 житлових будинків, розташованих на запроектованих ділянках, а також транзитне газопостачання для 125 житлових будинків.

Ґрунти вздовж вулиць села належать до другої категорії та складаються з рослинного шару товщиною 0,2–0,4 м і легких суглинків, лесоподібних порід першої групи складності розробки. Глибина залягання ґрунтових вод становить понад 2 м. Середня геодезична відмітка населеного пункту – 49,5 м. Прокладання газопроводу планується в межах зеленої зони. Одним із ключових факторів вибору методу виконання робіт є терміни їх реалізації, оскільки будівництво газопроводу створює тимчасові незручності для мешканців вулиці, руху громадського транспорту тощо.

Цей розділ дипломного проекту розроблений відповідно до вимог ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва». Вихідними даними для розробки проекту організації будівництва є: матеріали топографічних, геологічних і гідрогеологічних досліджень будівельного майданчика; об'ємно-планувальні, конструктивні та інші основні рішення; інформація про забезпечення будівництва матеріалами, конструкціями, будівельними машинами, робочими кадрами та тимчасовими спорудами.

У межах проекту організації будівництва вирішуються такі ключові питання: визначення загальної нормативної тривалості будівництва, термінів початку робіт і введення в експлуатацію основних фондів; встановлення нормативного розподілу капітальних вкладень та обсягу будівельно-монтажних робіт за календарними періодами; визначення потреби у матеріально-технічних і трудових ресурсах. Проект організації будівництва є основою для розробки підрядною організацією проекту виконання робіт та планування введення основних фондів в експлуатацію. Цей розділ також слугує обґрунтуванням кошторисної вартості будівництва. При розробці проекту виконання робіт і здійсненні будівельних заходів необхідно дотримуватися вимог ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва», ДБН А.3.2-2:2009 «ССБП. Охорона праці і промислова безпека в будівництві» та інших нормативних документів.

Будівництво газопроводу буде здійснюватися підрядним способом спеціалізованою будівельною організацією. При розробці проєкту виконання робіт слід враховувати такі аспекти:

1. Будівельний майданчик розташований у вже освоєному для будівництва районі Житомирської області.
2. Місцевість не піддається стійкому впливу вітрів силою понад 4 бали у зимовий період.
3. Забезпечення будівництва необхідними ресурсами: водопостачання – від існуючих мереж водопостачання; енергозабезпечення – від наявних електромереж; зв'язок – через існуючі мережі комунікації.
4. Загальна нормативна тривалість будівництва згідно з розрахунками становить 1,264 місяця (28 робочих днів), включаючи підготовчий період тривалістю 0,2 місяця (6 робочих днів).
5. Початок будівництва запланований на II–III квартал 2025 року, старт робіт – 02.06.2025.
6. За основу організації будівництва траси газопроводу прийнято потоково-суміщений метод. Вибір організаційно-технологічних схем, методів виконання робіт, а також застосування відповідного обладнання та механізмів здійснюється в межах проєкту виконання робіт. До початку підготовчого періоду необхідно вирішити питання матеріально-технічного забезпечення, оформлення фінансування та укладення підрядного договору.

Підготовчий період будівництва. Перед початком підготовчого періоду необхідно здійснити відведення земельної ділянки для будівництва, укласти підрядний договір, а також вирішити питання матеріально-технічного забезпечення та фінансування. Відповідно до вимог ДБН, до старту будівництва виконуються такі підготовчі роботи:

1. Відведення та освоєння будівельного майданчика.
2. Створення замовником опорної геодезичної мережі (включає встановлення висотних реперів та винесення траси на місцевість).
3. Інженерна підготовка території під забудову.
4. Організація тимчасового господарства, включаючи улаштування приміщень та споруд для обслуговування будівельників і будівельного процесу.
5. Розчищення та планування будівельної смуги.
6. Будівництво: тимчасових доріг; постійних і тимчасових мереж водопостачання, електрозабезпечення та зв'язку.
7. Постачання необхідних конструкцій та матеріалів, а також транспортування труб по трасі газопроводу.
8. Огородження території будівельного майданчика.
9. Забезпечення працівників, залучених до будівництва, привізною питною водою.

Основний період будівництва. Будівництво, монтаж, випробування та введення в експлуатацію систем газопостачання здійснюється відповідно до встановлених нормативних вимог [2] та [1] і виконується спеціалізованими монтажними організаціями. За основу організації будівництва траси газопроводу в проєкті прийнято потоково-суміщений метод. Перед початком монтажних робіт газопроводу необхідно викликати представників організацій, які здійснюють експлуатацію підземних споруд та інженерних мереж, для уточнення їхнього розташування та забезпечення безпечного виконання робіт.

Земляні роботи. Основні земляні роботи планується виконувати з використанням комплексу спеціалізованої техніки: бульдозер ДЗ 53 на базі трактора потужністю 100 к.с. – для рекультиваційних робіт і засипки траншей газопроводів; екскаватор ЕО 2621 із ковшем місткістю 0,25 м³ – для розробки траншей під газопроводи. Глибина закладання газопроводу прийнята: 1,2 м до верху труби; 1,7 м до верху футляру відповідно до поздовжнього профілю. Прокладання газопроводу передбачене на штучній основі, що складається з піщаного шару товщиною 10 см, з подальшою засипкою піщаним ґрунтом висотою 20 см. Проєктом також передбачено запас труб у розмірі 2% від загальної довжини газопроводу. Земляні роботи планується проводити в талих ґрунтах. При розробці котлованів та траншей у водонасичених ґрунтах застосовується відкрите водовідведення для збору та відведення ґрунтових вод.

Засипка траншей з укладеними трубами здійснюється у два етапи: засипка пазух і траншей піщаним ґрунтом на висоту 20 см від верху труби; решта ґрунту засипається бульдозером, розрівнюється вручну та ущільнюється пневмотрамбовками. Розробка ґрунту при врізанні в існуючий газопровід та при перетині з кабелем виконується вручну. У випадку прокладання газопроводу під кабелем останній розміщується у футлярі з азбоцементної труби для захисту.

Монтажні, трубоукладальні роботи. Труби, вузли та деталі газопроводів доставляються на трасу централізовано автотранспортом. Поліетиленові труби постачаються у бухтах, на котушках або у вигляді прямих відрізків. Розвантажувальні роботи та укладання трубних плітей у траншею виконуються за допомогою автокрана КС-1562Д. Розмотування труб із бухт або котушок має здійснюватися при температурі зовнішнього повітря не нижче +5°C. У разі нижчих температур необхідно забезпечити попередній підігрів труб у бухтах або на котушках до температури не менше +5°C.

Газопровід укладається в траншею після зварювання останнього з'єднання, не раніше ніж через 30 хвилин. Укладання здійснюється за допомогою м'яких чалочних пристроїв (конопляний канат, брезентовий рушник). Забороняється скидати труби та зварені секції з брівки траншеї або переміщувати їх уздовж траншеї волоком. Дозволяється розмотування труб із бухт або котушок безпосередньо з платформи укладальної машини, що забезпечує безперервний процес. Рекомендована швидкість розмотування становить 0,8–1,0 км/год. При укладанні газопроводу в траншею передбачені заходи для зниження напружень у трубах, спричинених температурними змінами під час експлуатації.

Укладання труб у траншею здійснюється вільно, без натягу, скручувань чи пережимів, що забезпечує належну якість монтажу. Виконання трубоукладацьких робіт здійснюється під керівництвом інженерно-технічного персоналу (ІТП).

Розробка ґрунту при врзанні в існуючий газопровід, а також при перетині з каналізаційними мережами, електрокабелями та кабелями зв'язку проводиться вручну для забезпечення точності та безпеки робіт. У разі прокладання газопроводу під кабелем, останній розміщується у футлярі з азбоцементної труби, що гарантує його захист від механічних пошкоджень.

Монтажні, трубоукладацькі роботи. Труби, вузли та деталі газопроводів доставляються на трасу централізовано автотранспортом. Поліетиленові труби постачаються в бухтах, на котушках або у вигляді прямих відрізків. Розвантаження та укладка плітей у траншею здійснюються за допомогою автокрана КС-1562Д.

Розмотування труб із бухт або котушок повинно здійснюватися при температурі зовнішнього повітря не нижче $+5^{\circ}\text{C}$. Якщо температура нижча, необхідно попередньо підігріти труби у бухті або на котушках до не менш ніж $+5^{\circ}\text{C}$. Газопровід укладається в траншею не раніше ніж через 30 хвилин після зварювання останнього з'єднання. Монтаж здійснюється з використанням м'яких чалочних пристроїв (конопляний канат, брезентовий рушник). Забороняється скидати труби та зварені секції з брівки траншеї або переміщувати їх уздовж траншеї волоком. Дозволяється розмотування труб безперервним методом безпосередньо з платформи укладацької машини, яка підтримує рекомендовану швидкість розмотування 0,8–1,0 км/год.

При укладанні газопроводу в траншею виконуються заходи для зниження напружень у трубах, викликаних температурними змінами під час експлуатації: труби укладаються вільно, без натягу, скручування або пережимів; трубоукладацькі роботи проходять під керівництвом інженерно-технічного персоналу (ІТП).

Перетин газопроводу з автодорогою виконується відкритим способом (щебенева дорога), при цьому ділянки перетинів не вкладаються у кожухи зі сталевих труб. Монтажні та трубоукладацькі роботи здійснюються за типовими технологічними картами. Методи з'єднання труб: поліетиленові труби з'єднуються терморезисторним зварюванням; поліетиленові труби та сталеві ділянки з'єднуються за технологією PE/St. На висоті 400–500 мм над поліетиленовим газопроводом укладається попереджувальна полімерна стрічка жовтого кольору шириною не менше 200 мм із незмивним написом «Обережно! Газ». Будівництво, монтаж, випробування та введення в експлуатацію системи газопостачання здійснюються відповідно до нормативних вимог.

Ізоляційні роботи. Надземний газопровід, виконаний зі сталевих електрозварних труб, покривається олійною фарбою у два шари, що забезпечує надійний захист від атмосферного впливу та корозії. Підземні сталеві футляри захищаються від корозії нанесенням «дуже посиленої» антикорозійної ізоляції, яка виконується за допомогою полімерних липких стрічок. Основними матеріалами, що застосовуються для ізоляційних робіт, є толь та полімерна ізоляційна стрічка, які забезпечують високий рівень герметичності та стійкість до агресивного середовища.

Газопроводи в місцях входу та виходу із землі необхідно покрити захисним покриттям «дуже посиленого» типу із липких стрічок на висоту 0,5 м від рівня ґрунту для забезпечення додаткового захисту від механічних та корозійних впливів.

При виконанні ізоляційних робіт слід дотримуватись вимог розділу 8 ДБН А.3.2-2:2009 «ССБП. Охорона праці і промислова безпека в будівництві. Основні положення», що регламентує заходи безпеки та технологічні аспекти захисту газопроводів.

Зварювальні роботи. Труби та з'єднувальні деталі, які надходять на будівельний майданчик, повинні пройти вхідний контроль якості шляхом візуального огляду та відповідно до вимог РСН-358. Результати перевірки оформлюються протоколом вхідного контролю.

До початку робіт на об'єкті необхідно уточнити технологічні параметри зварювального процесу. Це здійснюється шляхом виконання тестового зварювання, вимірювального контролю та механічних випробувань не менше одного з'єднання (при застосуванні терморезисторного зварювання).

Зварювальні роботи виконуються із застосуванням атестованого обладнання, що відповідає вимогам ДНАОП 1.1.23-4.07.

Зварні з'єднання труб у процесі монтажу проходять 100% візуальний контроль. Для забезпечення якості газопроводу необхідно запобігати засміченню порожнини труб під час монтажних робіт.

Зовнішній вигляд зварних з'єднань повинен відповідати вимогам нормативних документів щодо зварювальних робіт. Браковані зварні з'єднання не підлягають виправленню та мають бути видалені.

3.2 Обґрунтування форм, розмірів траншеї

Земляні роботи з розробки траншей і котлованів повинні проводитися після розбивки траси газопроводу, визначення її меж та встановлення попереджувальних знаків про наявність підземних комунікацій на відповідній ділянці.

Відстань по вертикалі між газопроводом та іншими комунікаціями має бути: не менше 0,2 м – до водопроводу, теплотраси, каналізації; 0,5 м – до електрокабеля та кабелю зв'язку (без футляру); 0,25 м – до електрокабеля в футлярі; 0,15 м – до кабелю зв'язку в футлярі [14].

Глибина траншеї визначається виходячи із глибини закладання газопроводу $H_{закл}$ та зовнішнього діаметру газопроводу з ізоляційним покриттям $D_{зовн}$ [14]:

$$H_{тр} = H_{закл} + D_{зовн}, \text{ м} \quad (3.1)$$

де $H_{закл}$ – глибина закладання газопроводу, м приймається $H_{закл} = 1,2 \text{ м}$ [2].

$D_{зовн}$ – зовнішній діаметр газопроводу, м $D_{зовн} = 0,075 \text{ м}$.

При вкладанні поліетиленових газопроводів необхідно виконувати основу під газопровід із піщаного ґрунту. Остаточна глибина траншеї, для визначення обсягів земляних робіт, буде більшою на висоту основи [14], тобто:

$$H_{тр.ост} = H_{тр} + \Delta, \text{ м} \quad (3.2)$$

де Δ – товщина основи під газопровід, яка повинна бути не менше 0,1 м [2].

Отже:

$$H_{тр.ост1} = 1,2 + 0,075 + 0,1 = 1,375 \text{ м}$$

Визначаю остаточні глибини траншеї для всіх діаметрів вуличного газопроводу, враховуючи особливості прокладання газопроводу (в т.ч. безтраншейне прокладання та місця перетинів з іншими комунікаціями (шурфи) [14].

$\varnothing 75 \times 4,3 \text{ мм}$	$H_{тр.ост1} = 1,375 \text{ м}$	$L_1 = 270 \text{ м}$	$l_{шурф1} = 2,5 \text{ м}$
$\varnothing 50 \times 2,9 \text{ мм}$	$H_{тр.ост2} = 1,35 \text{ м}$	$L_2 = 1181 \text{ м}$	$l_{шурф2} = 3 \times 1 \text{ м} + 1 \times 1,5 \text{ м} = 4,5 \text{ м}$
Усього:		$\Sigma L = 1451 \text{ м}$	$\Sigma l_{шурф. заг} = 7 \text{ м}$

Загальна довжина траншеї, що буде розроблена екскаватором підрядною будівельною організацією, становить 1451 м. Траншеї для дворових введів влаштовуються самостійно власниками будівель, тому ці обсяги робіт у цьому розділі проекту не враховуються.

На аркуші 3 графічної частини проекту представлено поздовжній профіль траси газопроводу, що містить: перетини з іншими комунікаціями; кути поворотів траси; безтраншейне прокладання та інші ключові особливості маршруту.

Відповідно до ДБН А.3.2-2:2009 «ССБП. Охорона праці і промислова безпека в будівництві. Основні положення», траншеї з прямими стінками допускається розробляти у суглинистих ґрунтах при глибині до 1,5 м. [10].

Якщо ґрунт **легкий суглинок I групи** важкості розробки екскаватором, а із розрахунків відомо $H_{тр.ост}$ менше 1,5 м тоді траншея повинна мати **прямі стінки** [10].

У цьому розділі проекту показано розрахунки, що здійснювались для:

$$H_{тр.ост} = 1,375 \text{ м} - \text{траншея з прямими стінками.}$$

Ширина дна траншеї для прокладання газопроводів визначається залежно від способу укладання та діаметра труби. При укладанні труб плітями або секціями вона повинна складати $D_{зов} + 0,3$ м, але не менше 0,7 м. Фактична ширина траншеї на дні залежить від: ширини ковша екскаватора, що використовується для розкопування; величини осипання ґрунту, яка може змінюватися залежно від його структури та вологості і визначається за формулою [14]:

$$B = B_{\text{ковша}} + S, \text{ м} \quad (3.3)$$

$B_{\text{ковша}}$ – ширина ковша екскаватора, м (визначається із технічних характеристик екскаваторів), попередньо підбираю марку екскаватора ЕО 2621, враховуючи I категорію важкості розробки ґрунту, з ємністю ковша $0,25 \text{ м}^3$ та із шириною ковша $B_{\text{ковша}} = 0,65 \text{ м}$ [14];

S – надбавка на осипання ґрунту, м, для суглинків – $S = 0,1 \text{ м}$ [14];

Отже ширина траншеї по дну буде становити:

$$B = 0,65 + 0,10 = 0,75 \text{ м}$$

Ширина траншеї по верху B_1 , визначаю за формулою [14]:

$$B_1 = B + 2 \times a, \text{ м} \quad (3.4)$$

a – закладання укосу, м;

$$a = H_{\text{тр.ост}} \times m, \text{ м} \quad (3.5)$$

m – коефіцієнт крутизни укосу, залежить від виду ґрунту та глибини траншеї (для суглинку при глибині траншеї до 1,5 м $m = 0$) [14];. Тоді:

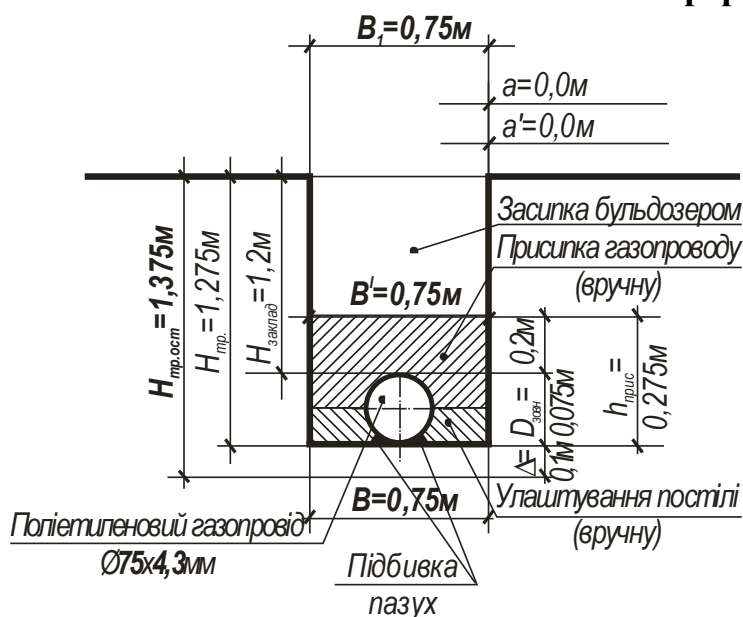
$$B_1 = B + 2 \times H_{\text{тр.ост}} \times m, \text{ м}$$

$$B_1 = 0,75 + 2 \times 1,375 \times 0 = 0,75 \text{ м}$$

Далі відображаю розрахунки для $H_{\text{тр.ост}} = 1,375 \text{ м}$, а решту результатів розрахунків зведено в таблицю 3.1.

Викреслюю переріз траншеї із визначеними розмірами, відповідно розрахунків.

Рис.2.1 Переріз траншеї



3.3. Підрахунок об'ємів земляних робіт

При будівництві газопроводів розробка ґрунту розпочинається з ручного копання шурфів у місцях врізання газопроводу та перетинів із іншими комунікаціями. Після цього виконується риття траншей екскаватором, однак, оскільки екскаватор не забезпечує рівного дна, необхідна додаткова підчистка дна траншей вручну для досягнення необхідної якості основи. Окрім зазначених робіт, вручну також виконуються: розширення приямків для зварювання неповоротних стиків; розробка котлованів малого об'єму, необхідних для монтажних операцій. [14];

Розробка траншей:

1. Об'єм ґрунту, який розробляється при копанні шурфів [14]:

$$V_{\text{шурф}} = \frac{B+B_1}{2} \times H_{\text{тр.ост}} \times l_{\text{шурф заг}}, \text{ м}^3 \quad (3.6)$$

$H_{\text{тр.ост}}$ – загальна глибина траншеї на ділянці де відкопується шурф;

$l_{\text{шурф заг}}$ – загальна довжина шурфів на ділянці газопроводу;

$$l_{\text{шурф заг}} = l_{\text{шурфа}} \times n, \text{ м}$$

$l_{\text{шурфа}}$ – довжина одного шурфу (становить 1-2 метри) [14];

n – кількість шурфів.

$$l_{\text{шурф заг1}} = 2,5 \times 1 = 2,5 \text{ м},$$

$$V_{\text{шурф1}} = \frac{0,75+0,75}{2} \times 1,375 \times 2,5 = 2,576 \text{ м}^3$$

2. Об'єм ґрунту, що розроблюється екскаватором [14]:

$$V_{\text{екск}} = \frac{B+B_1}{2} \times (H_{\text{тр.ост}} - C) \times (L - l_{\text{шурф заг}}), \text{ м}^3 \quad (3.7)$$

L – довжина ділянки траси газопроводу;

C – величина ручного добору ґрунту, яка залежить від екскаватора і ємності ковшу, м (так як екскаватор ЕО2621 має ківш 0,25 м³ то $C = 0,1$ м) [14].

$$V_{\text{екск1}} = \frac{0,75+0,75}{2} \times (1,375 - 0,10) \times (270 - 2,5) = 255,797 \text{ м}^3$$

3. Об'єм ручного добору ґрунту [14]:

$$V_{\text{руч. доб}} = B \times C \times (L - l_{\text{шурф заг}}), \text{ м}^3 \quad (3.8)$$

$$V_{\text{руч. доб1}} = \frac{0,75+0,75}{2} \times 0,10 \times (270 - 2,5) = 20,063 \text{ м}^3$$

4. Загальний об'єм робіт по ушіренню приямків [14]:

$$V_{\text{приям}} = (V_{\text{екск}} + V_{\text{руч. доб}}) \times \frac{1}{100}, \text{ м}^3$$

$$V_{\text{приям1}} = (255,797 + 20,063) \times 1\% = 2,759 \text{ м}^3$$

5. Загальний об'єм ґрунту, який розроблюється вручну [14]:

$$V_{\text{заг розр вруч}} = \Sigma V_{\text{руч. доб}} + \Sigma V_{\text{приям}} + \Sigma V_{\text{шурф}}, \text{ м}^3 \quad (3.10)$$

$$V_{\text{заг розр вруч}} = 108,3 + 14,671 + 7,134 = 130,105 \text{ м}^3$$

6. Загальний об'єм робіт по розробці траншеї [14]:

$$V_{\text{заг розр}} = \Sigma V_{\text{екск}} + V_{\text{заг розр вруч}}, \text{ м}^3 \quad (3.11)$$

$$V_{\text{заг розр}} = 1358,766 + 130,105 = 1488,871 \text{ м}^3$$

Зворотна засипання траншеї:

7. При вкладанні поліетиленових трубопроводів необхідно влаштовувати під газопровід основу із піщаного ґрунту (роботи виконують вручну) цей об'єм визначається [14]:

$$V_{\text{основи}} = \Delta \times B \times L, \text{ м}^3 \quad (3.13)$$

$$V_{\text{основи1}} = 0,1 \times 0,75 \times 270 = 20,3 \text{ м}^3$$

Після вкладання газопроводу в траншею вручну виконують такі роботи: підбивку пазах, засипання напрямків, влаштування присипки та засипання шурфів [14].

