

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 Тетерівка Житомирського району,
Житомирської області»**

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

Максим ВЛАСЮК

Керівник: **Діана ПАЛІЙ**

Рецензент:

м.Житомир, 2025р.

**Проект організації та виконання робіт з будівництва системи газопостачання
вулиць с.Тетерівка Житомирського р-ну, Житомирської обл.**

**з висвітленням технології
виготовлення нероз'ємних з'єднань ПЕ/St**

РЕФЕРАТ

Довжина запроєктованих газопроводів—**2095м**, розрахункова витрата газу—**452,6м³/год.**,обсяг механізованої розробки ґрунту—**2268,745м³**,обсяг ручної розробки ґрунту—**162,966м³**, загальна нормативна трудомісткість БМР—**13356,47**люд.(маш.)-год.;трудомісткість на 1м газопроводу—**6,375**люд.-год./м; нормативна тривалість будівництва—**29**роб. дн.;середня кількість працюючих—**51**чол. в тому числі:кількість робітників—**43**чол.,ІТП,службовців—**3** чол.,МОП і охорони—**5**чол.;загальна вартість будівництва—**3536,825**тис.грн. при кошторисній трудомісткості БМР основного періоду будівництва—**9610**люд.(маш.) год.;термін окупності капітальних вкладень—**3,62**роки.

Вступ

Відсутність фінансування з бюджету для будівництва газових мереж у населених пунктах залишається ключовою перешкодою для розширення газифікації. Досвідчені фахівці «Нафтогазу», які десятиліттями працюють у цій сфері, вважають, що покращити ситуацію можливо лише шляхом повернення до перевіреної практики фінансування таких проєктів за рахунок державного та місцевих бюджетів. Однак, з огляду на сучасні реалії, покладатися на державну скарбницю навряд чи варто. Раціональним рішенням може стати координація зусиль місцевої влади та регіональних газозабезпечувальних підприємств. Для НАК це не лише потенційно збитковий проєкт, а насамперед — розширення внутрішнього газового ринку. З урахуванням поступового впровадження ринкових механізмів і зростання тарифів для населення, такий розвиток може стати вигідним для структур, що займаються постачанням газу в межах «Нафтогазу». Водночас органи місцевого самоврядування зможуть зробити вагомий внесок у вирішення соціальних та екологічних питань регіону. Адже не кожен селянин, особливо літньої вікової категорії, може дозволити собі самостійну газифікацію оселі.

Втім, деякі експерти наголошують, що в багатьох негазифікованих районах, де планується використання природного газу, можна застосовувати альтернативні джерела енергії. Незважаючи на це, міністр з питань житлово-комунального господарства Олексій Кучеренко переконаний, що газова труба біля сільської хати — це символ наближення до міського рівня комфорту, джерело багатьох життєвих зручностей. Газ у балонах чи електроплита — це, безумовно, варіанти, але вони не забезпечують стабільності, оскільки залежать від наявності балонів та відключень електроенергії. На думку голови правління альянсу «Нова енергія України» Валерія Боровика, газифікацію необхідно продовжувати, але тільки в тих місцях, де відсутні альтернативи природному газу. Це стосується регіонів, де немає деревних відходів, неможливо або надто дорого завозити мазут, не можна встановити теплові насоси, як, скажімо, у Карпатах, де є достатньо води, або немає умов для будівництва міні-ГЕС.

У Житомирській області газифіковано 11 міст, 36 селищ міського типу та 582 села — це приблизно 40% усіх населених пунктів регіону.

Так, наприклад, будівництво підвідного газопроводу до села Тетерівка Житомирського району тривало з 2004 до 2005 року. Його довжина — 3 км, а загальна кошторисна вартість перевищила 250 тис. грн. Завдяки реалізації цього проєкту вдалося забезпечити газом кілька сіл і покращити побутові умови селян. Адже газ у сільській хаті — це не предмет розкоші, а вирішення низки життєво важливих питань, включаючи опалення. Тому навіть в умовах економічної нестабільності, за мізерних пенсій і затримок із зарплатами, селяни часто з останніх сил збирають кошти, аби підвести до оселі омріяну жовту трубу.