Для визначення об'єму влаштування постелі та присипки спершу необхідно встановити висоту присипки $h_{\text{прис}}$, так як присипку вручну виконують на 20-25 см вище труби, тоді:

$$h_{\text{прис}} = D_{\text{зов}} + 0,2, \text{ м} \quad (3.14)$$

$$h_{\text{прис1}} = 0,075 + 0,2 = 0,275 \text{ м}$$

8. Обсяг робіт по присипці газопроводу необхідно зменшити на об'єм, який займає газопровід [14]:

$$V_{\text{труби}} = \frac{\pi \times D_{\text{зов}}^2}{4} \times L, \text{ м}^3 \quad (3.15)$$

де $\pi = 3,14$;

L – довжина ділянки газопроводу, м;

$D_{\text{зов}}$ – діаметр труби з ізоляцією, м.

$$V_{\text{труби1}} = \frac{3,14 \times 0,075^2}{4} \times 270 = 1,192 \text{ м}^3$$

9. Визначаємо об'єм влаштування присипки газопроводу вручну [14]:

$$V_{\text{прис}} = \left(\frac{B+B'}{2} \times h_{\text{прис}} \times (L - l_{\text{шурф.зас}}) \right) - V_{\text{труби}}, \text{ м}^3 \quad (3.16)$$

$$V_{\text{прис1}} = \left(\frac{0,75+0,75}{2} \times 0,275 \times (270 - 2,5) \right) - 1,192 = 53,980 \text{ м}^3$$

10. Загальний об'єм ґрунту, що засипається вручну: влаштування основи, підбивка пазах, засипання шурфів та напрямків і влаштування присипки газопроводу визначається наступним чином [14]:

$$V_{\text{зас прис вручну}} = \Sigma V_{\text{основи}} + (\Sigma V_{\text{шурф}} - \Delta \times B \times \Sigma l_{\text{шурф.зас}}) + \Sigma V_{\text{напрям}} + \Sigma V_{\text{прис}}, \text{ м}^3 \quad (3.17)$$

$$V_{\text{зас прис вручну}} = 108,825 + (7,134 - 0,1 \times 0,75 \times 7) + 14,671 + 272,256 = 402,361 \text{ м}^3$$

Після присипки вручну проводять засипання траншеї бульдозером.

11. Об'єм робіт по засипанню траншеї бульдозером [14]:

$$V_{\text{зас бульд}} = \left(\frac{B'+B_1}{2} \times (H_{\text{тр.ост}} - \Delta - h_{\text{прис}}) \right) \times (L - l_{\text{шурф.зас}}), \text{ м}^3 \quad (3.18)$$

$$V_{\text{зас бульд1}} = \frac{0,75+0,75}{2} \times (1,375 - 0,1 - 0,275) \times (270 - 2,5) = 200,625 \text{ м}^3$$

12. Загальний обсяг робіт по засипанню траншеї становить [14]:

$$V_{\text{зас зас}} = V_{\text{зас прис вручну}} + \Sigma V_{\text{зас бульд}}, \text{ м}^3 \quad (3.19)$$

$$V_{\text{зас зас}} = 402,361 + 1083,0 = 1485,361 \text{ м}^3$$

13. Об'єм зайвого ґрунту, що підлягає вивезенню – це ґрунт, що витісняється трубою, об'єм ґрунту основи із піщаного ґрунту та збільшення об'єму ґрунту, що враховується коефіцієнтом кінцевого рихлення K_2 та визначається [14]:

$$V_{\text{вивозу н/е}} = \Sigma V_{\text{труби}} + \Sigma V_{\text{основи}} + \Sigma V_{\text{прис}} + V_{\text{кінц.рихл}}, \text{ м}^3 \quad (3.20)$$

де $V_{\text{кінц.рихл}}$ – об'єм кінцевого рихлення який залежить від показника кінцевого рихлення ґрунту K_2 вираженого у відсотках (для **суглинку легкого і десовидного** $K_2 = 3-6\%$).

$$V_{\text{кінц.рихл}} = V_{\text{заг.розр}} \times \frac{K_2}{100}, \text{ м}^3 \quad (3.21)$$

$$V_{\text{кінц.рихл}} = 1488,871 \times 3\% = 44,666 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{вивозу н/е}} = 3,51 + 108,825 + 272,256 + 44,666 = 429,257 \text{ м}^3$$

14. Щоб перевірити правильність проведення розрахунків необхідно скласти баланс земляних робіт за формулою [14]:

$$\frac{V_{\text{заг.розр}} - (V_{\text{заг.зас}} + \Sigma V_{\text{труби}} + V_{\text{кінц.рихл}})}{V_{\text{заг.зас}} + \Sigma V_{\text{труби}} + V_{\text{кінц.рихл}}} \times 100 \leq \pm 5\% \quad (3.22)$$

$$\frac{1488,871 - (1485,361 + 3,51 + 44,666)}{(1485,361 + 3,51 + 44,666)} = -2,91\%$$

Нев'язка в підведенні балансу не повинна перевищувати $\pm 5\%$ [14].

Таблиця 3.1 Розрахунок обсягів земляних робіт по розробці траншеї для вкладавання поліетиленового вуличного газопроводу

Вихідні дані для розрахунку:

екскаватор – **ЕО2621**; вид ґрунту – **суглинок Ігр.**; показник кінцевого рихлення – **$K_2=3\%$**

№ ділянки газ-п.	Довжина ділянки $L, \text{ м}$	Глибина закл.-ня $H_{\text{закл.}}, \text{ м}$	Зовн. діаметр $D_{\text{зовн.}}, \text{ м}$	Ширина ковша екс.-ра $B_{\text{ковша}}, \text{ м}$	Коеф. крутизни укосу m	Товщ. основи. $\Delta, \text{ м}$	Вкличина ручного добору, $C, \text{ м}$	Вкличина осипання ґрунту, $S, \text{ м}$	Довж. шурфів $L_{\text{шурф.закл.}}, \text{ м}$	Глибина траншеї $H_{\text{тр.}}, \text{ м}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	270	1,2	0,075	0,65	0	0,1	0,1	0,1	2,5	1,275
2	1181	1,2	0,050	0,65	0	0,1	0,1	0,1	4,5	1,25
Усього	1451								7,0	

№ ділянки газ-п.	$D_{\text{зовн.}}, \text{ м}$	$H_{\text{закл.}}, \text{ м}$	$B, \text{ м}$	$a, \text{ м}$	$B_1, \text{ м}$	$V_{\text{шурф.}}, \text{ м}^3$	$V_{\text{екск.}}, \text{ м}^3$	$V_{\text{руч.доб.}}, \text{ м}^3$	$V_{\text{прим.}}, \text{ м}^3$	$V_{\text{осн.}}, \text{ м}^3$	$V_{\text{труби.}}, \text{ м}^3$	$a', \text{ м}$	$B', \text{ м}$	$H_{\text{прис.}}, \text{ м}$	$V_{\text{прис.}}, \text{ м}^3$	$V_{\text{зас.закл.}}, \text{ м}^3$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	0,075	1,375	0,75	0	0,75	2,578	255,797	20,063	2,759	20,3	1,192	0	0,75	0,275	53,98	200,625
2	0,050	1,350	0,75	0	0,75	4,556	1102,969	88,238	11,912	88,575	2,318	0	0,75	0,25	218,276	882,375
Усього:						7,134	1358,766	108,3	14,671	108,825	3,51	-	-	-	272,256	1083,0

$$V_{\text{заг.розр.вруч}} = 130,105 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{заг.розр}} = 1488,871 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{заг.прис.вручну}} = 402,361 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{заг.зас}} = 1485,361 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{кінц.рихл.}} = 44,666 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{вивозу.}} = 429,257 \text{ м}^3$$

Нев'язка балансу земляних мас: **-2,91%**

3.4. Підбір, обґрунтування будівельних машин і механізмів

3.4.1. Вибір екскаватора і інших машин для виконання земляних робіт

У попередньому розділі проекту було підбрано екскаватор **ЕО 2621** з оберненою лопатою на пневмоколісному ході, що має низку переваг для роботи в населеному пункті. Для перевірки відповідності його робочих параметрів умовам виконання робіт слід здійснити порівняння наступних показників із паспортними характеристиками: глибина копання, висота вивантаження, радіус вивантаження.

Технічні характеристики екскаватора ЕО 2621:

- Місткість ковша – 0,25 м³
- Ширина ковша – 0,65 м
- Максимальна глибина копання – 3 м
- Максимальна висота вивантаження – 2 м
- Радіус вивантаження при максимальній висоті – 2,7 м

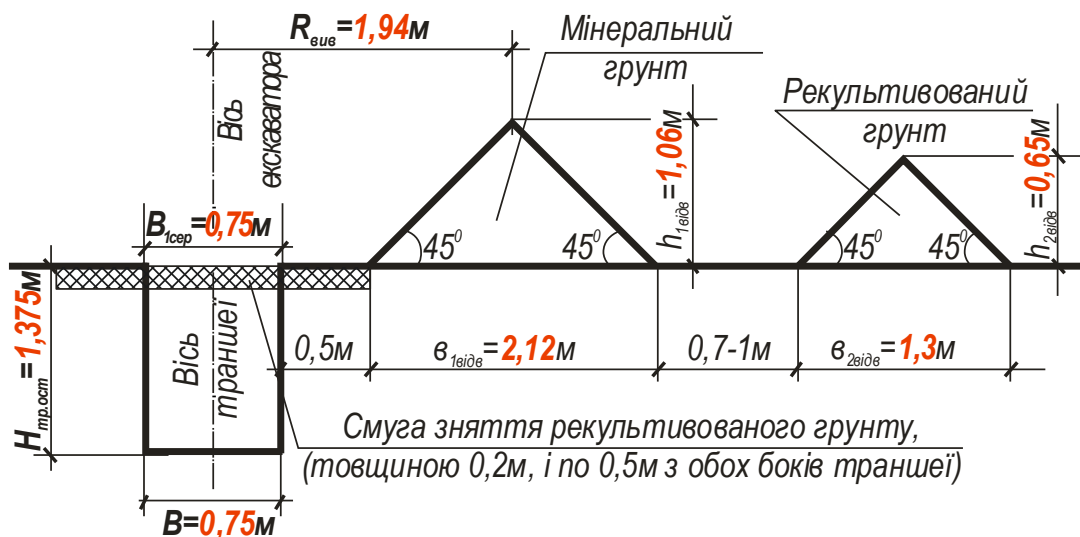


Рис.3.2 Розрахункова схема підбору екскаватора

1. Глибина копання вибраного екскаватора повинна бути більшою або дорівнювати глибині траншеї (тому порівнюю найбільшу глибину траншеї із поздовжнього профілю) [14]:

$H_{глубина} = 1,375 \text{ м} < 3 \text{ м}$ - найбільша глибина копання; тобто цей параметр задовольняє вимогам.

2. Висоту вивантаження визначають враховуючи параметри відвалу ґрунту, який в поперечному перерізі являє собою рівнобедрений трикутник [14].

2.1 Визначаю об'єми відвалів ґрунтів за формулами [14]:

- мінеральний ґрунт:

$$V_{1 \text{ відвалу}} = (V_{заг розр} - (B_1 \times 0,2 \times L_{рекульт})) \times \frac{100 + \hat{E}_1}{100}, \text{ м}^3 \quad | \quad (3.23)$$

- рекультивований ґрунт:

$$V_2 \text{ відвалу} = (B_1 + 2 \times \delta_{\text{рекульт}}) \times 0,2 \times L_{\text{рекульт}} \times \frac{100+K_1'}{100}, \text{ м}^3 \quad (3.24)$$

де B_1 – середня ширина траншеї по верху, м (приймаю $B_1 = 0,75$ м);

$\delta_{\text{рекульт}}$ – ширина смуги зняття рекультивованого ґрунту від берми траншеї 0,2÷0,5 м (приймаю $\delta_{\text{рекульт}} = 0,5$ м);

0,2 – товщина шару рекультивованого ґрунту, м;

K_1 та K_1' – коефіцієнт початкового рихлення мінерального та рослинного ґрунтів, % (для суглинку легкого $K_1 = 18 \div 24\%$, для рослинного ґрунту $K_1' = 20 \div 25\%$ тому приймаю $K_1 = 24\%$ та $K_1' = 20\%$) [14];

$L_{\text{рекульт}}$ – довжина полоси де знімається шар рослинного ґрунту (враховую враховуючи фактичні умови прокладання газопроводу по плану газових мереж):

$$L_{\text{рекульт}} = L_{\text{траси з-ду}} - L_{\text{безтранш. проклад.}} - \sum L_{\text{доріжок та проїздів}} \text{ м} \quad (3.25)$$

$$L_{\text{рекульт}} = 1451 - 0 - 301 = 1150 \text{ м}$$

Отже:

$$V_1 \text{ відвалу} = (1488,871 - (0,75 \times 0,2 \times 1150) \times \frac{100+24}{100}) = 1632,3 \text{ м}^3$$

$$V_2 \text{ відвалу} = (0,75 + 2 \times 0,5) \times 0,2 \times 1150 \times \frac{100+20}{100} = 483 \text{ м}^3$$

2.2 Визначаю площу поперечного перерізу відвалів ґрунту за формулами [14]:

$$F_{1\text{відв}} = \frac{V_{1\text{відв}}}{L_{\text{відкриття розробки}}}, \text{ м}^2 \quad (3.26)$$

$$F_{2\text{відв}} = \frac{V_{2\text{відв}}}{L_{\text{рекульт}}}, \text{ м}^2 \quad (3.27)$$

$$F_{1\text{відв}} = \frac{1632,3}{1451} = 1,12 \text{ м}^2;$$

$$F_{2\text{відв}} = \frac{483}{1150} = 0,42 \text{ м}^2$$

2.3 Визначаю висоту відвалів, враховуючи, що в природному насипі величина кутів укосу відвалу становить 45° , тому поперечний переріз відвалу являє собою рівнобедрений трикутник, виходячи з цього визначаю висоти відвалів за формулами [14]:

$$h_{1\text{відв}} = \sqrt{F_{1\text{відв}}}, \text{ м} \quad (3.28);$$

$$h_{2\text{відв}} = \sqrt{F_{2\text{відв}}}, \text{ м} \quad (3.29)$$

$$h_{1\text{відв}} = \sqrt{1,12} = 1,06 \text{ м};$$

$$h_{2\text{відв}} = \sqrt{0,42} = 0,65 \text{ м}$$

2.4 Ширину відвалів визначаю за формулами [14]:

$$b_{1\text{відв}} = 2 \times h_{1\text{відв}}, \text{ м} \quad (3.30);$$

$$b_{2\text{відв}} = 2 \times h_{2\text{відв}}, \text{ м} \quad (3.31);$$

$$b_{1\text{відв}} = 2 \times 1,06 = 2,12 \text{ м}$$

$$b_{2\text{відв}} = 2 \times 0,65 = 1,3 \text{ м}$$

Для перевірки висоти вивантаження та радіусу вивантаження екскаватора достатньо порівняти параметри відвалу з мінеральним ґрунтом, оскільки переміщення рекультивованого ґрунту буде виконуватися бульдозером. Цей підхід дозволяє оцінити ефективність роботи екскаватора без урахування додаткових змін, пов'язаних із переміщенням рекультивованого шару, що спрощує розрахунки. [14].

2.5 Висота вивантаження екскаватора повинна бути більшою на 40-50см від висоти відвалу мінерального ґрунту [14], що становить $h_{\text{відв.}} = 1,06\text{м}$,

тобто $1,06 + 0,5 = 1,56\text{м} < 2\text{м}$ – найбільша висота вивантаження екскаватора **ЕО 2621** (технічні характеристики). Отже і цей параметр задовольняє вимоги.

2.6 Радіус вивантаження визначається за формулою м:

$$R_{\text{вивант}} = \frac{B_1}{2} + 0,5 + \frac{b_{\text{відв.}}}{2}, \text{м} \quad (3.32);$$

$$R_{\text{вивант}} = \frac{0,75 + 2,12}{2} + 0,5 = 1,94\text{м};$$

Враховуючи проведені розрахунки, можна зробити висновок, що екскаватор ЕО 2621 відповідає вимогам для виконання земляних робіт, визначених у завданні на дипломне проєктування. Його радіус вивантаження (2,7 м) перевищує розрахунковий показник, що підтверджує відповідність технічних характеристик умовам роботи. Висота та глибина копання, а також параметри ковша, також повністю задовольняють необхідні вимоги.

Вибір трамбівки [14]:

Для ущільнення ґрунту після присипки вручну підбираю трамбівку:

- марка трамбівки **ІЕ 4502**;
- продуктивність по піску – 4,5 м³/год.;
- частота ударів – 560 ударів за хв.;
- розміри башмака: довжина – 450мм; ширина – 350мм;
- габаритні розміри: висота – 227мм; довжина – 390мм; ширина – 845мм;
- маса – 75кг.

Вибір бульдозера [14]:

Після присипки вручну та ущільнення ґрунту трамбівками виконується засипання бульдозером до проєктних відміток, підбираю бульдозер потужністю 75-96кВт для розробки ґрунту II категорії ґрунту.

Бульдозер – ДЗ – **53** (тяговий клас трактора - 3):

- марка трактора Т – 100;
- потужність – 79кВт (108к.с);
- довжина відвалу – 3,2м;
- висота відвалу – 1,2м;
- маса обладнання – 2,13т

Вибір катка [14]:

Після засипки бульдозером, необхідно виконати ущільнення ґрунту катком:

- марка причіпного кулачкового катка **Д-130**;
- ширина вкатуваної смуги – 1,5м;
- товщина вкатуваного шару – 180мм;
- вага катка з баластом – 5т

3.4.2 Вибір самоскиду для роботи в комплексі з екскаватором та автокрану

Екскаватор ЕО 2621 є ключовою машиною на будівництві підземного газопроводу, оскільки виконує найбільш трудомісткі роботи. Для забезпечення ефективності процесу необхідно підібрати самоскид, який здійснюватиме вивезення надлишкового ґрунту та працюватиме у комплексі з екскаватором. Для роботи разом з однокішшевим екскаватором ЕО 2621, що має ємність ковша 0,25 м³, рекомендується використовувати самоскиди вантажопідйомністю 3–5 т. Однак, з урахуванням кількості ґрунту та відстані його транспортування, можливе застосування самоскидів з більшою вантажопідйомністю, що дозволить оптимізувати процес вивезення ґрунту та підвищити продуктивність будівельних робіт. [14].

1. Попередньо приймаю самоскид **ЗнІ – ММЗ 555** з об'ємом кузова **3,1м³**, вантажопідйомністю **4,5т** [14].

2. Визначаю кількість рейсів автомобіля для вивезення надлишкового ґрунту за формулою [14]:

$$N_{\text{рейсів}} = \frac{V_{\text{вибозу}}}{V_{\text{кузова}} \times K_1}, \text{ рейси} \quad (3.33);$$

де $V_{\text{вибозу}}$ – загальний об'єм ґрунту, що підлягає вивезенню, м³ (із розділу 3.3 «Підрахунок об'ємів земляних робіт» $V_{\text{вибозу}} = 429,257 \text{ м}^3$);

$V_{\text{кузова}}$ – об'єм кузова прийнятого самоскида, м³ ($V_{\text{кузова}} = 3,1 \text{ м}^3$) [14];

K_1 – коефіцієнт, що враховує повноту заповнення кузова, $K_1 = 0,9$ [14].

Отже:

$$N_{\text{рейсів}} = \frac{429,257}{3,1 \times 0,9} = 153,86 = 154 \text{ рейси}$$

3. Визначаю час транспортної операції за формулою [14]:

$$t_{\text{тр.опер}} = t_{\text{х.п.}} + t_{\text{завантаж.}} + t_{\text{п.п.}} + t_{\text{розг.}}, \text{ год.} \quad (3.34);$$

де $t_{\text{х.п.}}$ – час холостого переїзду, год.;

$t_{\text{завантаж.}}$ – час завантаження, год.;

$t_{\text{п.п.}}$ – час переїзду з вантажем, год.;

$t_{\text{розг.}}$ – час розвантаження, год.

3.1 Час холостого переїзду визначаю за формулою [14]:

$$t_{\text{х.п.}} = \frac{L_x}{v \times K}, \text{ год.}$$

де L_x – відстань вивезення надлишкового ґрунту, км (із завдання на дипломне проектування $L_x = 3 \text{ км}$);

v – середня швидкість руху самоскида без вантажу, км (становить **45–60 км/год.**);

K – коефіцієнт зміни швидкості (становить $K = 0,5$).

Отже:

$$t_{\text{х.п.}} = \frac{3}{45 \times 0,5} = 0,133 \text{ год.}$$

3.2 Визначаю час завантаження кузова автомобіля за формулою [14]:

$$t_{\text{завантаж.}} = V_{\text{кузова}} \times H_{\text{часу}} \times K_1, \text{ год.}$$

де $H_{\text{часу}}$ – норма часу в машино-годинах на розробку 1м³ ґрунту **I** категорії **суглинку легкого** (в щільному стані) з навантаженням на самоскид екскаватором **0,25м³** (визначаю із РЕКН розцінка 1-18-4 становить **0,14782 маш.-год.**) [7];

K_1 – коефіцієнт заповнення кузова, $K_1 = 0,9$ [14].

Отже: $t_{завант} = 3,1 \times 0,14782 \times 0,9 = 0,41$ год.

3.3 Визначаю час переїзду автомобіля з вантажем за формулою [14]:

$$t_{p.p} = \frac{L_x}{v_p \times K}, \text{ год.} \quad (3.36);$$

де L_x – відстань вивезення надлишкового ґрунту, (відповідно завдання $L_x = 3$ км);
 v_p – середня швидкість руху самоскида з вантажем, $v_p = 40$ км/год. [14];
 K – коефіцієнт зміни швидкості, $K = 0,5$ [14].

Отже: $t_{p.p} = \frac{3}{40 \times 0,5} = 0,15$ год.

3.4 Час розвантаження для автомобіля самоскида 1,8 хв. – приймаю для підрахунків 0,1 год. [14].

Тоді, загальний час транспортної операції становитиме:

$$t_{тр.опер} = 0,133 + 0,41 + 0,15 + 0,1 = 0,793 \text{ год.}$$

4. Визначаю загальні затрати часу по вивезенню надлишкового ґрунту:

$$T_{заг.сам} = N_{рейс} \times t_{тр.опер}, \text{ год.} \quad (3.37)$$
$$T_{заг.сам} = 154 \times 0,793 = 122,122 \text{ год.}$$

Враховуючи, нормативну тривалість робочої зміни для механізмів $T_{зм} = 6,82$ год. та максимальний коефіцієнт перевиконання робіт $K_{max} = 1,2$, тривалість вивезення надлишкового ґрунту буде становити [14]:

$$T_{сам.зм} = \frac{T_{заг.сам}}{T_{зм} \cdot K_{max}} = \frac{122,122}{6,82 \cdot 1,2} = 14,9 \approx 15 \text{ робочих змін} \quad (3.38)$$

5. Визначаю тривалість виконання робіт риття траншеї екскаватором [14]:

$$T_{екскав.зм} = \frac{(\Sigma V_{екск} - (B_1 \cdot 0,2 \cdot L_{рекульт}) - V_{вивозу} + V_{утилиз.котл60\%}) \cdot H_{часу.у.відв} + V_{вивозу} \cdot H_{часу.у.самос}}{T_{зм} \cdot K_{max}}, \text{ роб.зм.} \quad (3.39)$$
$$T_{екскав} = \frac{(1358,766 - (0,75 \cdot 0,2 \cdot 1150) - 429,257 + 0) \cdot 0,09408 + 429,257 \cdot 0,14782}{6,82 \cdot 1,2} = 16,5 \approx 17 \text{ роб.зм.}$$

Висновки: На основі проведених розрахунків, екскаватор ЕО 2621 виконає розробку траншеї за 17 робочих змін, а самоскид ЗиЛ – ММЗ 555 забезпечить вивезення надлишкового ґрунту за 15 робочих змін, що відповідає темпу виконання робіт. Таким чином, для вивезення надлишкового ґрунту достатньо одного самоскиду ЗиЛ – ММЗ 555. Для оптимізації його використання передбачається додаткове залучення транспортного засобу для доставки матеріалів на будівельний майданчик протягом 2 робочих змін.

Підбір автокрана:

Підбираю автокран маркою КС-1562Д, для розвантаження: бухт поліетиленових труб та інших матеріалів, а також обладнання для будівництва газопроводу [14].

Вантажопідйомність крана становить: максимальна – 4 т, при роботі на виносних опорах – 4 ÷ 1 т, а без опор – 1 ÷ 0,4 т.

Довжина стріли: основна – 6 м, подовжена – 10,6 м.

Виліт гака: найменший – 3,5 м, найбільший – 6 м.

Швидкість підйому вантажу – 0,3-13 м/хв.

Частота обертання поворотної платформи – 0,2 ÷ 2,3 об/хв.

Базовий автомобіль – ГАЗ-53А.

Швидкість руху максимальна 75 км/год.

Габаритні розміри: довжина – 8130 мм, ширина – 2410 мм, висота – 3330 мм.

Маса – 7,05 т

3.4.3 Підбір інших будівельних машин, механізмів і транспортних засобів

Потреба в основних і допоміжних будівельних та дорожніх машинах і механізмах була визначена на основі фізичних обсягів робіт, а також відповідно до норм виробітку будівельних і дорожніх машин. Такий підхід забезпечує ефективне планування ресурсів та оптимальну організацію будівельного процесу. [14].

Машина бурильно-кранова - марка **ВМ 202** або **БМ 204** – для буріння ям під пізнавальні стовпчики та опори і фундаменти КБРТ: найбільша глибина буріння – 2,2м; максимальна вантажопідйомність лебідки – 1,2т; діаметр бура – 0,3-0,5м; базовий автомобіль ГАЗ 66-02; маса автомобіля – 5т [14].

Автогрейдер - **Д-598** – для планувальних робіт: максимальна довжина відвалу – 3,04м; висота – 0,6м; глибина різання – 0,2м; радіус повороту – 11⁰; потужність двигуна – 66кВт; маса грейдера – 9,7т [14].

Компресорна станція - **ПКС – 35** – для проведення продувки та випробувань: потужність – 3,5 м³/хв, робочий тиск стиснутого повітря 680 кПа [14].

Зварювальний апарат - **АСД-300-5** – для зварювання сталевих труб, номінальний зварювальний струм 300А, межа регулювання струму 75-320А, номінальна напруга 32В, марка генератора Т-60-300-50; двигун марки ЗМ – 32,0, потужність 22кВт, частота обертання 1500об/хв, маса 0,76т [14].

Для виконання будівельних робіт також необхідне таке обладнання [14]:

- генератор ацетиленовий **П – 50**, 1 – ВР – 1,25 – 1шт;
- малогабаритний бітумоварочний котел **С – 400** – 1шт;
- компресори пересувні – **КС-9**(або КС-6; СД-15/25; ПР-10/8; ПК-10; НВ-10; ДК-9) – 1шт;
- пересувне електроустаткування **ЖЕС – 9** – 1шт;
- лебідки ручні **ТЛ – 3А** або електричні **ТЛ – 14А** – 1шт;
- насос для водозниження **С-203**, С-204 або С-245 – 1шт;
- коток самохідний дорожній **Д – 455** – 1шт;
- пневмотрамбовка – **М-157** – 1шт;
- установки гідравлічні для труб – 1шт.

Для виконання об'ємів вантажоперевезень необхідно використання: автомобіля бортового, причіп та напівпричіп бортовий; автомобіль спеціальний, транспортний засіб для перевезення робочих [14].

Крім вищезазначених машин та механізмів, для виконання будівельно-монтажних робіт комплексна будівельна бригада робітників повинна бути забезпечена нормо-комплектом машин, інструментом, приладами та обладнанням [14].

Перелік нормо-комплекту оснащення будівельної бригади машинами, обладнання, інструментами та приладами

I. Для вхідного контролю труб, деталей та контроль зварювання:

Ножівка – 1шт; Прес для видавлювання зразків – 1шт; Станок для поздовжнього різання труб типу 2ПГ-10 – 1шт; Розривна машина Р 2055-05 – 1шт; Рулетка – 1шт; Штангенциркуль – 1шт; Мікрометр – 1шт; Штамп просічка для зразків-типів 1 та 2 – 1шт.

II. Транспортування та зберігання труб та деталей:

Автомобіль бортовий з напівпричіпом – 1шт; Касета для труб (комплект) – 1шт; Стяжка із капронового канату (комплект) – 1шт; Стелаж для зберігання труб – 1шт; Строп-полотнище або строп пеньковий, капроновий – 1шт; Контейнер для деталей – 1шт; Автомобіль вахтовий – 1шт; Паливозаправник – 1шт.

III. Зварювання стиків труб:

Опори переносні регулюючі – 4шт; Лежні – 2шт; Комплект для нагріву інструменту типу теплоаккумулятора (ТА): газовий пальник – 1шт; балон 50л – 1шт; регулятор тиску – 1шт; Ножівка по дереву (мідкозубна) або по металу ручна чи механізована – 1шт; Пристосув. для збирання стиків при зварюванні муфтами із закладними нагрівачами – 1шт; Щуп пелюстковий – 1шт; Рулетка – 1шт; Лінійка – 1шт; Штангенциркуль – 1шт; Ніж – 1шт; Щітка – 1шт; Шаблон для контролю геометрії шву – 1шт; Набір для нанесення клейма (ПУ-6, ПУ-8) – 1шт; Цикля – 1шт.

IV. Збирання вузлів роз'ємних (фланцевих) з'єднань:

Ключ динамометричний – 1шт; Набір ключів гайкових – 1шт.

V. Збирання та зварювання з'єднань «поліетилен-сталь» із сталевими трубами:

Шліфмашинка кутова – 1шт; Агрегат електрозварювальний однопостовий – 1шт; Електродотримач – 1шт; Щиток (маска) із світлофільтром – 1шт; Дріт зварювальний – 30м; Щітка металева – 1шт; Молоток-зубило – 1шт.

VI. Вкладання трубопроводу

Перемички – 3шт; М'які стропи – 2шт; Лопата металева – 2шт; Заглушки труб – 2шт.

VII. Випробування трубопроводу

Шланг дюритовий – 5-10м; Манометр – 2шт; Кран $\frac{3}{4}$ " – 1шт; Сталева заглушка – 2шт; Відвідна трубка – 1шт; Фланцеве з'єднання – 1шт.

3.5 Підрахунки затрат праці

3.5.1.Визначення затрат праці (об'єми БМР, склад ланок, калькуляція трудових затрат)

Для визначення загальної трудомісткості будівництва газопроводу необхідно провести розрахунок обсягів будівельно-монтажних робіт та скласти калькуляцію трудових витрат у таблиці 3.4. Обсяги будівельно-монтажних робіт підраховуються у відповідних одиницях виміру, прийнятих у збірниках РЕКН для будівельно-монтажних і ремонтних робіт. Це дозволяє отримати стандартизовані розрахунки, необхідні для планування ресурсів та оцінки загальної трудомісткості процесу. [14].

Таблиця 3.3 Відомість підрахунку об'ємів робіт

№ п/	Найменування робіт	Од. вим	Підрахунок об'ємів робіт	Об'єм робіт
1	Зняття рослинного шару та переміщення бульдозером	1000 м ³	$\frac{(0,75+2 \times 0,5) \times 0,2 \times 1150}{1000}$	0,4025
2	Додавати на кожні наступні 10м переміщ.грунту	1000 м ³	$\frac{(0,75+2 \times 0,5) \times 0,2 \times 1150}{1000}$	0,4025
3	Розробка ґрунту вручну в місцях перетину з іншими комунікаціями	100 м ³	$\frac{7,134}{100}$	0,07134
4	Захист підземних комунікацій	1 км	$\frac{7}{1000}$	0,007
5	Розробка ґрунту екскаватором з ковшем місткістю 0,25 м ³ у відвал	1000 м ³	$\frac{1358,766 - (0,75 \times 0,2 \times 1150) - 429,257 + 0}{1000}$	0,75701
6	Розробка ґрунту екскаватором з ковшем місткістю 0,25м ³ на самоскид	1000 м ³	$\frac{429,257}{1000}$	0,42926
7	Підчистка дна та стінок траншей вручну	100 м ³	$\frac{108,30 + 14,671}{100}$	1,22971
8	Влаштування основи з піщаного ґрунту	100 м ³	$\frac{108,825}{100}$	1,08825
9	Влаштування тимчасових перехідних містків	100 м ²	$N_{\text{перех.міст}} = 1451 : 50 \text{ м} = 29 \text{ шт}$ $F_{\text{містків}} = 29 \times 2 \text{ м}^2 : 100 \text{ м}^2$	0,58
10	Вкладання п/е труб з пневматичним випробуванням Ø75мм, Ø50 та 25мм	1000 м	$\frac{270}{1000} + \frac{1181 + 345}{1000}$	0,27 1,526
11	Встановлення п/е фасонних частин: трійників	10 шт	$\frac{TE75-2 \text{ шт} + TE50-2 \text{ шт} + OS 75/32-12 \text{ шт} + OS 50/32-42 \text{ шт} + (2+2+12+42)/10}{10}$	5,8
12	Встановлення п/е фасонних частин: відводів, колін, перехідників, заглушок, муфт	10 шт	$\frac{RE75/63-2 \text{ шт}, RE63/50-2 \text{ шт}, RE 32/25-54 \text{ шт}; \text{ коліна } KE50-90^0-2 \text{ шт}, \text{ заглушки } ZE 75-1 \text{ шт}; ZE 50-4 \text{ шт}; \text{ муфти } ME75-6 \text{ шт}; ME50 \text{ мм}-16 \text{ шт} + (2+2+54+1+1+4+6+16)/10}{10}$	8,5
13	Буріння ям бурильно-крановими машинами під КБРТ	100 ям	$\frac{54}{100}$	0,54

14	Улаштування основи із щебеню під опори КБРТ	м ³	$54 \times 0,054$	2,916
15	Улаштування фундаментів під опори КБРТ	100 м ³	$\frac{54 \times 0,22}{100}$	11,88
16	Монтаж опор під КБРТ	т	$\frac{54 \times 75,1}{1000}$	4,0554
17	Нанесення «дуже посиленої» ізоляції на футляр будинкового вводу Ø до 50мм	1 км	$\frac{54 \times 2}{1000}$	0,108
18	Улаштування цокольного вводу (будинковий ввід) Ø до 50мм	1 шт	54	54
19	Приєднання цокольного вводу (муфта чи перех.)	10 шт	муфта МЕ 25мм-54шт $\frac{54}{10}$	5,4
20	Вкладання ст. труб (футляр) цокольного вводу	1 км	$\frac{54 \times 2}{1000}$	0,108
21	Протягування п/е труб Ø25 у футляр	100 м	$\frac{54 \times 2}{100}$	1,08
22	Зароблення футляру будинкового вводу пінополуританом	1 сальн.	54	54
23	Установлення козирків із листа (зонт над будинковим вводом)	м ²	$54 \times 0,1$	5,4
24	Монтаж металевих шаф	т	$\frac{54 \times 9,6}{1000}$	0,5184
25	Встановлення регуляторів типу DSR-10з G-4T	1 шт	54 штук	54
26	Обсипання газопроводу піщаним ґрунтом	100 м ³	$\frac{402,361 - 108,825}{100}$	2,93536
27	Ущільнення ґрунту пневматичними трамбівками	100 м ³	$\frac{402,361}{100}$	4,02361
28	Укладання п/е сигнальної стрічки «Обережно ГАЗ» з металевим провідом над газопроводом	100 м	$\frac{1451}{100}$	14,51
29	Розпилювання а/ц труб Ø100мм	1м	$\frac{3 \times 4м}{1000}$	12
30	Укладання футляру із а/ц труб Ø100мм	1км	$\frac{3 \times 4м}{1000}$	0,012
31	Засипка бульдозером	1000 м ³	$\frac{1083,0 - (0,75 \times 0,2 \times 1150) + 0}{1000}$	0,9105
32	Повернення родючого шару ґрунту з відвалу	1000 м ³	$\frac{(0,75 + 2 \times 0,5) \times 0,2 \times 1150}{1000}$	0,402
33	Додавати на кожні наступні 10м переміщення	1000 м ³	$\frac{(0,75 + 2 \times 0,5) \times 0,2 \times 1150}{1000}$	0,402
34	Ущільнення ґрунту катком	1000 м ³	0,9105 + 0,402	1,3125
35	Буріння ям під пізнавальні стовпчики	100 ям	$\frac{11}{100}$	0,11

36	Влаштування фундаментів під пізнавальні стовпчики	100 м ³	$\frac{11 \times 0,35 \text{ м}^3}{100}$	0,0385
37	Встановлення пізнавальних стовпчиків	100 шт	$\frac{11}{100}$	11
38	Встановлення додаткових пізн.-х знаків металевих щитків (на стовпчиках, стовпах ЛЕП та будівлях)	100 шт	$\frac{11+12}{100}$	23
39	Встановлення кулевого крану Ø75мм	1 шт	1 кран	1
40	Продування повітрям г-дів	1000 м	$\frac{270+1181}{1000}$	1,451
41	Укладання ст.труб г.-ду-відводу після врізки Ø63х3мм	1 км	$\frac{1,5}{1000}$	0,0015
42	Встановлення ст. відводів Ø63мм для врізки методом Новака	10 шт	$\frac{2}{10}$	0,1
43	Встановлення з'днання ПЕ/ст. Ø75/63мм(ПС-06)	1 шт	1	1
44	Врізка в діючу мережу Ø75мм	1 вр.	1 врізка	1

У таблиці 3.4 підсумовані результати розрахунку обсягів робіт. Для визначення норм часу залучено збірники РЕКН №1, 22, 24 та 25, з яких:

- Норми часу для будівельників занесені в графу 6.
- Норми часу для машиністів записані в графу 7.
- Склад ланки вибрано з ЄНіР та внесено в графи 10 та 11.

Розрахунок трудомісткості:

- Для будівельників: трудові затрати визначаються як добуток графи 5 та 6, результати записуються в графу 8.
- Для машин та механізмів: трудові затрати обчислюються як добуток графи 5 та 7, заносяться в графу 9.
- Загальна трудомісткість: сума показників граф 8 та 9 підсумовується для отримання загальної трудомісткості по будівництву газопроводу. [14].