1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Вихідні дані, опис проєктованих об'єктів

У рамках дипломного проєктування розробляється система газопостачання для вулиць Незалежності, Центральної, а також провулків Лугового і Зеленого, розташованих у селі Тетерівка Житомирського району Житомирської області.

Рельєф території, де планується будівництво, є відносно рівнинним, без суттєвих природних або інженерних перешкод, що сприяє зручності виконання будівельно-монтажних робіт.

Газопровід планується прокласти через землі сільськогосподарського призначення, а також територією з житловою забудовою в межах Житомирського району.

Житлова забудова в селі представлена переважно одноповерховими та двоповерховими будинками садибного типу з господарськими прибудовами. Така архітектурна структура створює сприятливі умови для проєктування і реалізації системи газопостачання.

Згідно з положеннями ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010, територія будівництва належить до I кліматичного району України — Північно-західного, що охоплює зони Полісся та Лісостепу.

Клімат регіону — помірно-континентальний, з такими характерними показниками [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.; супісок товщиною понад 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 є **піски мілкі середньої щільності малого ступеню водонасичення.**

Проектування здійснено на основі наданих вихідних даних з урахуванням вимог чинних нормативних актів і державних стандартів України, без відхилень від вимог проєктної, технічної та будівельної документації.

1.2 Характеристика об'єкту будівництва

Джерелом газопостачання є існуючий сталевий газопровід середнього тиску Ду100мм перед ШРП по вул.**Берегова**, від якого влаштовується патрубков-відгалуження Ø89х4мм із засувкою Ду80мм після якого буде приєднуватися запроєктована мережа вуличних газопроводів.

У межах цього проєкту передбачається використання природного газу для задоволення комунально-побутових потреб населення, зокрема для приготування їжі, нагрівання води для господарсько-гігієнічних цілей, приготування кормів для домашніх тварин, а також для опалення житлових будинків. Крім того, передбачається забезпечення природним газом підприємств, комунально-побутових та громадських закладів для опалення, гарячого водопостачання (ГВП) і здійснення технологічних процесів.

За основу газопостачання прийнято генплан забудови вулиць Берегова, Альбінівська, Джерельна села Тетерівка Житомирського району Житомирської області.

Забудова на вказаних вулицях представлена із **70** одноповерховими та двоповерховими індивідуальними житловими будинками садибного типу з присадибними ділянками та господарськими спорудами. Середня площа житлових будинків коливається в межах 100–140 м².

Фінансування будівництва системи газопостачання планується здійснювати за рахунок коштів мешканців, для чого передбачено створення вуличного кооперативу з метою організації та реалізації проєкту газифікації.

У розрахунках прийнято, що всі індивідуальні житлові будинки на 100% обладнані:

- індивідуальні **житлові будинки** обладнані 100%:
газовими плитами типу ПГ-4 з витратою газу – **1,4**м³/год.
котлами потужністю 24кВт з номінальною витратою газу – **2,8**м³/год.

Крім **70** житлових будинків на вулицях розташована одна будівля громадського призначення – **торговельний центр** з котельною потужністю 150кВт (номінальна витрата газу – **17,3**м³/год.), та враховано **перспективний напрямок розвитку газової мережі (Q_{персп.} – 250м³/год.) траса№1.**

Газопостачання вуличних газопроводів, що проєктуються, забезпечується від існуючого ШРП по вул. **Берегова**.

Середня геодезична відмітка земної поверхні на проєктованих вулицях становить – **208,0**м над рівнем моря.

Загальна протяжність запроєктованих газопроводів складає:

- вуличний розподільчий газопровід–**1605**м;
- дворові вводи–**490**м.

2. РОЗРАХУНКОВО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Система та схема газопостачання

Система газопостачання передбачає забезпечення газом усіх категорій споживачів з урахуванням наявного та прогнозованого навантаження [2].

У проєкті передбачено одноступеневу систему газопостачання, що включає прокладку розподільчих газопроводів середнього тиску із поліетиленових труб уздовж вулиць села. Для зниження тиску газу з 0,3 МПа до 0,003 МПа на території споживачів встановлюються внутрішньодворові регулятори типу DSR-10 [2].