Таблиця 3.4 Підрахунок затрат праці (калькуляція трудових затрат)

№ п/п	Об'єкт. № один. розч. РЕКН (ЄНІР)	Найменування робіт	Обсяг робіт		Норма часу		Трудомісткість				
			Од. вим.	Кіл-ть	будівель ників люд.-год	машин маш.-год	будівель ників люд.-год	машин маш.-год			
I Роботи підготовчого періоду будівництва:											
Усього по роботам підготовчому періоду (Σ20% від робіт основного періоду):							1039,52	333,37			
II Роботи основного періоду будівництва:											
1	1-24-5	Зняття рослинного шару та переміщення рекультивованого ґрунту бульдозером, I група ґрунтів	1000м³	0,4025	-	13,58	-	5,47			
2	1-24-13	Додавати на кожні наступні 10м переміщення, I група ґрунтів	1000м³	0,4025	-	11,75		4,73			
3	1-164-1	Розробка ґрунту вручну в місцях перетину з іншими комунікаціями (відривання шурфів) до 2м	100м³	0,0713	264,79	-	18,89	-			
4	22-49-1	Підвішування підземних комунікацій (захист) та їх розбирання	1км	0,007	111,06	1,49	0,78	0,01			
5	1-13-4	Розробка ґрунту у відвал екскаватором із зворотною лопатою об'єм ковша 0,25м³	1000м³	0,7570	15,81	94,08	11,97	71,22			
6	1-18-4	Розробка ґрунту з навантаженням на самоскид екскаватором із зворотною лопатою об'єм ковша 0,25м³	1000м³	0,42926	39,64	147,82	17,02	3,45			
7	1-164-1	Доробка ґрунту вручну (підчистка дна траншеї і напрямків)	100м³	1,2297	267,79	-	325,61	-			
8	1-166-1	Влаштування основи із піщаного ґрунту під газопровід	100м³	1,0883	150,45	-	163,73	-			
9	P20-2-1	Улаштування тимчасових перехідних містків із подальшим їх розбиранням.	100м²	0,58	24,24	1,98	14,06	1,15			
10	22-11-11 22-11-9	Вкладання п/е трубопроводів з пневматичним випробуванням Ø75, Ø50 та Ø25	1000м	0,27 1,526	482,24 445,28	156,13 137,83	130,2 679,50	42,16 210,33			
11	22-34-2	Встановлення п/е фасонних частин, трійників	10шт	5,8	10,76	7,28	62,41	42,22			
12	22-34-1	Встановлення п/е фасонних частин: відводів, колін, перехідників, заглушок, муфт	10шт	8,7	7,28	4,94	63,34	42,98			
13	1-149-2	Буріння ям для фундаментів під КБРТ (DSR-10)	100 ям	0,54	36,65	27,86	19,79	15,04			
14	8-3-2	Улаштування основи із щебеню під опори КБРТ (DSR-10)	м³	2,916	1,34	0,35	3,91	1,02			
15	6-1-14	Улаштування фундаментів під опори КБРТ (DSR-10)	100м³	0,1188	936,27	39,64	111,23	4,71			

16	9-34-1	Монтаж опор під КБРТ (DSR-10)	т	4,0554	129,54	1,95	525,34	7,91			
17	22-21-1	Нанесення «дуже посиленої» ізоляції з липких стрічок на футляр будинкового вводу Ø до 50мм	1км	0,108	304,48	76,43	32,88	8,25			
18	24-101-1	Улаштування цокольного вводу Ø до 50мм	1шт	54	14,95	4,3	807,3	232,2			
19	22-34-1	Приєднання цокольного вводу до дворових вводів (зварювання муфти або перехідника)	10шт	5,4	7,28	4,94	39,31	26,68			
20	22-9-1	Вкладання сталевих труб (футляр) Ø50мм будинкового вводу	1км	0,108	537,6	130,83	58,06	14,13			
21	22-47-1	Протягування п/е труб Ø25мм у сталевий футляр будинкового вводу	100м	1,08	148,54	0,12	160,42	0,13			
22	16-30-1	Заробляння футляру будинкового вводу пінополіуретаном	1 сальн.	54	3,25	-	175,5	-			
23	20-22-1	Установлення козирків із листа (зонти над будинковим вводом)	м²	5,4	1,41	0,13	7,61	0,7			
24	9-53-2	Монтаж металевих шаф для КБРТ	т	0,5184	82,02	1,31	42,52	0,68			
25	19-5-1	Встановлення регуляторів типу DSR-10	шт.	54	7,44	0,43	401,76	23,22			
26	1-166-1	Обсипання газопроводу піщаним ґрунтом	100м³	2,9354	150,45	-	441,62	-			
27	1-134-1	Ущільнення ґрунту пневматичними трамбівками, ґрунти І та ІІ групи	100м³	4,0236	20,2	6,07	81,28	24,42			
28	21-13-1	Укладання п/е сигнальної стрічки «Обережно ГАЗ» над газопроводом	100м	14,51	6,26	2,27	90,83	31,94			
29	22-2-1-1	Розпилювання а/ц труб Ø100мм	1м	12	9,53	6,39	114,36	76,68			
30	22-2-1	Укладання футляру із а/ц труб Ø100мм	1км	0,012	15,81	9,73	0,19	0,12			
31	1-27-4	Засипка бульдозером, група ґрунтів І	1000м³	0,9105	-	13,26	-	12,07			
32	1-24-5	Повернення родючого шару ґрунту з відвалу	1000м³	0,4025	-	11,54	-	4,64			
33	1-24-13	Додавати на кожні наступні 10м переміщення, група ґрунтів І	1000м³	0,4025	-	11,75	-	4,72			
34	1-132-6	Ущільнення ґрунту котком	1000м³	1,3125	-	8,47	-	11,12			
35	1-149-2	Буріння ям під пізнавальні стовпчики	100 ям	0,11	36,65	27,86	4,03	3,06			
36	6-1-14	Влаштування фундаментів під пізнавальні стовпчики	100м³	0,0385	936,27	39,64	36,05	1,53			

37	27-61-1	Встановлення пізнавальних стовпчиків	100 шт	0,11	110,53	34,44	12,16	3,79			
38	27-84-1	Встановлення додаткових пізнавальних знаків на стовпчиках, стовпах ЛЕП та будівлях	100 шт	0,23	119,16	-	27,41	-			
39	25-109-1	Встановлення ПЕ крану Ø75мм	1 кран	1	86,9	48,57	86,9	48,57			
40	25-120-3	Продування повітрям газопроводу діаметром до 100мм	1000м	1,796	224,2	338,33	402,66	607,64			
41	22-9-3	Укладання ст. труб (газопровід-відвід Ø63х3мм після місця врізки)	1 км	0,0015	619,52	173,89	0,93	0,26			
42	22-34-1	Встановлення ст.відводів 90° Ø63мм	10 шт	0,2	6,42	4,49	1,28	0,9			
43	24-101-2	Установлення цокольного вводу (з'єднання ПЕ/ст. Ø75/63мм (ПС-06))	1 шт	1	15,05	3,49	15,05	3,49			
44	24-103-1	Врізка в діючу мережу Ø63мм	1 врізка	1	9,72	12,5	9,72	12,5			

Усього по основному періоду: **5197,61** | **1666,83** |

III Роботи ліквідаційного періоду:

Усього по роботам ліквідаційному періоду (Σ20% від робіт основного періоду): **1039,52** | **333,37** |

Всього: **Σ7276,65** **Σ2333,57**

Загальна сума(гр.8 + гр.9):**9610,22** люд.(маш.)-год.

3.5.2 Визначення нормативної тривалості будівництва та потреби у кадрах

Нормативну тривалість будівництва газопроводу із поліетиленових труб згідно із ДСТУ Б А.3.1-22:2013 «Визначення тривалості будівництва об'єктів» розділ 3 §2 «Комунальне господарство» визначається за формулою [14]:

$$T_{\varepsilon} = T_{\min(\max)} \sqrt[3]{\frac{S_{\varepsilon}}{S_{\min(\max)}}}, \text{ міс} \quad (3.38)$$

де T_{ε} – екстрапольована нормативна тривалість будівництва, міс;

$T_{\min(\max)}$ – мінімальна (при екстраполяції в сторону зменшення) або максимальна (при екстраполяції в сторону збільшення) нормативна тривалість будівництва, міс;

S_{ε} – екстрапольований нормоутворюючий показник, км;

$S_{\min(\max)}$ – мінімальний (при екстраполяції в сторону зменшення) або максимальний (при екстраполяції в сторону збільшення) нормоутворюючий показник, км;

α – коефіцієнт, що показує, на скільки процентів зміниться нормативна тривалість будівництва при зміні нормоутворюючого показника на 1% ($\alpha=0,33$).

Виходячи із нормативної мінімальної протяжності розподільчої газової мережі із поліетиленових труб в одну нитку, виконую розрахунок [14]:

$$T_{\varepsilon} = T_{\min} \sqrt[3]{\frac{L_{\varepsilon}}{L_{\min}}} = 1,5 \times \sqrt[3]{\frac{1,451+0,345}{3,0}} = 1,264 \text{ міс.}$$

де **1,451+0,345** – загальна довжина газопроводів (в т.ч. дворові вводи), які будуть будуватися, км.

Тривалість будівництва, роб.дн.[14]:

$$22 \times 1,264 = 27,81 \text{ роб.дн.} = 28 \text{ робочих днів}$$

22 – середня кількість робочих днів у календарному місяці.

$$\text{Кількість робітників: } N_{\text{норм.}} = \frac{6864,44}{166} : 1,264 = 32,72 = 33 \text{ робітника}$$

де **6864,44** – загальна трудомісткість основного періоду будівництва, люд.(маш).-год.;

166,0 – середня кількість відпрацьованих однією людиною в місяць годин, середньорічний виробіток одного працюючого у 2025р.;

1,264 – нормативна тривалість будівництва, міс.

Необхідна загальна кількість працюючих [14]:

$$32,72 : 0,85 = 38 \text{ працівника в тому числі: } 33 \text{ робітника, } 2 \text{ ІТП і службовців та } 3 \text{ МОП і охорони.}$$

Необхідна кількість працюючих на будівництві газопроводу розрахована, виходячи із об'ємів будівельно-монтажних робіт, запланованих на відповідний період по середньорічному виробітку на одного працюючого з урахуванням підвищення продуктивності праці [12].

3.5.3 Визначення потреби у інвентарних тимчасових будівлях та спорудах

Розрахунок площі інвентарних будівель адміністративного призначення здійснюється на основі загальної кількості інженерно-технічного персоналу (ІТП) та службовців, які працюють на будівельному майданчику. Площа будівель санітарно-побутового призначення визначається виходячи з: 60% робітників, які перебувають на майданчику; 80% ІТП та службовців. [12].

Таблиця 3.6 Розрахунок площі тимчасових будівель складського призначення [12]

№ п/п	Тип складу	Обсяг БМР на розрахунковий рік, <u>млн. грн.</u> (у цінах 20 <u>25</u> р.)	Норма на 1млн. грн. БМР	Необхідна площа, m^2 $K=0,83$	Примітка
1	Закритий опалюваний	1,647	24,0	32,8	Розміщуються у конторі
2	Закритий неопалюваний	1,647	36,6	50	Індивідуальна розробка
3	Відкриті майданчики	1,647	1000,0	1367	
4	Навіс	1,647	76,3	104,3	
Разом:				1554,1	

Таблиця 3.6 Перелік тимчасових будинків і споруд адміністративного і санітарно-побутового призначення [12]

№ п/п	Найменування	Нормативні показники		На яку кількість виконується розрахунок	Кіл-ть працюючих, чол.	Необхідна площа, m^2	Шифр споруд Примітки
		Од. вим.	Кільк.				
1	Контора виконавця робіт	m^2 на працюючого в кімнаті	4,0	80% ІТП	2	8	Використовуються, які є в наявності тимчасові будівлі
2	Червоний куточок	m^2	0,24	100% працюючих	38	9,1	- // -
3	Гардеробна	m^2 на одного працюючого	0,7	100% робітників	33	23,1	- // -
4	Душова	m^2 на одну особу	0,54	60% робітників	17	9,2	- // -
5	Приміщення для сушіння одягу	m^2 на одну особу	0,2	60% робітників	17	3,4	- // -
6	Приміщення для обігріву робітників	m^2 на одного робочого	0,1	60% робітників	17	1,7	- // -
7	Кімната для прийому їжі	m^2 на одне посадочне місце	0,1	60% робітників	17	1,7	Використовуються також існуючі пункти харчування
8	Вбиральня	m^2 на одного користуючого	0,07	60% робітників 80% ІТП 80% МОП	21	1,5	т.п 494-4-13
Разом:						57,7	
8	Вбиральня	m^2 на одного користуючого	0,07	60% робітників 80% ІТП 80% МОП	21	1,5	т.п 494-4-13
Разом:						57,7	

3.6.Вибір,характеристика матеріалів для будівництва газопроводів

Матеріали та технічні вироби, передбачені проєктами будівництва систем газопостачання населених пунктів, повинні відповідати державним стандартам, що пройшли офіційну реєстрацію. Для підземних газопроводів застосовують поліетиленові труби, які відповідають вимогам ДСТУ Б.В 2.7-73-98: SDR 17,6 та SDR 11 – для газопроводів середнього тиску.

Партії труб та з'єднувальних деталей, що надходять на будівельний об'єкт, проходять вхідний контроль якості: візуальний огляд, перевірку згідно з РСН-358. Після закінчення гарантійного терміну зберігання труб або з'єднувальних деталей їх придатність підтверджується випробуваннями у сертифікованих лабораторіях, що мають дозвіл Держгірпромнагляду України. Зварювальні роботи виконуються атестованим обладнанням, що відповідає вимогам НПАОП 1.1.23-4.07.

Для будівництва газопостачання села використовують сталеві прямошовні труби згідно з ДСТУ 8943:2019 груп В та Г, які виготовляються із спокійної маловуглецевої сталі за ДСТУ 2651:05 (марки Ст2 та Ст3). Вміст хімічних елементів у сталі: вуглець – не більше 0,25%, сірка – до 0,056%, фосфор – до 0,046%.

Мінімальна товщина стінки труб для підземного газопроводу не менше 3 мм згідно з нормативними вимогами. Матеріали та технічні вироби повинні бути державної реєстрації відповідно до ДСТУ 2.114-95 та ДСТУ 1.3-93.

Методи з'єднання труб. Для сталевих підземних газопроводів застосовують електродугове зварювання. Типи та конструктивні елементи зварних з'єднань відповідають вимогам ДСТУ 16037.

Контроль зварювання. Перед застосуванням зварювальні матеріали перевіряють візуальним оглядом, що має відповідати ДСТУ 2246. Для дугового зварювання труб використовують електроди згідно з ДСТУ 9466: Для сталей Ст2, Ст3 груп В та Г застосовують електроди типу Е42, Е42а, Е46, Е46а, Е50. Контроль процесу збирання та зварювання газопроводів виконується згідно з вимогами [2].

3.6.2.Визначення потреби у матеріалах

Для визначення нормативної потреби в матеріалах при будівництві газопроводу складається спеціальна лімітна карта. Вона містить основні матеріали, вибрані з проєктних специфікацій, а допоміжні — відповідно до нормативних вимог.

Будівельні та експлуатаційні організації розраховують необхідну кількість матеріалів і проводять їх списання за допомогою форми М29 «Звіт про витрату основних матеріалів у будівництві та порівняння з плановими нормами». Для визначення обсягів матеріалів використовуються збірники РЕКН №1, 6, 8, 9, 22, 24, 25 та Р20, які містять норми витрат на одиницю об'єму.

Потрібну кількість матеріалів розраховують шляхом множення обсягу робіт на нормативну витрату матеріалів на одиницю. Результати розрахунків оформлюються у формі М29 (Додаток 1), після чого складається специфікація необхідних матеріалів (таблиця 3.8).

Таблиця 3.8 Специфікація основних матеріалів

Поз	Найменування	Од. вим	К-ть.
1	Труба ПЕ Ø75×4,3мм	м	278,7
2	Труба ПЕ Ø50×2,9мм	м	1216,7
3	Труба ПЕ Ø25×3мм	м	355,42
4	Труба сталева Ø63×3мм	м	1,506
5	Труби сталеві прямошовні Ду50мм	м	108,43
6	Сталеві відводи Ø63×3мм	шт.	2
7	Кулевий поліетиленовий кран К 75мм	шт.	1
8	Прокат для армування Ø6мм	кг	0,021
9	Деталі кріплень	кг	42,105
10	Фасонні ПЕ частини:	шт.	199
	муфта терморезисторна МЕ 75	шт.	6
	муфта терморезисторна МЕ 50	шт.	16
	муфта терморезисторна МЕ 25	шт.	70
	трійник рівносторонній ТЕ 75	шт.	2
	трійник рівносторонній ТЕ 50	шт.	2
	трійник сідловий OS 75/32	шт.	12
	трійник сідловий OS 50/32	шт.	42
	коліно KE 50 (90°)	шт.	2
	заглушка ZE 75	шт.	1
	заглушка ZE 50	шт.	4
	перехідник RE 75/63	шт.	2
	перехідник RE 63/50	шт.	2
	перехідник RE 32/25	шт.	54
11	Нероз'ємне з'єднання ПЕ/Ст. Ø75/63мм	шт.	1
12	Нероз'ємне з'єднання ПЕ/Ст. Ø25/20мм	шт.	54
13	Електроди Ø6мм; Ø4мм	кг	60,62
14	Паковки із квадратних заготовок	кг	58,11
15	Прокат для армування залізобетонних конструкцій	кг	0,042
16	Деталі кріплень	кг	33,814
17	Щити опалубки, δ=40мм	м ²	10,24
18	Ковер	шт.	1
19	Крафт папір	м ²	23,76
20	Мішковина	м ²	0,13
21	Брезент	м ²	0,065
22	Лісоматеріали круглі хвойних порід	м ³	0,027
23	Подушка залізобетонна	м ³	0,015
24	Стрічка сигнальна з незмивним написом металізована	м	1596,1

25	Вода	м ³	0,8
26	Цвяхи будівельні різні	кг	7,72
27	Вапно	кг	11,9
28	Дошки обрізні	м ³	2,275
29	Щебінь	м ³	3,69
30	Стовпчики бетонні	шт.	11
31	Гума листова	кг	27,423
32	Рогожа	м ²	12,03
33	Суміш бетонна	м ³	14,851
34	Піщаний ґрунт	м ³	413,25
35	Кран прохідний натяжний муфтовий Ду20мм	шт.	54
36	Кран прохідний натяжний муфтовий Ду25мм	шт.	54
37	Толь з пасмом	м ²	8,92
38	Кисень технічний	м ³	8,9189
39	Сталеві конструкції	кг	4582,7
40	Пропан-бутан технічний	м ³	0,003
41	Зварювальний дріт	кг	0,1372
42	Болти з гайками	кг	1,29
43	Азбестовий картон	кг	0,15
44	Будинковий регулятор тиску з вузлом обліку газу	шт.	54
45	Вказівні щитки (пізнавальні знаки)	шт.	23
46	Камінь бутовий	м ³	1,694
47	Пінополіуретан	кг	0,3456
48	Стрічка поліхлоридна липка	м ²	70,2
49	Клей	кг	0,54
50	Листова сталь	м ²	5,4
51	Азбоцементна труба Ду100мм	м	12,096

3.7.Основні ТЕР будівництва газопроводу

1. Загальна довжина проєктованих газопроводів—**1796** м,
у тому числі:
 - вуличні розподільчі—**1451** м;
 - дворові вводи—**345** м.
2. Обсяг механізованої розробки ґрунту $V_{екск}=1358,766$ м³.
3. Обсяг ручної розробки ґрунту $V_{заг.розр.вручну}=130,105$ м³.
4. Загальна нормативна трудомісткість робіт —**9610,22**люд.(маш.)-год.
5. Трудомісткість на 1м газопроводу—**5,35** люд.-год./м.
6. Середня кількість працівників—**38** чол.,
7. у тому числі:
 - робітників—**33** чол.;
 - ІТП,службовців—**2** чол.;
 - МОП,охорони—**3** чол.
8. Нормативна тривалість будівництва—**1,264**міс.(**28** роб. дн.)
9. Кошторисна трудомісткість основного періоду будівництва—**6815** люд.(маш.)-год.
- 10.Загальна вартість будівництва—**2632,104** тис.грн.
- 11.Термін окупності капітальних вкладень—**3,75** років.

3.8 Опис розробленої технологічної карти

3.8.1 Область застосування

Технологічна карта розроблена для приєднання новозбудованого газопроводу середнього (високого) тиску до існуючої газотранспортної системи методом «холодної врізки», що дозволяє здійснити підключення без зниження тиску в магістралі.

У процесі виконання робіт використовується фреза (свердло) конструкції інженера Новака С.Я., яка забезпечує високу точність врізки, мінімізує ризики витоків газу та дозволяє ефективно інтегрувати новий трубопровід у діючу систему.

3.8.2 Технологія і організація виконання робіт будівельного процесу

Перед початком робіт керівник зобов'язаний провести перевірку:

- готовності котловану, його розмірів, правильності кріплення стінок, а також наявності огороження та берми;
- необхідності використання водовідкачувальних засобів;
- відповідності виконавчих креслень натурі;
- справності запірних пристроїв та їх наявності;
- можливості скидання газоповітряної суміші.

Перед початком робіт здійснюється контрольне опресування газопроводу під тиском 0,1 МПа. Протягом 10 хвилин не повинно спостерігатися падіння тиску у приєднуваному газопроводі.

Приєднання (врізки) газопроводів дозволяється виконувати лише за наявності наряду на газонебезпечні роботи.

Технологічна послідовність приєднання підземних газопроводів методом «холодної врізки»:

1. Приварити до діючого газопроводу електрозварювальним апаратом пристрій для «холодної врізки», до якого приварити кінець приєднуваного газопроводу.
2. Зняти заглушку з пристрою для холодної врізки та накрутити фланець.
3. Встановити фрезу Новака С.Я. на фланцевому з'єднанні з використанням паронітової прокладки, затягнути болти.
4. Встановити колесо приводу фрези та просвердлити отвір у діючому газопроводі, подаючи ріжучий інструмент через супортну втулку.
5. Підняти вал, на якому закріплена фреза, у верхнє граничне положення та закріпити його.
6. За допомогою тросика підняти та закрити клапан, після чого відкрити кран для спуску газу та стравити газ із надклапанної камери.
7. Зняти фрезу з валу та встановити заглушку пристрою для холодної врізки.
8. Відкрити клапан, подаючи вал у нижнє граничне положення, та встановити заглушку.
9. Зняти фрезу Новака С.Я. із фланцевого з'єднання та демонтувати фланець пристрою для холодної врізки.
10. Встановити заглушку на фланець патрубку та обварити її електрозварювальним апаратом.
11. Очистити зварні стики від шлаку та перевірити герметичність за допомогою мильної емульсії або газоіндикатора.
12. Заізолювати місця зварювання.

Технологічна карта докладно розроблена та в повному обсязі винесена на аркуш №4 графічної частини проєкту.

3.9 Приймання у експлуатацію газопроводу і організація служби експлуатації

Введення в експлуатацію газопроводу, будівництво якого завершено, здійснюється відповідно до вимог нормативних документів [1] та [2], комісією, яка призначається замовником. До початку роботи комісії будівельна організація повинна надати додатковий комплект документації, зокрема:

1. Схему зварних з'єднань;
2. Копії сертифікатів зварювальників поліетиленових трубопроводів;
3. Висновки щодо випробування зварних з'єднань;
4. Паспорти на роз'ємні й нероз'ємні з'єднання поліетиленових труб зі сталевими, а також інші необхідні документи.

Комісія перевіряє відповідність виконаних робіт робочому проєкту, з урахуванням вимог ДБН В.2.5-20:2018 «Газопостачання» та «Правил безпеки систем газопостачання».

Акт приймання оформлюється згідно з установленою формою та підписується головою державної комісії, представниками генпідрядника, експлуатаційної організації, Держгірпромнагляду і природоохоронного органу. Експлуатація системи газопостачання буде здійснюватися персоналом Житомирського управління ТОВ (філії в м. Житомир) «Газорозподільні мережі України». Обслуговування підземних поліетиленових розподільчих газопроводів проводитиметься фахівцями служби зовнішніх газопроводів. Загальну відповідальність за безпеку праці в газовому господарстві несе керівник відповідної служби. Зважаючи на викладене, в рамках даного проєкту питання організації служби експлуатації не розглядалися. Водночас слід зазначити, що для виконання пусконаладжувальних і планових ремонтних робіт виробниче управління має бути укомплектоване відповідним обладнанням і засобами згідно з доданим переліком.

Персонал, який здійснює технічне обслуговування і ремонт газових мереж та виконує газонебезпечні роботи, повинен проходити навчання з безпечних методів праці. Працівники мають бути забезпечені спецодягом, спецвзуттям, індивідуальними засобами захисту, а також інструментами й пристроями, що гарантують безпечні умови праці.

4.ЕКОНОМІЧНАЧАСТИНА

4.1.Розрахунок кап.вкладень в газопровід

Локальні кошториси формуються в поточних цінах на трудові ресурси та матеріально-технічне забезпечення, відповідно до встановлених форм. Під час підготовки кошторисної документації використовуються ресурсні елементні кошторисні норми України (РЕКН). Ціни на матеріальні ресурси й машино-години приймаються за актуальними регіональними показниками на момент складання документації, а також на основі усереднених даних Держбуду України. Вартість матеріалів, закладених в одиничні розцінки, визначено за поточними цінами станом на 01 червня 2025 року.

Локальний кошторис №2-1-1, що стосується газифікації вуличного газопроводу, укладено на підставі поточних одиничних розцінок, розроблених із використанням РЕКН та норм, закріплених у ДСТУ Б.Д.1.1-1:2013.

Загальновиробничі витрати обраховані відповідно до усереднених показників, наведених у Додатку 3 до вищезазначеного ДСТУ. У розрахунках використано наступні економічні показники:

- Середньомісячна заробітна плата одного робітника за повної зайнятості при середньомісячній нормі 166 людино-год. (розряд 3,8) у 2025 році — 6800 грн;

Коефіцієнти переходу від нормативної трудомісткості до трудомісткості, що враховується в загальновиробничих витратах: для земляних робіт — 0,098; для будівництва газопроводу — 0,094;

- Усереднена вартість людино-години працівників (5 розряд) — 22,14 грн;

- Єдиний соціальний внесок — 22%;

- Середній показник витрат на покриття інших статей загальновиробничих витрат — 2,21 грн/люд.-год.

Базисна кошторисна вартість будівництва газопроводу визначається відповідно до зведеного кошторисного розрахунку проекту. Цей документ є незмінною основою для фінансування будівництва. Зведений кошторисний розрахунок складається за формою №1 згідно з ДСТУ Б.Д.1.1-1:2013 «Правила визначення вартості будівництва» та включає дванадцять глав. Усі позиції розрахунку пов'язуються з відповідними номерами у кошторисній документації.

4.2 Розрахунок експлуатаційних витрат, прибутку, рентабельності та терміну окупності

Річні експлуатаційні витрати системи газопостачання складаються з витрат:

- на матеріали (купівля газу);
- на заробітну плату з відрахуванням на соціальні заходи;
- на амортизацію;
- на поточний ремонт та інші витрати.

Загальну суму собівартості реалізації газу C_o , визначаю згідно формули:

$$C_o = Z_{k.g.} + Z_{a.n.} + Z_a + Z_{t.e.} + Z_{\text{інші}}, \text{ тис.грн.} \quad (4.1)$$

де $Z_{k.g.}$ – витрати на купівлю газу, тис. грн.;

$Z_{a.n.}$ – витрати на оплату праці, тис. грн.;

Z_a – витрати на амортизацію, тис. грн.;

$Z_{t.e.}$ – витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт, тис. грн.;

$Z_{\text{інші}}$ – інші витрати, тис. грн.

а) витрати на купівлю газу $Z_{k.g.}$, визначаю згідно формули:

$$Z_{k.g.} = Q_{\text{брутто}} \cdot C_{1000\text{м}^3}, \text{ тис.грн.} \quad (4.2)$$

де $Q_{\text{брутто}}$ – об'єм подачі газу споживачам з урахуванням втрат газу, тис.м³/рік;

$$Q_{\text{брутто}} = Q_{\text{нетто}} \cdot 1,008, \text{ тис.м}^3/\text{рік}$$

де
$$Q_{\text{нетто}} = \frac{Q_d^h \cdot 1800}{1000} = \frac{(476,7 - 334) \cdot 1800}{1000} = 256,86 \text{ тис.м}^3/\text{рік};$$

Отже: $Q_{\text{брутто}} = 256,86 \cdot 1,008 = 258,915 \text{ тис.м}^3/\text{рік}$

$C_{1000 \text{ м}^3}$ – ціна купівлі 1000м³ газу, $C_{1000 \text{ м}^3} = 9062 \text{ грн.}$

$$Z_{k.g.} = \frac{258,915 \cdot 9062}{1000} = 2346,288 \text{ тис.грн.}$$

б) витрати на оплату праці $Z_{a.n.}$, тис. грн., визначаю за формулою:

$$Z_{a.n.} = Z_{\text{ср.}} \cdot \chi_{\text{заг}} \cdot K_{\text{відр}} \cdot n, \quad (4.3)$$

де $Z_{\text{ср.}}$ – середньомісячна заробітна плата одного працюючого, $Z_{\text{ср.}} = 8000 \text{ грн.}$;

$\chi_{\text{заг}}$ – загальна чисельність виробничого персоналу, чол.;

$K_{\text{відр}}$ – коефіцієнт відрахувань на соціальні потреби, $K_{\text{відр}} = 1,22$;

n – кількість місяців за рік, $n = 12 \text{ міс.}$

Загальна чисельність виробничого персоналу становить

$$\chi_{\text{заг}} = \chi_{\text{АУП}} + \chi_{\text{вироб.персонал}}, \quad (4.4)$$

Чисельність адміністративного персоналу по нормативній трудоємкості обслуговування квартир, мереж газопроводів і подачі 1 млн.м³ газу в рік.

Трудоємкість обслуговування 1 квартири $T_{p.kv.}$ дорівнює 1 умовній одиниці, визначаю за формулою:

$$T_{p.kv.} = K_{kv.} \cdot 1, \text{ у.о.} \quad (4.5)$$

де $K_{kv.}$ – кількість квартир (житлових будинків **та громадських споживачів**),

$$K_{kv.} = 54 + 0 = 54 \text{ шт.}$$

$$T_{p.kv.} = 54 \cdot 1 = 54 \text{ у.о.}$$

Трудоємкість обслуговування 1 км мережі газопроводу $T_{p.km.}$ дорівнює 10 умовних одиниць, визначаю за формулою:

$$T_{p.km.} = L_{km.} \cdot 10, \text{ у.о.} \quad (4.6)$$

де $L_{km.}$ – довжина газопроводу, $L_{km.} = 1,796 \text{ км.}$

$$T_{p.km.} = 1,796 \cdot 10 = 17,96 \text{ у.о.}$$

Трудоємкість обслуговування подачі 1 млн.м³ газу в рік $T_{p\ 1\ \text{млн. м}^3}$, у.о., дорівнює 2 умовним одиницям, визначаю згідно формули:

$$T_{p\ 1\ \text{млн. м}^3} = Q_{\text{виробничо}} (\text{млн. м}^3) \cdot 2, \text{ у.о.} \quad (4.7)$$

де $Q_{\text{виробничо}} (\text{млн. м}^3)$ – потужність системи, тис. м³/рік.

$$T_{p\ 1\ \text{млн. м}^3} = \frac{258,915}{1000} \cdot 2 = 0,518 \text{ у.о.}$$

Чисельність адміністративного персоналу $Ч_{\text{АП}}$, визначаю по формулі:

$$Ч_{\text{АП}} = \frac{\sum(T_{p\text{кв}} + T_{p\text{км}} + T_{p\ 1\ \text{млн. м}^3}) \cdot \gamma}{1000 \text{ ум.од.}}, \text{ чол.} \quad (4.8)$$

де γ – чисельність адміністративного персоналу в залежності від суми трудоємкості, у.о.

$$Ч_{\text{АП}} = \frac{\sum(54 + 17,96 + 0,518) \cdot 2}{1000 \text{ ум.од.}} = 0,145 \text{ чол.}$$

Чисельність виробничого персоналу по основним службам сільського газового господарства визначається на основі нормативів чисельності чоловік, виходячи з кількості газифікованих квартир, протяжності газопроводів.

Чисельність служби будинкових мереж $Ч_{\text{б.м.}}$, визначаю по формулі:

$$Ч_{\text{б.м.}} = K_{\text{кв}} \cdot 0,00035, \text{ чол.} \quad (4.9)$$

де $K_{\text{кв}}$ – загальна кількість квартир (житлових будинків, громадських та інших споживачів), $K_{\text{кв}} = 54$ шт.

$$Ч_{\text{б.м.}} = 54 \cdot 0,00035 = 0,0189 \text{ чол.}$$

Чисельність служби по експлуатації підземних газопроводів $Ч_{\text{в.м.}}$, визначаю по формулі:

$$Ч_{\text{в.м.}} = L_{\text{км}} \cdot 0,3, \text{ чол.} \quad (4.10)$$

$$Ч_{\text{в.м.}} = 1,796 \cdot 0,3 = 0,5388 \text{ чол.}$$

Чисельність аварійно-диспетчерської служби $Ч_{\text{АДС}}$, визначаю по формулі:

$$Ч_{\text{АДС}} = 0,0005 \cdot \sum T_p, \text{ чол.} \quad (4.11)$$

де $\sum T_p$ – загальна трудоємкість, у.о., $\sum T_p = 72,478$ у.о.

$$Ч_{\text{АДС}} = 0,0005 \cdot 72,478 = 0,0362 \text{ чол.}$$

Чисельність ремонтної служби $Ч_{\text{р.с.}}$, визначаю згідно формули:

$$Ч_{\text{р.с.}} = 0,0007 \cdot \sum T_p, \text{ чол.} \quad (4.12)$$

$$Ч_{\text{р.с.}} = 0,0007 \cdot 72,478 = 0,0507 \text{ чол.}$$

Загальна чисельність виробничого персоналу $Ч_{\text{заг.}}$, визначаю за формулою:

$$Ч_{\text{заг.}} = Ч_{\text{АП}} + Ч_{\text{б.м.}} + Ч_{\text{в.м.}} + Ч_{\text{АДС}} + Ч_{\text{р.с.}}, \text{ чол.} \quad (4.13)$$

де $Ч_{\text{АП}}$ – чисельність адміністративного персоналу, чол.;

$Ч_{\text{б.м.}}$ – чисельність служби будинкових мереж, чол.;

$Ч_{\text{в.м.}}$ – чисельність служби по експлуатації підземних газопроводів, чол.;

$Ч_{\text{АДС}}$ – чисельність аварійно-диспетчерської служби, чол.;

$Ч_{\text{р.с.}}$ – чисельність ремонтної служби, чол.

$$Ч_{\text{заг.}} = 0,145 + 0,0189 + 0,5388 + 0,0362 + 0,0507 = 0,7896 \approx 1 \text{ чол.}$$

Виплати на оплату праці $З_{\text{оп.}}$, визначаю по формулі:

$$З_{\text{оп.}} = 8000 \cdot Ч_{\text{заг.}} \cdot K_{\text{відр.}} \cdot 12, \text{ тис.грн.} \quad (4.14)$$

де 8000 – середня заробітна плата персоналу в газовому господарстві, грн.

$Ч_{\text{заг.}}$ – загальна чисельність виробничого персоналу, чол., $Ч_{\text{заг.}} = 1$ чол.;

$K_{\text{відр.}}$ – коефіцієнт відрахувань на соціальні потреби, $K_{\text{відр.}} = 1,22$.

$$З_{\text{оп.}} = 8000 \cdot 1 \cdot 1,22 \cdot 12 = 117,12 \text{ тис.грн.}$$

в) витрати на амортизацію Z_a , визначаю по формулі:

$$Z_a = \frac{K \cdot H_a}{100}, \text{ тис.грн.} \quad (4.15)$$

де H_a – норма амортизації, $H_a = 5\%$;

K – сума капітальних вкладень, яка дорівнює базисній кошторисній вартості будівництва газопроводу, тис.грн. (із зведеного кошторису), $K = 2632,104$ тис.грн.

$$Z_a = \frac{2632,104 \cdot 5}{100} = 131,605 \text{ тис.грн.}$$

г) витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт $Z_{н.р.}$, визначаю по формулі:

$$Z_{н.р.} = 40\% \cdot Z_a, \text{ тис.грн.} \quad (4.16)$$

де Z_a – витрати на амортизацію, тис. грн.

$$Z_{н.р.} = 0,4 \cdot 131,605 = 52,642 \text{ тис.грн.}$$

д) інші витрати $Z_{інші}$, визначаю по формулі:

$$Z_{інші} = 10\% \cdot (Z_a + Z_{н.р.}), \text{ тис.грн.} \quad (4.17)$$

де Z_a – витрати на амортизацію, тис. грн.

$Z_{н.р.}$ – виплати на оплату праці, тис. грн.

$$Z_{інші} = 0,1 \cdot (131,605 + 52,642) = 24,873 \text{ тис.грн.}$$

Тоді загальна сума собівартості реалізації газу C_o , тис. грн., становить:

$$C_o = 2346,288 + 117,12 + 131,605 + 52,642 + 24,873 = 2672,528 \text{ тис. грн.}$$

Собівартість реалізації 1000м³ газу $C_{1000\text{м}^3}$, визначаю згідно формули:

$$C_{1000\text{м}^3} = \frac{C_o}{Q_{\text{нетто}}}, \text{ грн./1000м}^3 \quad (4.18)$$

де C_o – загальна собівартість реалізації газу, тис.грн.;

$Q_{\text{нетто}}$ – об'єм реалізованого газу споживачам, тис.м³/рік.

$$C_{1000\text{м}^3} = \frac{2672,528}{256,86} \cdot 1000 = 10404,61 \text{ грн./1000м}^3$$

Тариф реалізації споживачам $T_{\text{сер}}$, представляє собою ціну реалізації газу для даного газового господарства (підприємства), визначаю за формулою:

$$T_{\text{сер}} = 1,2 \cdot \Pi_{\text{підпр}}, \text{ грн./1000 м}^3 \quad (4.19)$$

де $\Pi_{\text{підпр}}$ – ціна реалізації газу для підприємства, грн./1000 м³.

Ціну реалізації газу для підприємства $\Pi_{\text{підпр}}$, визначаю по формулі:

$$\Pi_{\text{підпр}} = C_{1000\text{м}^3} \cdot \left(1 + \frac{P}{100}\right) = C_{1000\text{м}^3} \cdot \left(1 + \frac{10}{100}\right) = C_{1000\text{м}^3} \cdot 1,1, \text{ грн./1000м}^3 \quad (4.20)$$

де $C_{1000\text{м}^3}$ – собівартість реалізації 1000м³ газу, грн./1000м³

$$\Pi_{\text{підпр}} = 10404,61 \cdot 1,1 = 11445,071 \text{ грн./1000м}^3$$

Визначаю тариф реалізації споживачам:

$$T_{\text{сер}} = 1,2 \cdot 11445,071 = 13734,085 \text{ грн./1000м}^3$$

Визначення собівартості, прибутку, рентабельності та терміну окупності

Балансовий прибуток Π_6 , визначаю по формулі:

$$\Pi_6 = D - C_0, \text{ тис. грн.} \quad (4.21)$$

де D – сума доходу від реалізації газу, тис. грн.;

C_0 – загальна собівартість реалізації газу, тис. грн.

Суму доходу D , визначаю по формулі:

$$D = Q_{\text{чистого реаліз. газу}} \cdot T_{\text{сеп}}, \text{ тис. грн.} \quad (4.22)$$

$$D = \frac{256,86 \cdot 13734,085}{1000} = 3527,737 \text{ тис.грн.}$$

Визначаю балансовий прибуток, тис.грн.

$$\Pi_6 = 3527,737 - 2672,528 = 855,209 \text{ тис.грн.}$$

Чистий прибуток $\Pi_{\text{ч}}$, за формулою:

$$\Pi_{\text{ч}} = \Pi_6 - H_n, \text{ тис. грн.}, \quad (4.23)$$

де Π_6 – балансовий прибуток, тис. грн.;

H_n – обов'язкові державні платежі (податок на прибуток), тис. грн.

$$H_n = \Pi_6 \cdot 0,18, \text{ тис. грн.}$$

$$H_n = 8$$

$$55,209 \cdot 0,18 = 153,938 \text{ тис. грн.}$$

$$\Pi_{\text{ч}} = 855,209 - 153,938 = 701,271 \text{ тис. грн.}$$

Рівень рентабельності P_p , %,:

1) по балансовому прибутку:

$$P_p = \frac{\Pi_6}{C_0} \cdot 100, \% \quad (4.24)$$

де Π_6 – балансовий прибуток, тис.грн.;

C_0 – загальна собівартість реалізації газу, тис. грн.

а) балансовий:

$$P_p = \frac{855,209}{2672,528} \cdot 100 = 32\%$$

2) по чистому прибутку:

$$P_p = \frac{\Pi_{\text{ч}}}{C_0} \cdot 100\% \quad (4.25)$$

де $\Pi_{\text{ч}}$ – чистий прибуток, тис грн;

б) чистий:

$$P_p = \frac{701,271}{2672,728} \cdot 100 = 26,24\%$$

Термін окупності:

$$t_{\text{ок}} = \frac{K}{\Pi_{\text{ч}}}, \text{ років} \quad (4.26)$$

де K – капітальні вкладення в спорудження системи газопостачання, тис.грн.;

$\Pi_{\text{ч}}$ – чистий прибуток, тис. грн.

$$t_{\text{ок}} = \frac{2632,104}{701,271} = 3,75 \text{ років}$$

5.ОХОРОНА.ПРАЦІ

5.1.Основні завдання з охорони праці

Охорона праці — це комплексна система правових, соціально-економічних, технічних, санітарно-гігієнічних і медико-профілактичних заходів, спрямованих на збереження здоров'я та працездатності працівника в процесі виконання ним трудових обов'язків. Закон України «Про охорону праці» в редакції від 21 листопада 2002 року поширюється на всі підприємства, організації та установи незалежно від форм власності та виду діяльності. Цей нормативний акт визначає основні засади реалізації конституційного права громадян на безпечні та здорові умови праці, регламентує взаємовідносини між роботодавцем і працівниками за участі відповідних державних органів, а також встановлює єдину систему організації охорони праці в Україні. Законом визначено основні принципи державної політики у сфері охорони праці, серед яких ключовим є пріоритет життя і здоров'я працівника над економічними інтересами виробництва, а також повна відповідальність роботодавця за створення безпечних умов праці.

Державна політика у сфері охорони праці ґрунтується на таких принципах:

1. Безумовний пріоритет збереження життя і здоров'я працівників та забезпечення відповідальності роботодавців за створення безпечного виробничого середовища;
2. Постійне підвищення рівня промислової безпеки за рахунок систематичного технічного нагляду за станом виробництва, технологій і продукції;
3. Узгодження умов праці з фізичними та психологічними можливостями працівника;
4. Упровадження найкращих світових практик з безпеки праці завдяки міжнародному співробітництву.

Правові основи трудових відносин, включно з питаннями охорони праці, визначаються Кодексом законів про працю України (КЗпП), який містить спеціальні розділи, присвячені охороні праці та контролю за дотриманням трудового законодавства. Робоче місце, технологічні процеси, обладнання, колективні та індивідуальні засоби захисту, а також санітарно-побутові умови мають відповідати вимогам чинного законодавства з охорони праці. Працівник має законне право відмовитися від виконання завдань, якщо виникає ситуація, що становить загрозу його життю чи здоров'ю, або становить небезпеку для інших осіб чи довкілля. Факт наявності такої загрози повинен бути підтверджений спеціалістом з охорони праці. У межах даного дипломного проєкту розглядаються питання забезпечення охорони праці під час будівництва газопроводу в селі Озерянка Житомирського району із застосуванням труб з полімерних матеріалів.

5.2 Правила техніки безпеки та охорони праці при будівництві газопроводу

Технічні рішення, викладені у цьому розділі проєкту, відповідають чинним вимогам з техніки безпеки та охорони праці. Під час виконання будівельно-монтажних робіт визначаються ділянки з підвищеним рівнем ризику, які потребують додаткового аналізу з метою розробки заходів щодо покращення умов праці та підвищення безпеки.

Питання, що вимагають окремого опрацювання, класифікуються на дві групи:

- **Загальнобудівельні:** включають організацію системи освітлення будівельного майданчика, огороження небезпечних зон, позначення територій, а також оптимальне розміщення складів, побутових і допоміжних приміщень.

- **Технологічні:** передбачають розробку та впровадження безпечних методів виконання робіт, створення спеціальних пристроїв і засобів, що забезпечують безпечну експлуатацію під час робіт.

Передбачено встановлення пристроїв для відключення газопроводів та обладнання. Газопроводи проєктуються з підземним прокладенням, а їх траси повинні бути чітко позначені стовпчиками-орієнтирами та покажчиками. Устаткування з електроприводом повинне відповідати вимогам вибухозахищеного виконання згідно з «Правилами улаштування електроустановок».

У період експлуатації обов'язковим є постійний контроль за технічним станом газових мереж, обладнання, інструментів, а також за справністю засобів індивідуального захисту. Забороняється використовувати несправне обладнання або виконувати ремонтні роботи з підвищеним ризиком для життя працівників без додержання необхідних заходів безпеки. Будівництво газопроводів і споруд на них має виконуватись виключно спеціалізованими підрядниками з дотриманням вимог ДБН А.3.2-2:2009 «ССБП. Охорона праці і промислова безпека в будівництві. Основні положення». Приймання об'єктів в експлуатацію здійснює робоча комісія, призначена замовником, яка перевіряє відповідність виконаних робіт вимогам нормативних документів [1] та [2].

Обслуговування газопроводів і пов'язаних об'єктів виконується персоналом Житомирської філії ТОВ «Газорозподільні мережі України». Відповідальність за дотримання вимог охорони праці несе керівник відповідної служби. Усі працівники, які виконують технічне обслуговування та ремонт, зокрема газонебезпечні роботи, повинні пройти навчання з безпечних методів праці. Вони забезпечуються спецодягом, спецвзуттям, індивідуальними засобами захисту, а також відповідними інструментами та пристосуваннями, які гарантують безпечні умови праці. У газовому господарстві розробляються інструкції з охорони праці та пожежної безпеки, що регламентують порядок виконання робіт як у виробничих приміщеннях, так і на об'єктах.

Працівники, які займаються експлуатацією систем газопостачання, зобов'язані проходити спеціальний інструктаж з охорони праці. Проведення такого інструктажу обов'язково фіксується у відповідному журналі. Будівельно-монтажні роботи повинні виконуватись у суворій відповідності до положень ДБН А.3.2-2:2009 «ССБП. Охорона праці і промислова безпека в будівництві. Основні положення». Територія будівельного майданчика має бути огорожена тимчасовим парканом.

У зонах в'їзду, проїзду техніки та дії монтажних кранів необхідно встановити попереджувальні знаки та інформаційні таблички. Розкриті ділянки ґрунту слід захищати міцними щитами або огороженнями. У місцях перетину траншей пішоходами повинні бути влаштовані перехідні містки з освітленням у темний час доби та огороженнями висотою не менше 0,8 м.

Вздовж усього маршруту прокладання траншеї встановлюються знаки попередження та відповідні написи. Котловани і траншеї, розташовані в межах населеного пункту або на шляхах руху людей і транспорту, необхідно огорожувати відповідно до вимог ДСТУ Б.В.2.8-43:2011, включаючи встановлення знаків попередження та сигнального освітлення вночі.

Тимчасові електромережі на будівельному майданчику повинні відповідати вимогам ДСТУ Б.А.3.2-13:2011 «Будівництво. Електробезпека» та монтуватися ізольованим дротом, закріпленим на опорах на висоті не менше 5 м (у проходах і проїздах — не менше 7 м).

При роботах поблизу повітряних ліній електропередач необхідно суворо дотримуватись вимог електробезпеки згідно з чинними нормами. Система зовнішнього пожежогасіння передбачає використання наявних пожежних колодязів, розташованих по вулицях населеного пункту.

При організації будівництва та розміщенні техніки й персоналу необхідно виділяти небезпечні зони:

- біля струмопровідних неізольованих частин обладнання;
- поблизу перепадів висоти від 1,3 м і більше;
- у місцях переміщення техніки й устаткування;
- у зонах дії вантажопідйомних кранів.

Обмеження швидкості руху автотранспорту поблизу зон робіт: до 10 км/год на прямих ділянках і до 5 км/год — на поворотах. Навантаження й розвантаження машин дозволяється лише за відсутності людей у транспортному засобі, у чому повинен переконатися машиніст.

Проїзди, проходи й робочі зони повинні бути вільними від сторонніх предметів та утримуватись у чистоті. Мінімальна ширина проходів — не менше 0,6 м. До виконання монтажу поліетиленових газопроводів допускаються лише особи віком від 18 років, які пройшли медичний огляд, професійне навчання, вступний інструктаж з техніки й пожежної безпеки, а також інструктаж безпосередньо на робочому місці.

Допуск працівників до виконання робіт оформлюється шляхом внесення відповідного запису до журналу інструктажу з обов'язковим особистим підписом працівника, що підтверджує проходження інструктажу. У кожній будівельно-монтажній організації, а також на підприємствах газового господарства повинні функціонувати постійні комісії з охорони праці. Їх завдання — оперативний контроль за дотриманням законодавства про працю, вимог техніки безпеки, промислової санітарії та інших аспектів охорони праці. Початок зварювально-монтажних робіт із будівництва поліетиленових газопроводів дозволяється лише за наявності затвердженого проєкту виконання робіт (ПВР) або технологічної карти, в яких передбачено заходи безпеки. Персонал, який виконує монтажні й зварювальні роботи, має бути забезпечений справним інструментом, необхідними пристроями та обладнанням. Слюсарі-обхідники, зварювальники та інші працівники, які обслуговують підземні газопроводи у зонах інтенсивного дорожнього руху, повинні бути одягнені у спеціальні сигнальні жилети яскраво-оранжевого кольору.

Зварювання поліетиленових труб при температурі повітря нижче -5°C необхідно проводити у спеціально облаштованих тепличках. У приміщеннях для зварювання, обробки або склеювання пластикових труб та деталей кожне робоче місце має бути добре освітленим (не менше 20–30 лк), обладнаним припливно-витяжною вентиляцією із повітрообміном не менше 1500–2000 м³/год або місцевими витяжками для видалення шкідливих речовин. Під час зварювальних робіт суворо заборонено перевищувати температурні параметри нагрівальних елементів, зазначені в технічних інструкціях. Порушення цих вимог може призвести до термоокислювальної деструкції поліетилену та захисного шару нагрівача, внаслідок чого утворюються небезпечні речовини. Їх гранично допустимі концентрації наведено у таблиці 5.1 відповідної інструкції.

Таблиця 5.1 Перелік шкідливих речовин, що видаляються при термічній обробці основних видів пластмас та ГДК в повітрі робочої зони

Пластмаси	Шкідливі речовини	ГДК мг/м ³	Клас небезпеки
Поліетилен	Формальдегід	0,5	2
	Окис вуглецю	20	4
	Аустальдегід	5	3
	Оцтова кислота /органічні кислоти/	5	3
	Поліетилен низького тиску /аерозоль/	10	3
Фторопласти	Фтористий водень	0,05	1
	Окис вуглецю	20	4
	Фторопласт - 4 (аерозоль)	10	3
	Нафторизобитен	0,01	1

Особи, які мають захворювання верхніх дихальних шляхів або легеневої системи, не допускаються до виконання зварювальних робіт, під час яких можливе виділення шкідливих речовин. Це пов'язано з тим, що вдихання підвищених концентрацій продуктів термічної деструкції матеріалів може призвести до порушень дихальної функції, що становить серйозну загрозу для здоров'я.

Робочі поверхні зварювальних інструментів і пристроїв мають бути захищені від потрапляння мастильних матеріалів та інших забруднень, що можуть вплинути на якість зварювання і безпеку праці.

Виконання зварювання з використанням горючих газів, що відбираються зі стиснених або зріджених балонів, допускається тільки за умов повного дотримання «Правил будови та безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском».

Безпека робіт з електроінструментами й електрифікованим обладнанням при зварюванні та термічній обробці поліетиленових труб регламентується «Правилами технічної експлуатації газопроводів з поліетиленових труб».

Усе електротехнічне, монтажне та технологічне обладнання, що працює на напрузі вище 36 В, має бути заземлене згідно з вимогами СН 102 «Інструкції із пристрою мереж заземлення і занулення в електроустановках». Використання автотрансформаторів, дросельних котушок і реостатів для зниження напруги заборонено.

Для уникнення викидів гліцерину при нагріванні в гліцеринових ваннах заготовки повинні бути сухими. При використанні піску як наповнювача при формуванні зварних з'єднань та вигині труб слід уникати ризику розриву поліетиленової труби через утворення пари.

Нагрівання поліетиленових труб відкритим полум'ям забороняється через ризик займання. При механічній обробці труб важливо надійно закріпити їх через пружні властивості поліетилену, що в іншому випадку може призвести до травм. Токарне обладнання для обробки поліетилену повинне мати прозоре захисне огороження та систему видалення стружки.

Для очищення та знежирення зварюваних поверхонь труб використовують ацетон, уайт-спірит, етиловий спирт тощо. Ці речовини є токсичними: ацетон впливає на слизові оболонки й центральну нервову систему, а уайт-спірит може спричинити шкірні захворювання і непритомність при високих концентраціях.

Для запобігання накопиченню статичної електрики на поліетиленових трубах, заповнених газом, необхідно заземлити їх поверхню за допомогою зволоженого бавовняного пасма та періодично зрошувати водою місце заземлення і ґрунт.

У разі загоряння поліетиленових труб застосовуються вогнегасники з вуглекислою або піною. Гасіння здійснюється лише в протигазах марки В або ізолюючих протигазах відповідно до ДСТ 12.4.121, а також у захисному одязі, затвердженому нормативною документацією.

Інструктаж з охорони праці проводиться на основі типових галузевих документів, які затверджені у встановленому порядку. Монтаж газопроводів має виконуватись лише спеціалізованими підприємствами з дотриманням вимог нормативних документів [1] та [2].

5.3 Правила охорони праці при будівництві підземних газових мереж

Земляні роботи. Перед початком виконання земляних робіт необхідно: виконати розбивку траси згідно з робочими кресленнями; встановити попереджувальні знаки, що вказують місця розміщення підземних комунікацій; забезпечити обладнання постійних і тимчасових водовідвідних систем відповідно до проєктної документації.

У зонах розташування підземних комунікацій земляні роботи дозволяється проводити лише після затвердження проєкту і отримання письмового дозволу від організації, яка експлуатує ці комунікації. До дозволу додається схема земляних робіт із зазначенням розміщення і глибини закладення мереж. Роботи в охоронних зонах комунікацій виконуються лише під наглядом представника експлуатуючої організації. Повинні бути вжиті заходи щодо запобігання пошкодженню розкритих комунікацій, а в зимовий період — щодо захисту їх від промерзання.

Котловани та траншеї, які розміщені у зонах руху пішоходів або транспорту, необхідно огородити суцільним захисним парканом висотою 1,2 м. На огорожі мають бути встановлені попереджувальні знаки, а вночі — сигнальне освітлення. Вийнятий ґрунт повинен зберігатися на відстані не менше 0,5 м від краю траншеї. Забороняється розробляти ґрунт методом «підкопу».

Заборонено під час земляних робіт: проводити розкопки ближче ніж 2 м до підземних мереж без ручного способу розробки; складувати будівельні матеріали у межах призм обвалу; здійснювати рух і встановлення техніки; монтувати опори зв'язку у небезпечних зонах можливого обвалу.

У випадку значних опадів або небезпечного стану ґрунту допускається продовження робіт лише після: візуального огляду стану відкосів; усунення нависань та тріщин з обов'язковим виведенням персоналу з небезпечної зони; зменшення крутизни відкосів у критичних місцях; тимчасового припинення робіт до висихання ґрунту. З настанням морозів слід очищати відкоси від каміння, щоб унеможливити їх скочування під час відлиги. Без кріплень допускається розробка ґрунту з вертикальними стінками у нескельних породах за таких умов: до 1 м — у насипних і піщаних ґрунтах; до 1,25 м — у супісках; до 1,5 м — у суглинках і глинах; лише за відсутності поруч підземних комунікацій та за умови, що рівень ґрунтових вод нижчий. У межах призми обвалу забороняється проїзд техніки, монтаж обладнання, встановлення опор тощо.

Для монтажу обладнання (кранів, засувки, катушок тощо) котловани мають бути обладнані з відступом по 2,5 м в усі боки від місць зварювання. Для проведення зварювання у траншеї мають бути передбачені спеціальні приямки. Зокрема, для сталевих труб довжиною 1 м, ширина котловану має становити $(D + 1,2)$ м, глибина 0,7 м, для поліетиленових труб 0,6 м, $(D + 0,5)$ глибина 0,2 м нижче дна траншеї.

Прямки для зварювання неповоротних стиків, а також котловани для встановлення конденсатозбірників, гідрозатворів та інших пристроїв на газопроводах слід відривати безпосередньо перед початком відповідних робіт. Всі котловани необхідно огорожувати суцільною огорожею з розміщенням на ній попереджувальних знаків. Під час проведення вибухових робіт у скельних ґрунтах із використанням шпурових зарядів необхідно встановити охоронну зону радіусом 200 м — відповідно до зони можливого розльоту уламків. Перед початком вибуху повинні бути облаштовані спостережні пункти, організовано охорону зони, а всі люди мають залишити небезпечну територію або перейти до захищених укриттів.

Допускається розробка траншей з вертикальними стінками без кріплень за допомогою роторних або траншейних екскаваторів у щільних ґрунтах на глибину до 3 м, за умови відсутності перебування працівників у траншеї. У місцях, де перебувають люди, повинні застосовуватись відкоси або встановлюватися кріплення. Перед спуском працівників у виїмки глибиною понад 1,3 м обов'язково перевіряється надійність кріплень або стійкість відкосів.

Для безпечного спуску в траншеї та котловани використовуються драбини шириною не менше 0,75 м із поручнями. У вузьких траншеях дозволено застосовувати приставні сходи з врізаними щаблями. Категорично забороняється спуск працівників по елементах кріплення. У місцях переходу через траншеї влаштовуються перехідні містки шириною від 0,6 м з поручнями заввишки 1,1 м.

Робота будівельної техніки поблизу виїмок без укріплених відкосів дозволяється тільки за межами призми можливого обвалу ґрунту — згідно з проектом або технологічною картою. За відсутності таких вказівок — за вимогами ДСТУ. Кріплення стінок траншей і котлованів повинно виконуватись інвентарними елементами, або, при їх відсутності, за індивідуальними проектами. Виступ верхньої частини кріплення має становити не менше 0,15 м над краєм виїмки. Кріплення встановлюють зверху вниз у процесі розробки виїмки, не перевищуючи глибину 0,5 м за один захід. Тип щитків підбирають відповідно до характеристик ґрунту.

При виконанні земляних робіт із застосуванням механізмів на ділянках з поперечним ухилом до 8° допускається використання звичайних методів без додаткових засобів утримання. Якщо ухил перевищує 8° , необхідно облаштовувати тераси згідно з проектом.

- При ухилах до 15° в нескельних ґрунтах тераси формують поперечними проходами бульдозера, а потім планують повздовжніми.
- На ділянках з ухилом понад 15° земляні роботи виконують одноківшевим екскаватором з прямою лопатою, а остаточне планування здійснюється бульдозером.

Розробка траншей на повздовжніх ухилах до 22° допускається без анкерування. Якщо ухил перевищує 22° , екскаватори необхідно додатково фіксувати рухомими якорями згідно з розрахунками. У скельних породах на повздовжніх ухилах понад 10° обов'язкове визначення стійкості конструкцій і рельєфу.

Під час виконання робіт на крутих відкосах як якорі застосовуються трактори, бульдозери та лебідки. Утримуючі пристрої необхідно розміщувати на вершині відкосу для забезпечення стійкості техніки. На схилах з ухилом понад 22° робота одноківшового екскаватора з прямою лопатою допускається у напрямку знизу вгору з рухом уперед ковшем, тоді як екскаватору з зворотною лопатою дозволено працювати у зворотному напрямку — згори вниз, ковшем позаду ходу. Мінімальна безпечна відстань між кабіною екскаватора та забоем повинна становити не менше 1 метра незалежно від положення машини. У разі будь-якої перерви в роботі стріла екскаватора має бути відведена вбік від фронту робіт, а ківш опущений на землю. Забороняється піднімати або переміщувати ковшем екскаватора чи грейдера негабаритні предмети, такі як уламки породи, дошки, балки або труби (за винятком елементів, необхідних для пересування самого екскаватора). Також забороняється перебування осіб у межах зони, що дорівнює довжині стріли екскаватора плюс 5 метрів. Вийнятий із траншеї ґрунт необхідно складувати на відстані не менше 0,5 метра від краю відкосу, аби уникнути його осипання. Не дозволяється встановлювати або переміщувати лебідки, опори ліній електропередач чи інші об'єкти зв'язку в межах призми обрушення відкритих незакріплених виїмок. Щодо зварювання сталевих газопроводів, до виконання таких робіт допускаються лише зварювальники, які пройшли атестацію згідно з вимогами «Правил атестації зварників», затверджених наказом Держнаглядохоронпраці України від 19.04.1996 №61 та зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 31.05.1996 за №262/1287. Також працівники повинні мати чинний медичний висновок про відсутність протипоказань та пройти стажування не менше 10 робочих змін.

Кваліфікаційні вимоги до ручного зварювання такі:

- 4-й розряд — дозволяє виконання монтажного зварювання трубопроводів внутрішніх і зовнішніх мереж низького тиску, а також середнього і високого тиску в умовах майстерні;
- 5-й розряд — дає право на зварювання аналогічних трубопроводів як під час монтажу, так і в майстерні;
- 6-й розряд (електрозварювальник) і 5–6-й розряди (газозварювальник) — допускають зварювання зовнішніх мереж середнього та високого тиску як у польових умовах, так і в майстерні.

Перед початком основних зварювальних робіт кожен зварювальник зобов'язаний виконати пробне з'єднання для перевірки якості зварювання. Під час роботи зварювальник повинен бути одягнений у спецодяг: щільну куртку (поверх штанів), штани поверх чобіт, брезентові рукавиці та захисний шолом, який закриває шию і плечі. Для захисту очей від ультрафіолетового випромінювання, іскор та розплавленого металу при газовому зварюванні або різанні необхідно використовувати захисні окуляри зі спеціальними світлофільтрами. Вони мають щільно прилягати до обличчя, а конструкція повинна забезпечувати вентиляцію повітря — бажано у вигляді лускоподібної оправы. У випадках, коли до складу зварювального матеріалу входять шкідливі домішки, такі як цинк, свинець або мідь, зварювальник повинен працювати у фільтрувальному або шланговому протигазі для захисту органів дихання.

Для виконання зварювально-монтажних робіт спеціалізованими організаціями використовуються технічні гази, кожен з яких має специфічні фізико-хімічні властивості, що потребують суворого дотримання правил безпеки.

Кисень — безбарвний і без запаху газ, який є важчим за повітря. Сам по собі не горючий, однак значно підсилює горіння інших речовин. У разі контакту стисненого газоподібного кисню з мастилами, жирами або диспергованими горючими речовинами може відбутися самозаймання, що створює ризик вибуху чи пожежі.

МАФ (метил-ацетилен-аленова фракція) — це зріджений газ білого кольору з різко вираженим запахом, який відчувається в повітрі при концентрації 100 мг/м³. Оскільки МАФ важчий за повітря, він здатен накопичуватись у низинах і ємностях, утворюючи вибухонебезпечні суміші. Тому забороняється запалювати пальники або різак над відкритими ємностями чи всередині них. МАФ застосовується як альтернатива ацетилену та пропан-бутану при газополум'яній обробці металів. Виконання зварювальних, різальних та інших робіт із застосуванням відкритого полум'я дозволяється лише на визначеній відстані: не менше 10 м від групових газобалонних установок, не менше 5 м від окремих балонів з киснем і горючими газами, не менше 1,5 м від місць проведення механічних робіт. У разі застосування пересувних газобалонних постів дозволяється розміщення кисневого балона на спеціальному візку. Балони мають бути надійно закріплені для запобігання їх перекиданню або зіткненню. Балони з МАФ повинні знаходитися у вертикальному положенні під час роботи. Особливості ацетилену вимагають підвищеної обережності: він має низький нижній поріг вибуховості та широкий вибухонебезпечний діапазон. Вибух може статися як внаслідок розпаду нестабільних молекул ацетилену, так і при контакті з деякими речовинами, особливо з міддю. Температура газових балонів не повинна перевищувати +45 °С. Балони повинні розміщуватися на відстані не менше 1 м від джерел тепла (опалювальних приладів) та не менше 5 м від відкритого вогню. У літній період балони необхідно захищати від прямих сонячних променів за допомогою брезентових накривтів або інших матеріалів. Ацетиленові генератори та балони, призначені для газополум'яної обробки металів, забороняється розміщувати у житлових приміщеннях або у приміщеннях, де наявне або можливе виникнення відкритого полум'я. На місці проведення газозварювальних робіт обов'язково мають бути наявні первинні засоби пожежогасіння.

Забороняється газозварнику: залишати без нагляду зварювальну апаратуру; допускати перебування сторонніх осіб ближче ніж на 5 м від зони виконання вогневих робіт; працювати в умовах недостатнього освітлення, загазованого повітря або витоків горючих рідин; торкатися незахищеними руками нагрітих частин металу після зварювання або різання; проводити самостійний ремонт газогенераторів чи редукторів на балонах; виконувати одночасно електро- і газозварювальні роботи в закритих металевих просторах або котлованах; підігрівати метал лише горючим газом без подачі кисню; використовувати ацетилен, пропан-бутанову суміш або МАФ без подачі кисню, оскільки це може призвести до утворення чадного газу (СО) та газоповітряної вибухонебезпечної суміші, що створює загрозу отруєння і вибуху; залишати працюючий пальник без нагляду або випускати його з рук навіть на короткий час, оскільки це може спричинити займання навколишніх матеріалів;

залишати працюючий палиник без нагляду або випускати його з рук навіть на короткий час, оскільки це може спричинити займання навколишніх матеріалів; переміщуватись із запаленим палиником за межі робочої зони або підійматися з ним на трапи, риштування, драбини тощо, що несе ризик несанкціонованого займання чи вибуху; розміщувати шланги під час роботи під рукою, на плечі, обмотувати навколо пояса або ставати на них ногами, що може призвести до їх пошкодження, втрати герметичності, витoku газу та нещасних випадків.

Особливості безпеки при електрозварюванні:

- Необхідно захистити людей поблизу від дії світлового та теплового випромінювання дуги, а також бризок розплавленого металу.
- Високу небезпеку становить ураження електричним струмом, який при зварюванні може становити 30–400 А.

Засоби індивідуального захисту електрозварника:

- Робота виконується у брезентових рукавицях та захисному щитку, що закриває обличчя. Щиток виготовляється з негорючого матеріалу та оснащується світлофільтром зі спеціального скла, підібраним відповідно до сили зварювального струму.
- Спецодяг зварювальника виготовляється з вогнетривкого брезенту. У вологих умовах — необхідне використання електроізоляційного взуття (електрокалош), а в зимовий період — валянців.

Подача струму:

- Для зварювання застосовується спеціальний зварювальний кабель, а як зворотний провід можна використовувати сталеві шини з перерізом не менше 25 мм².
- Для уникнення ураження струмом необхідне заземлення зварювального апарата та зварюваних труб.

Забороняється проводити зварювальні роботи:

- Ближче 10 м до легкозаймистих і вибухонебезпечних матеріалів.
- Під час дощу, снігопаду або сильного вітру (понад 10 м/с) без встановлення захисних екранів, які запобігають попаданню вологи та впливу вітру на зону зварювання.
- За наявності сторонніх осіб у зоні робіт, які не залучені до зварювання.

Під час зварювання неповоротного стика з обох боків обов'язково встановлюються інвентарні страхувальні опори для забезпечення стійкості труб. Відстань між нижньою частиною труб і поверхнею ґрунту повинна становити не менше 0,5 м, що забезпечує безпечний доступ до зони зварювання. Використання земляних або снігових призм як опор під час зварювальних робіт категорично забороняється. Після зварювання пліть трубопроводу укладається на відстані не менше 1,5 м від краю траншеї. У разі, якщо ухил місцевості перевищує 7°, трубопровід додатково фіксується анкерними пристроями для запобігання скочуванню. У місці з'єднання плітей в єдину нитку траншею необхідно розширити на 1,5 м у кожен бік від зони зварювання (так званого "захльосту") на довжину не менше 2,5 м. Перед початком зварювання зцентровані труби повинні бути надійно зафіксовані, і лише після перевірки стійкості кріплень дозволяється починати зварювальні роботи. Для виконання зварювання неповоротного стика безпосередньо в котловані обов'язково влаштовується прямокутник глибиною 0,7 м, який забезпечує зварювальнику зручний і безпечний доступ до стику та належні умови праці.

Зварювання поліетиленових трубопроводів. До виконання зварювально-монтажних робіт із поліетиленовими трубами допускаються лише працівники, які: не мають медичних протипоказань; мають відповідну кваліфікацію зварника поліетиленових трубопроводів, підтверджену посвідченням встановленого зразка; мають допуск до роботи з електроустановками не нижче II групи з електробезпеки. Засоби індивідуального захисту зварювальника: під час роботи зварювальник зобов'язаний використовувати спеціальний одяг і взуття: костюм із щільної тканини (куртка — поверх штанів, штани — поверх взуття), брезентові рукавиці, захисний шолом, що закриває шию і плечі, а також захисні окуляри. Підключення та відключення зварювального обладнання має виконуватись електротехнічним персоналом з допуском не нижче III групи. Джерело живлення обов'язково повинно бути заземлене, при цьому заземлення має відповідати вимогам Правил улаштування електроустановок (ПУЕ). Кабелі живлення повинні бути справними, без пошкоджень. Ручні електронагрівачі повинні працювати від напруги не більше 24 В змінного струму. Напруга при терморезисторному зварюванні не повинна перевищувати 36 В. Температурні умови виконання зварювання поліетиленових труб: «встик» нагрітим інструментом: від -15°C до $+30^{\circ}\text{C}$; «в раструб» нагрітим інструментом: від -5°C до $+30^{\circ}\text{C}$; терморезисторне зварювання: від -10°C до $+40^{\circ}\text{C}$. Під час роботи з електронагрівачем він повинен знаходитися у спеціальній захисній касеті, що запобігає опікам та ураженню електричним струмом. Перегрівання нагрівача не допускається, оскільки це призводить до порушення технологічного процесу та виділення шкідливих газів, а у випадку пошкодження фторопластового покриття — токсичних і летючих сполук. Підготовка труб до зварювання: Труби попередньо встановлюються на опори-«катки», виготовлені з дерева або поліетилену. Під опорами не повинно бути каміння чи інших твердих предметів, які можуть обмежити вільне переміщення труб у межах не менше 100 мм в обидва боки. Кількість і розміщення «катків» визначаються з урахуванням допустимого провисання труби, яке не повинно перевищувати 0,3 зовнішнього діаметра труби. Безпека при зачистці та зварюванні: під час зачистки торців труб і зварювальних швів обов'язково використовуються захисні окуляри. Особи, що перебувають у безпосередній близькості до зони зварювання, мають бути забезпечені захисними окулярами типу «В-3». Дотримання цих вимог є обов'язковим для забезпечення якісного зварювання поліетиленових труб та безпеки працівників на об'єкті.

Перед зварюванням труби збирають на інвентарних підкладках із використанням центраторів та інших спеціальних пристосувань для забезпечення точності з'єднання. Прокладка трубопроводів із бухт або котушок може здійснюватися одним із двох способів:

1. Безпосереднє укладання в траншею, з подальшим зварюванням вузлів і фасонних частин у спеціально обладнаних котлованах.

2. Розмотування та зварювання біля траншеї, після чого зібрану пліть трубопроводу укладають у траншею за допомогою механізмів і пристроїв.

Зону зварювання необхідно захищати від вітру, опадів, пилу та піску. У разі зниження температури повітря нижче допустимої межі роботи слід проводити в утеплених укриттях. Заборонено у місцях монтажу газопроводів, а також поблизу складів труб, розчинників і з'єднувальних деталей: розводити вогонь; палити; проводити будь-які вогневі роботи. Місце проведення робіт має бути огорожене, а також позначене попереджувальними знаками безпеки.

Ізоляційні роботи

Матеріали, що використовуються для ізоляції (зокрема бітумні і гарячі мастики), можуть становити небезпеку для здоров'я працівників. Деякі містять легкозаймисті речовини, пари яких при змішуванні з повітрям утворюють вибухонебезпечні суміші. Працівники повинні бути поінформовані про ці властивості й дотримуватися відповідних заходів безпеки. Працівники, які займаються приготуванням і нанесенням бітуму, повинні бути забезпечені: спецодягом згідно з нормативними вимогами; захисними окулярами, респіраторами, рукавицями. Потрапляння гарячої бітумної мастики на шкіру суворо неприпустиме.

Приготування бітумної мастики здійснюється:

- відповідно до технічних умов або інструкцій;
- на спеціально відведений ділянку, погодженій з органами пожежної безпеки;
- на відстані не менше ніж 500 м від пожежонебезпечних об'єктів, не ближче 200 м від житлових будинків і не менш як 15 м від траншей та котлованів.

Роботи з бітумом і праймером виконуються під керівництвом інженерно-технічного персоналу (ІТП). Місце приготування бітуму повинне бути забезпечене повним комплектом протипожежних засобів — лопатою, піском, вогнегасником. Пальне для розігріву бітуму зберігається в закритих ємностях на відстані не менше 50 м від зони готування. Перед початком робіт слід перевірити справність інвентарю: черпаків, бачків та іншого обладнання. Бачки для перенесення гарячої мастики мають бути конусоподібної форми (широка частина вниз), оснащені щільно закритими кришками з фіксаторами, які унеможливають відкриття у разі падіння. Перенесення гарячої бітумної мастики у відкритій тарі заборонено.

Установлення котлів для варіння бітуму та праймеру. Котли слід встановлювати на попередньо очищеному та вирівняному майданчику. Забороняється розміщувати котли на випадкових опорах або підкладках, таких як цегла, шлакоблоки, склоблоки, дерев'яні бруски тощо. Котли мають бути надійно закріплені та обладнані щільно закриваними металевими кришками.

Вимоги до обслуговування котлів. Котел заповнюється не більше ніж на $\frac{3}{4}$ його об'єму. Завантажуваний бітум повинен бути сухим і попередньо подрібненим. Під час перемішування розплавленої бітумної маси використовується довге металеве весло, а зварювальник повинен стояти з навітряного боку, щоб уникнути опіків парами чи бризками.

У разі виникнення пожежі. Котел накривається металевою кришкою. Полум'я гаситься вогнегасником (піною). Окремі горючі матеріали засипаються піском. Залишати котел без нагляду із працюючим пальником категорично заборонено.

Розлив і транспортування бітумної маси. Гаряча бітумна маса переливається в конусне цебро черпаком з довгою дерев'яною ручкою, при цьому слід стояти з навітряного боку. Бідони для транспортування заповнюються до $\frac{3}{4}$ їхнього об'єму, встановлюються на спеціальну підставку, нижчу за рівень казана. Ручки бідонів та рукавиці працівника повинні бути чистими від бітуму для уникнення ковзання та травм. Заповнені бідони опускають у траншею за допомогою міцної мотузки з карабіном для надійної фіксації. Прийом бідона в траншеї здійснюється лише після його повного опускання на рівну основу. Працівник, який приймає бідон, повинен стояти на стійкій поверхні, а інші робітники повинні відійти на безпечну відстань при опусканні тари.

Змішування бітуму з бензином. Процедура дозволено виконувати не ближче 50 м від місця розігріву бітуму. Розігрітий бітум перед змішуванням охолоджується до 70 °С, після чого його повільно вливають у нестильований бензин. Етильований бензин використовувати заборонено через високу токсичність. Змішування виконується з дотриманням усіх протипожежних вимог.

Додаткові вимоги безпеки. Під час очищення труб вручну металевими щітками або електрифікованим інструментом обов'язкове застосування захисних окулярів. Під час ізоляційних робіт, а також при перевірці температури бітуму, паління заборонено. Забороняється присутність сторонніх осіб у зоні проведення робіт.

6.ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1.Загальні.положення.оцінка.впливу.на.навколишнє.середовище

Розділ «Захист навколишнього середовища» у складі проєктної документації має на меті екологічне обґрунтування запланованої господарської діяльності, визначення найбільш ефективних шляхів реалізації проєкту з урахуванням екологічної безпеки, а також розробку заходів щодо нормалізації стану довкілля та запобігання його деградації. ОВНС є обов'язковою складовою екологічного супроводу проєкту і включає в себе: визначення характеру, обсягу та ступеня небезпеки потенційних впливів об'єкта будівництва на навколишнє середовище; аналіз екологічних наслідків реалізації проєкту; розробку рішень, що дозволяють мінімізувати або повністю уникнути негативного впливу на природне середовище, здоров'я населення та екосистеми. Метою оцінки є недопущення порушення екологічної рівноваги, відновлення раніше деградованих територій, забезпечення сталого розвитку територій та зменшення рівня екологічної небезпеки, що може виникнути внаслідок впровадження проєкту. ОВНС виконується відповідно до нормативно-правових актів України та основних положень ДБН А.2.2-1:2003 «Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище при проєктуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд». Завдання та зміст розділу ОВНС: екологічне обґрунтування доцільності реалізації проєкту; оцінка впливів на природне середовище (атмосферу, ґрунти, водні ресурси, флору і фауну); обґрунтування заходів із захисту навколишнього середовища; врахування прямого, непрямого, відстроченого, кумулятивного та потенційного впливу господарської діяльності; розгляд сценаріїв розвитку подій у разі негативного екологічного впливу; вибір технічних рішень, які не спричинятимуть шкоди здоров'ю населення та не призведуть до незворотних змін у довкіллі.

Нормативна база, що використовується при розробці ОВНС:

- Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища»;
- Закон України «Про екологічну експертизу»;
- Закон України «Про охорону атмосферного повітря»;
- Водний кодекс України;
- Земельний кодекс України;
- Закон України «Про відходи»;
- ДБН А.2.2-1:2003;
- Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць від забруднень хімічними та біологічними речовинами;
- Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів.

- ОНД-86 Держкомгидромету «Методика розрахунку кількості забруднюючих речовин, що надходять в атмосферне повітря з викидами підприємств».
- Постанова Кабінету Міністрів України №554 від 27 липня 1995 року.
- Методичні рекомендації щодо підготовки документів з оцінки впливу на довкілля (відповідно до ДБН А2.2-1:2003).
- Технологічні рішення, передбачені у проектній документації.

Таблиця 6.1 Коротка характеристика видів впливів планової діяльності на навколишнє середовище

Види впливу	Ступінь впливу
1. Вплив на ґрунт	Вплив під час експлуатації запроєктованого об'єкту на земельні ресурси відсутній. Ґрунтовий покрив, що підніматиметься під час будівельних робіт піддаватиметься рекультивації згідно встановлених правил наведених в розділі ОВНС.
2. Вплив на ландшафт	Будівництво та експлуатація газопроводу не призведе до зміни ландшафту території
3. Вплив на водні ресурси	Водопостачання для потреб запроєктованого об'єкту не передбачається. Вплив на водні ресурси на стадіях будівництва та експлуатації вуличного газопроводу не здійснюватиметься.
4. Вплив на атмосферне повітря	Під час експлуатації <u>запроєктований</u> газопровід не завдаватиме впливу на навколишнє атмосферне повітря. Викиди ЗР відбуватимуться лише під час будівництва (монтажу) газопроводу – по зварюванню поліетиленових труб. При цьому до навколишнього атмосферного повітря потраплятимуть такі забруднюючі речовини: - органічні кислоти (в перерахунку на оцтову) – $3,1 \times 10^{-7}$ т/рік, - оксид вуглецю – $1,5 \times 10^{-7}$ т/рік.

Для з'ясування ставлення місцевої громади до реалізації проєкту необхідно опублікувати в місцевих засобах масової інформації Заяву про екологічні наслідки діяльності об'єкта з коротким його описом. У разі потреби громадськість може висловити зауваження та визначити проблемні питання, що потребують вирішення.

У зоні впливу об'єкта відсутні рекреаційні території, ділянки історико-культурного значення, об'єкти природно-заповідного фонду, їхні охоронні зони, потенційні заповідні території, шляхи міграції тварин і птахів, а також популяції чи місця зростання рідкісних та зникаючих видів флори. Видалення багаторічних зелених насаджень не передбачається — навпаки, планується озеленення та благоустрій території. У процесі експлуатації об'єкта викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря не здійснюватимуться. Природоохоронні заходи будуть реалізовані відповідно до чинного законодавства України, зокрема Законів України про надра, землю, охорону атмосферного повітря, тваринного світу, пам'яток історії та культури, а також Закону «Про охорону навколишнього природного середовища».

Природно-відновлювальні роботи вважаються завершеними за умови, що проведено рекультивацію земель, очищено території, забруднені паливно-мастильними речовинами, а також будівельними і побутовими відходами. Рекультивації підлягають: вся будівельна смуга трубопроводів у межах відведеної території; береги та ділянки переходів через річки; території, де спостерігаються ерозійні явища, зокрема яри. Якщо прокладання трубопроводу здійснюється безтраншейним методом, технічна рекультивація будівельної смуги не проводиться. За дотримання екологічних вимог проєкту відповідає будівельна організація, яка виконує роботи з укладання газопроводу.

Характерною природною особливістю регіонів газифікації є наявність орних земель та лісових угідь. Основні екологічні ризики, пов'язані з будівництвом — це ерозія (зокрема вітрова) та заболочення. Для їх запобігання необхідно передбачити водовідвідні системи, дренаж, стічні лотки та захисні вали.

Під час засипки трубопроводу бульдозер має рухатись по діагонально-поздовжній траєкторії для мінімізації зони впливу, а сам бульдозер оснащується косим відвалом. Використання родючого шару ґрунту для будівництва перемичок або інших споруд (як тимчасових, так і постійних) заборонено. Також не допускається злив води, що була витіснена з газопроводу після проведення випробувань, у природні водойми (річки, озера тощо) без попереднього очищення.

6.2.Збереження навколишнього середовища під час БМР

При виборі маршруту прокладання газопроводів та розташування будівельних майданчиків, крім техніко-економічного обґрунтування, обов'язково враховується рівень негативного впливу на навколишнє середовище як у період будівництва, так і під час експлуатації.

У процесі організації будівельних робіт слід передбачити комплекс природоохоронних заходів, включаючи рекультивацію земель, недопущення втрати природних ресурсів, попередження або нейтралізацію шкідливих викидів у ґрунт, водні об'єкти та атмосферу. На території будівництва забороняється знищення деревно-чагарникової рослинності та засипання ґрунтом кореневих систем дерев, якщо це не передбачено проєктом.

Під час виконання робіт у межах населених пунктів необхідно дотримуватися вимог щодо зменшення запиленості повітря та зниження рівня забруднення. Трасу газопроводу середнього тиску спроектовано так, щоб мінімізувати порушення існуючої інфраструктури та зелених зон.

Питання екологічної безпеки повинні бути обов'язково враховані підрядною організацією ще на етапі розробки проєктно-виробничої документації (ПВР) та суворо дотримуватися у процесі будівництва.

Для збереження навколишнього природного середовища під час підготовчих та основних етапів будівництва необхідно:

1. Зберігати наявні зелені насадження (дерева, кущі, газони);
2. Використовувати будівельні матеріали та конструкції, виготовлені в спеціалізованих цехах;
3. Не допускати утворення стихійних звалищ будівельних відходів, здійснювати їх своєчасне вивезення на санкціоновані полігони;
4. Влаштовувати тимчасові дороги з твердим покриттям із інвентарних плит, придатних до багаторазового використання;
5. Для транспортування будівельних матеріалів використовувати спеціалізований транспорт;
6. Обмежувати роботу будівельної техніки з двигунами внутрішнього згорання, надаючи перевагу обладнанню з електроприводом;
7. Забезпечити належне технічне обслуговування всієї будівельної техніки;
8. Транспортувати та зберігати будівельні матеріали (особливо хімічні добавки, розчинники, фарби тощо) відповідно до встановлених норм і технічних вимог;

1. Каналізаційні стоки з тимчасових санітарно-побутових приміщень мають відводитись у діючі каналізаційні мережі або спеціальні системи з попереднім знезараженням стічних вод методом хлорування.
2. Експлуатацію будівельної техніки з двигунами внутрішнього згоряння слід обмежити до мінімально необхідного часу. Електрозварювальне, компресорне, насосне обладнання та механізми малої механізації бажано використовувати з електричним приводом.
3. Витрати води для будівельних потреб мають контролюватися, не перевищуючи встановлені ліміти.

Необхідно забезпечити належний технічний стан будівельних машин і механізмів, а саме: заправку паливом здійснювати механізованим або автоматизованим способом на спеціалізованих автозаправних станціях; організовувати збір використаних і заміненних мастильних матеріалів; мити техніку на спеціалізованих установках типу «Кристал» із наступним очищенням води; регулярно проводити профілактичний ремонт машин у спеціально обладнаних сервісних зонах.

У проєкті передбачено проведення рекультиваційних робіт, що включають зняття та збереження родючого шару ґрунту, відновлення порушених зелених насаджень, а також благоустрій території. Мною були визначені: ширина смуги для проведення технічної та біологічної рекультивації, глибина зняття родючого шару, місце розміщення тимчасового відвалу для його зберігання, обсяг надлишкового мінерального ґрунту після зворотного засипання траншей і котлованів, а також способи його вивезення. Технічна рекультивація включає комплекс заходів, спрямованих на збереження родючого шару в межах відведеної території, а саме: демонтаж тимчасових конструкцій, усунення ритвин і заглиблень, що утворилися в процесі будівництва, та прибирання будівельного сміття.

Підставою для проєктування рекультиваційних заходів стали результати топографо-геодезичних і інженерно-геологічних вишукувань, виконаних уздовж траси газопроводу.

Рекультивація ґрунтів у ході будівництва газопроводів передбачає попереднє зняття родючого шару (товщиною 0,2 м і шириною по 0,5 м з кожного боку траншеї), його транспортування бульдозером до визначеного місця зберігання з подальшим поверненням на місце після завершення будівельних робіт. Усі технічні рекультиваційні заходи виконує будівельна організація за рахунок кошторису будівництва газопроводу.

Відновлення родючості ґрунту на рекультивованих ділянках (внесення добрив, органічних речовин тощо) здійснюється силами землекористувачів і не входить до обов'язків підрядника чи замовника. Усі рекультиваційні роботи проводяться в межах будівельної смуги, параметри якої, а також зони технічної рекультивації, наведені в організаційно-будівельному розділі проєкту.

Проектними рішеннями передбачено запобігання забрудненню та виснаженню як підземних, так і поверхневих вод, що унеможливило негативний вплив на водні екосистеми. Для забезпечення потреб будівельного майданчика передбачено використання привозної питної води.

Основним джерелом шуму під час будівництва газопроводу є компресорне обладнання та зварювальні апарати. Для зменшення шумового навантаження передбачено встановлення компресорів на фундаментах із використанням гумових прокладок, що знижують вібрацію та рівень шуму.

Реалізація проектних заходів, спрямованих на запобігання забрудненню повітря, ґрунтів і водного середовища, свідчить про відсутність ризику для здоров'я населення та стабільність екологічної ситуації. Проект не передбачає перевищення нормативних показників концентрацій забруднюючих речовин в атмосфері чи у воді.

Затверджені технічні рішення дозволяють забезпечити дотримання екологічних норм без необхідності впровадження додаткових заходів щодо захисту довкілля. Контроль за якістю будівництва газопроводу та монтажем обладнання буде здійснюватися технічним наглядом та авторським контролем згідно з домовленостями.

Технологія будівництва та подальшої експлуатації газопроводу не створює загроз для здоров'я та комфортного проживання населення. Вжиті заходи з охорони навколишнього середовища включають:

- впровадження сучасних технологій при будівництві та експлуатації газопроводу;
- застосування новітнього газового обладнання.

Проектні рішення мінімізують негативний вплив на довкілля, зберігають природні ресурси, сприяють зміцненню добробуту населення та екологічній стабільності.

Для забезпечення екологічної безпеки системи газопостачання передбачено:

- передача змонтованої системи на баланс УЕГГ, що дозволить здійснювати постійний технічний контроль;
- регулярний огляд траси газопроводу працівниками Житомирської філії ТОВ «Газорозподільні мережі України» з виконанням необхідних сервісних заходів (перевірка витоків, наявність і стан вказівних знаків траси).

Аварійні та залпові скиди, здатні викликати небезпечне забруднення довкілля, не передбачені. Ймовірність їх виникнення не підтверджується статистичними даними.

6.3.Охорона довкілля при експлуатації газових приладів у житлових, громадських і комунально-побутових будівлях

Цей проєкт передбачає будівництво газопроводу для забезпечення житлових будинків природним газом, що сприятиме значному покращенню санітарно-гігієнічних умов проживання. Використання газу в побутових умовах, для опалення та приготування їжі, дозволить зменшити обсяг шкідливих викидів у повітря, зокрема сірковмісних сполук і твердих частинок (золи, сажі), характерних для спалювання твердого палива. Крім того, буде усунено забруднення території, пов'язане зі зберіганням палива, золи та шлаків.

Спалювання природного газу не супроводжується утворенням сірчистого ангідриду, пилу, золи або шлаків, що усуває необхідність облаштування звалищ для їх зберігання. Завдяки нижчому коефіцієнту надлишкового повітря при згорянні газу, у порівнянні з вугіллям, кількість викидів оксидів азоту зменшується на 20%. Впровадження газопроводу середнього тиску також створює перспективи для розвитку місцевої інфраструктури (котельні, виробничі об'єкти), що сприятиме підвищенню рівня зайнятості населення. Під час експлуатації газопровід не створює виробничого шуму, тому додаткові шумозахисні заходи не передбачаються.

До основних заходів з охорони довкілля в період експлуатації систем газопостачання належать:

1. Використання сучасного енергоефективного обладнання з високим ККД та заміна застарілих пристроїв.
2. Своєчасне виконання технічного обслуговування та ремонту газових приладів.
3. Постійне підвищення професійної підготовки обслуговуючого персоналу.
4. Використання спеціального обладнання та інструментів під час робіт.
5. Оснащення газових приладів сучасною автоматикою.
6. Встановлення сигналізаторів та індикаторів для виявлення витоків газу.
7. Рекомендації споживачам щодо використання нових високоефективних котлів та опалювальних пристроїв.
8. Регулярний контроль якості газу, що подається споживачам, для стабільної роботи обладнання.
9. Проведення профілактичного обслуговування на газорегулюючих пунктах (ГРП) та шафових установках.
10. Суворе дотримання Державних будівельних норм України.

7. ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ

7.1 Енергоресурсозбереження при експлуатації систем газопостачання

З метою зниження споживання паливно-енергетичних ресурсів, відповідно до чинного законодавства України, Державний комітет у справах містобудування і архітектури розробив комплекс заходів та зобов'язав місцеві органи архітектури і містобудування забезпечити їхнє обов'язкове виконання.

До переліку заходів належать:

- затвердження оновлених нормативів коефіцієнтів теплопередачі для огорожувальних конструкцій житлових і громадських будівель;
- визначення контрольних значень питомих витрат теплової енергії на опалення житлових будинків;
- обов'язкове проектування та введення в експлуатацію новобудов, об'єктів реконструкції житлового, соціально-культурного та виробничого призначення із встановленням приладів обліку, а також регулюючої апаратури для систем електро-, водо-, тепло- та газопостачання.

Для контролю за дотриманням вимог енергозберігаючих технологій усі проекти будівництва та реконструкції будівель, незалежно від форми власності та відомчої підпорядкованості, підлягають експертизі державного архітектурного контролю. Державним приймальним комісіям заборонено приймати в експлуатацію об'єкти, що не відповідають встановленим вимогам щодо енергозбереження. У загальному вигляді втрати природного газу визначаються як різниця між обсягом газу, отриманого газовим господарством від постачальника, та обсягом, реалізованим усім категоріям споживачів.

Основними складовими загальних втрат природного газу, ΔV_{Π} є:

- дійсні втрати, ΔV_{Δ} , які виникають за рахунок витоків з газопроводів і обладнання, а також по причині аварій на газопроводах;
- витрат газу на технологічні втрати і потреби газового підприємства, ΔV_T ;
- невраховані (у т. ч. розкрадання) втрати газу, ΔV_M , які виникають за відсутністю приладів обліку газу населенням і деяких комунально-побутовими підприємствами, також при неспівпаданні фактичних витрат газу цими споживачами встановленими нормами та тарифами.

Загальну величину втрат газу по газовому господарству можна записати формулою:

$$\Delta V_{\Pi} = K_{\Pi\Delta} (\Delta V_{\Delta} + \Delta V_T + \Delta V_M), \quad (7.1)$$

де $K_{\Pi\Delta}$ – коефіцієнт неврахованих втрат газу, враховує випадкові втрати які не піддаються обліку.

Абсолютно герметичних систем газопостачання, які б зберігали герметичність протягом тривалого періоду, на практиці не існує. Газопроводи мають численні з'єднання — зварні, муфтові, різьбові — які з часом можуть втрачати щільність. Крім того, на систему впливають процеси корозії та ризики пошкоджень під час виконання земляних робіт.

Основні причини фактичних втрат газу: негерметичність з'єднань, арматури, обладнання; корозійні та механічні пошкодження, розриви у стиках; аварійні ситуації на газопроводах.

Практика експлуатації показує, що найсерйозніші аварії виникають через несвоєчасне виявлення витоків газу, особливо на підземних ділянках мереж. Статистично: понад 50% аварій спричинені механічними пошкодженнями газопроводів; 30–40% — внаслідок корозійних процесів; 10–20% — через неякісні зварні з'єднання. Місця найбільш імовірних витоків — конденсатозбірники, гідрозатвори, зварні шви, сальникові ущільнення, браковані труби, зони без компенсаційних пристроїв, а також неметалеві труби з тріщинами.

За практичними спостереженнями:

- 3% витоків припадає на муфти та зварні стики конденсатозбірників;
- 10% — через нещільно загвинчені пробки у кранах і муфтах;
- 30% — через стояки конденсатозбірників;
- у 20% випадків механічні пошкодження спричинені сторонніми організаціями під час проведення земляних робіт.

У приміщеннях витoki газу з газопроводів і запірної арматури можуть виникати через: корозію трубопроводів, що проходять крізь стіни або перекриття; поганий технічний стан різьбових з'єднань; несправність запірної арматури або нещільність посадки кранів; дефекти у зварних швах.

У таблиці 7.1 наведено розподіл втрат газу в побутовому секторі, що дозволяє ефективно планувати профілактичні та ремонтні заходи щодо їх усунення.

Таблиця 7.1 Типи непрацездатності побутового газового обладнання

Види поломок	Доля заявок на усунення поломок, %					
	Газопроводи і арматура	Газові плити	Водонагрівачі		Пічні пальники	Інше обладнання
			Проточні	Ємкісні		
1	2	3	4	5	6	7
Витоки газу - всього	63,5	30,7	3,7	14,9	14,7	20,6
У тому числі через:						
Кран	40,7	24,6	2,2	7,6	3,7	6,4
Різьбові з'єднання	18,7	6,1	0,8	7,1	5,7	10,1
Зварне	1,4	-	-	-	-	3,1
Сальники	2,7	-	0,7	0,2	0,3	1,0
Занадто затягнутий кран	16,7	29,0	6,6	7,1	12,3	5,8



Продовження таблиці 7.1

1	2	3	4	5	6	7
Непрацездатності:						
Крану	19,8	12,7	2,2	4,1	7,7	3,1
Пальників	-	15,5	7,1	8,9	13,7	10,1
Ручок керування	-	8,9	8,2	2,7	5,5	-
Автоматики	-	-	22,8	51,8	43,0	5,5
Теплообмінника	-	-	12,8	4,5	-	1,0
Засмічення :						
Теплообмінника	-	-	15,1	2,6	-	-
Водяного фільтра	-	-	17,8	-	-	-
Інші несправності	-	4,2	3,7	3,2	3,1	2,9

Для кожної системи газопостачання необхідно скласти детальний перелік витрат газу, пов'язаних із технологічними втратами та власними потребами. Об'єкти газового господарства, які характеризуються значними обсягами споживання газу, повинні бути оснащені приладами комерційного обліку. У випадку об'єктів із незначним споживанням, витрати визначаються розрахунковим методом — з урахуванням потужності газоспоживчих приладів та графіка їх роботи. Усі розрахунки затверджуються головним інженером. Для зменшення втрат газу в побуті та на виробництві, а також для підвищення безпеки експлуатації систем газопостачання, рекомендується впровадження таких заходів: удосконалення систем електрохімічного захисту газопроводів від корозії; покращення технологій приладового контролю стану підземних газопроводів; використання електрифікованих схем із запірними пристроями на ділянках мережі; планування обсягів газу, що витрачається під час пуску та наладки обладнання, відповідно до затверджених нормативів; заміна газу повітрям під час перевірки герметичності внутрішньобудинкових мереж, що дозволяє уникнути зайвих витрат на продування й пуски; приєднання новозбудованих ділянок до діючих газопроводів без зниження тиску за допомогою спеціальних пристроїв.

У сфері технічного обслуговування систем газопостачання необхідно впроваджувати: ретельний огляд усіх з'єднань трубопроводів; дотримання жорстких графіків перевірки герметичності та встановлення чітких строків ліквідації виявлених дефектів у з'єднаннях та ущільненнях; суворе дотримання правил експлуатації газового обладнання під час виконання земляних або будівельних робіт у зоні розміщення газопроводу.

Надійність та безпечність функціонування газових систем значною мірою залежить від технічного стану трубопроводів і встановленого на них обладнання. Підвищення їх довговічності досягається шляхом вдосконалення систем електрохімічного захисту та впровадження сучасних технологій моніторингу.

Для підвищення ефективності використання природного газу рекомендується оснащувати всі котельні системами автоматичного регулювання. Практика експлуатації опалювальних котелень показує, що впровадження автоматизації для регулювання співвідношення «газ–повітря» за умов низького тиску дозволяє зекономити до 10–15% палива.

У середньому, автоматизація котелень з чавунними секційними котлами сприяє помітному зниженню споживання газу. Також раціонально використовувати газ замість повітря під час перевірки герметичності внутрішньобудинкових газопроводів під час щорічної ревізії, що дозволяє уникнути втрат палива при повторному продуванні системи та зниженні тиску.

Щоб зменшити втрати газу під час ремонтних робіт або врізки у мережі середнього і високого тиску, рекомендується попередньо знизити тиск в ізольованій ділянці шляхом споживання газу підключеними абонентами. Це дозволяє проводити врізку без викиду газу в атмосферу. Крім того, варто ширше застосовувати сучасні технології та спеціальні пристрої для підключення новозбудованих газопроводів до існуючих мереж без зниження тиску.

Для зниження неврахованих втрат природного газу необхідно вдосконалити систему тарифікації та нормування споживання, а також забезпечити встановлення лічильників на комунально-побутових підприємствах, де ще відсутні прилади обліку.

7.2 Економія енергоресурсів за експлуатації газового обладнання у індивідуальних житлових будинках

Запропонована у проєкті газифікації теплова схема та застосоване обладнання сприяють оптимізації витрат енергоресурсів.

Проєкт передбачає облік витрат газу за допомогою мембранного лічильника, що має границю допустимої відносної похибки вимірювання об'ємних витрат 1,5%.

Питомі витрати газу на вироблення 1 Гкал тепла становлять 158 кг умовного палива. Система опалення оснащена автоматизованим регулюванням процесу горіння палива в котлі, що дає змогу встановлювати температуру в опалювальних приміщеннях відповідно до режиму роботи працівників підприємства.

Температурний режим повітря у приміщенні визначається положенням терморегулятора, а автоматичне підтримання температури здійснюється шляхом включення-виключення основного пальника.

Для оптимального використання теплової енергії рекомендовано встановити вентилі термостатичні "DANFOSS RTD-N ½" на підводках до радіаторів, що сприятиме раціональному розподілу тепла та зниженню зайвих витрат енергії.

Для підвищення енергоефективності житлового будинку варто здійснити такі заходи:

- Підвищення теплоізоляції зовнішніх конструкцій;
- Установка енергоефективних котлів та систем рекуперації тепла;
- Оптимізація витрат газу через удосконалення регулювання температурного режиму;
- Використання сучасних енергозберігаючих технологій у системах вентиляції та опалення.

Для скорочення витрат енергії при експлуатації житлового будинку рекомендується виконати:

- утеплення покриття і перекриття неопалювальних горищ, що забезпечить **нормований опір теплопередачі для I температурної зони України**
 $R_{a\text{ min}} = 6 \text{ м}^2 \cdot \text{град.} / \text{Вт};$
- утеплення зовнішніх стін із плит базальтово-волокнистих, що забезпечить опір теплопередачі $R_{e\text{ min}} = 4 \text{ м}^2 \cdot \text{град.} / \text{Вт};$
- утеплення перекриттів над неопалювальними підвалами з утеплювачем із плит базальтово-волокнистих, що забезпечить опір теплопередачі $R_{e\text{ min}} = 5 \text{ м}^2 \cdot \text{град.} / \text{Вт};$
- використання ефективних елементів заповнення віконних та дверних отворів, що забезпечують опір теплопередачі цих конструкцій не менше $R_{e\text{ min}} = 0,9 \text{ м}^2 \cdot \text{град.} / \text{Вт};$
- встановлення віконних та дверних блоків із **2-х камерними** склопакетами;
- утеплення підлоги на ґрунті в зоні примикання до зовнішніх стін шаром вологостійкого утеплювача (керамзитового гравію) товщиною 0,2м і шириною 0,8м.;
- газопроводи та трубопроводи з температурою стінки вище 45°C теплоізолювати мінераловатними прошивними матами марки 100 типу М-2 товщиною 40мм.

ВИСНОВКИ

У межах дипломного проєкту на тему **«Проект організації та виконання робіт з будівництва системи газопостачання вулиць села Озерянка Житомирського району, Житомирської обл.»** мною були виконані необхідні розрахунки щодо газифікації вулиць населеного пункту загалом, а також окремої його частини – індивідуального житлового будинку.

Під час роботи я застосовував теоретичні знання, отримані в процесі вивчення наступних дисциплін:

- «Газові мережі і устаткування»;
- «Технологія і організація будівельно-монтажних робіт в газовому господарстві»;
- «Експлуатація устаткування і систем газопостачання»;
- «Охорона праці в галузі»;
- «Економіка та планування галузі».

Крім того, я мав можливість удосконалити знання щодо:

- норм проєктування газових мереж;
- норм витрат газу;
- правил експлуатації газового обладнання;
- «Правил безпеки систем газопостачання»;
- ДБН В.2.5-20:2018.

Під час розробки дипломного проєкту я визначив та обґрунтував габарити й форму траншеї, виконав розрахунки об'ємів земляних робіт та монтажу вуличного газопроводу. Аналізуючи витрати праці, я дійшов висновку, що вони суттєво нижчі у порівнянні зі сталевим газопроводом аналогічного діаметру, що дозволяє значно скоротити строки будівництва. Саме тому я вважаю будівництво газопроводів із поліетиленових труб найбільш доцільним.

На основі досвіду працівників газових служб, важливим аспектом є аналіз причин збитковості роботи газових підприємств та високої вартості виконання будівельно-монтажних робіт, а також пошук шляхів вирішення цих проблем. Враховуючи реальний стан газифікації в Україні, я переконався, що газифікація сільськогосподарських об'єктів природним газом є доцільною.

Отримані мною знання під час навчання в коледжі стануть міцною основою для професійної діяльності у сфері газопостачання та подальшої практичної роботи за обраним фахом.

_____Павло МАРЧУК

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. НПАОП 0.00-1.76:2015 Правила безпеки систем газопостачання. Київ: Мін.енергетики та вугільної промисловості України, чинні з 07.07.2015.
2. ДБН В 2.5-20:2018 Інженерне обладнання будинків та споруд. Зовнішні мережі та споруди. Газопостачання. Київ: Укр НДІінжпроект, чинні з 01.06.2020.
3. ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва. Управління, організація і технологія, Київ: Мінрегіон України (НДІБВ), чинні з 01.01.2017.
4. ДСТУ Б.Д.1.1-1:2013 Правила визначення вартості будівництва. Київ: ТОВ «Науково-виробнича фірма "Інпроект", зі Зміною №2 від 01.06.2018.
5. Єнін П., Шишко Г., Предун К. Газопостачання населених пунктів і об'єктів природним газом. Київ: Логос, 2002. 198с.
6. Климко П., Климко О. Рекомендації по вибору матеріалів для будівництва систем газопостачання. Частина 1. Газопроводи зовнішні і внутрішні». Немирів: Мін.АПУ. НБТ ВДАУ, 2000. 69с.
7. ДСТУ Б Д. 2.2–1:2021 Кошторисні норми України. Ресурсні елементні кошторисні норми на ремонтно-будівельні роботи. Земляні роботи. (Збірник 1). Київ: Міністерство розвитку громад та територій України, чинні з 30.11.2021.
8. ДСТУ Б Д. 2.2–22:2021 Кошторисні норми України. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Водопровід - зовнішні мережі. (Збірник 22). Київ: Міністерство розвитку громад та територій України, чинні з 22.02.2023.
9. ДСТУ Б Д. 2.2–24:2021 Кошторисні норми України. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Теплопостачання та газопроводи - зовнішні мережі (Збірник 24). Київ: Міністерство розвитку громад та територій України, чинні з 22.02.2023.
10. ДБН А.3.2-2:2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека в будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12). Київ: НДІБВ, чинні з 01.04.2012.
11. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. Київ: Мінрегіон України (НДІБВ), чинні з 01.11.2011.
12. ДСТУ Б А.3.1-22:2013 Визначення тривалості будівництва об'єктів. Київ: Мінрегіон України (НДІБВ), чинні з 01.01.2014.
13. ДБН В 2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. Київ: Мінрегіон України (НДІБВ), чинні з 01.09.2022.
14. Палій Д. Методичні рекомендації для виконання дипломних проєктів «Організаційно-будівельна частина», ЖАТФК, 2024.