Абсолютний тиск газу у точці підключення до існуючого сталевому газопроводу перед ШРП по вул.Берегова становить:

$P_{т.1} = 0,4 \text{ МПа (4,0 атм)}$;

Газ подається в газопроводи середнього тиску, до них приєднані будинкові регулятори для житлових будинків.

Запроєктована схема газопроводів середнього тиску є **тупиковою**.

2.2 Розрахункові показники, визначення витрат газу

Обсяг споживання газу в сільській місцевості визначається чисельністю населення, рівнем благоустрою житла, кількістю та видами худоби, кліматичними особливостями регіону проєктування, а також встановленим газовим обладнанням [2].

Для визначення діаметрів газопроводів використовується розрахунок максимальних годинних витрат газу з урахуванням майбутнього розширення системи газопостачання. Плановий період розвитку приймається в межах 20–25 років згідно з прогнозом [2].

Обсяги споживання природного газу розраховані на основі фактичного розміщення житлових будинків та об'єктів громадського призначення по вулицях села. Основними споживачами виступають індивідуальні житлові будинки, в яких встановлено малогабаритні котли для опалення, а також побутові газові плити для приготування їжі.

Розрахунок витрат газу на опалення здійснено відповідно до опалюваної площі будинків, згідно з нормативами ДБН В.2.5-39:2008. Потреби у газі для виробничих та аграрних об'єктів визначені на підставі реальних даних, наданих відповідними споживачами.

Максимальна годинна витрата газу запроєктованою мережею газопроводів вулицями Берегова, Альбінівська, Джерельна в с. Тетерівка (траса №1,2,3) становить – **452,6 м³/год.**

У цьому розділі проекту визначено годинну потребу в природному газі для споживачів, які фактично розташовані на Берегова, Альбінівська, Джерельна, а також враховано перспективу розвитку мережі газопроводів по вул. Берегова с. Тетерівка Житомирського району Житомирської області.

Розрахунки виконано згідно вимог розділів ДБН В.2.5-20:2018. Основним видом палива прийнято природний газ із теплоутворюючою здатністю $Q_{н^p}=34\text{МДж/м}^3$.

Для кожного житлового будинку в розрахунку витрат природного газу передбачено встановлення:

- газового побутового теплогенератора потужністю **24кВт** із витратою **2,8**м³/год.;
- газової плити **ПГ-4** із витратою **1,4**м³/год.

До запроєктованої газопровідної мережі планується підключення (згідно зі схемою гідравлічного розрахунку):

- **70** житлових будинків;
- **1** торговельного центру;
- **250**м³/год. перспективного напряму розвитку мережі.

Для окремих житлових районів, вулиць або груп будинків із населенням до 500 осіб, розрахункову годинну витрату газу Q_d^h , м³/год. визначають шляхом підсумовування номінальних витрат газовими приладами з урахуванням коефіцієнта одночасності їх використання за формулою:

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

де k_{sim} – коефіцієнт одночасності, значення якого приймають за додатком 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:

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

Визначаю загальну витрату газу для **70** житлових будинків присадибного типу та **одного** громадського споживача за формулою:

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

де $B_{заг}$ – загальна розрахункова годинна витрата газу, м³/год.;

$B_{год.пл}$ – розрахункова годинна витрата газу для плит, м³/год.;

$$B_{год.пл} = K_{sim} \times q_{nom.пл} \times n_{i.}, \text{ м}^3/\text{год.}$$

$B_{год.котл}$ – розрахункова годинна витрата газу для котлів, м³/год.;

$$B_{год.котл} = K_{sim} \times q_{nom.котл} \times n_{i.}, \text{ м}^3/\text{год.}$$

Отже : $B_{год.пл} = 0,217 \times 1,43 \times 70 = 21,7 \text{ м}^3/\text{год.};$

$$B_{год.котл} = 0,85 \times 2,79 \times 70 = 166,0 \text{ м}^3/\text{год.};$$

Разом: $B_{заг} = 21,72 + 166,0 = 187,7 \text{ м}^3/\text{год.}$

Розрахунки виконуються аналогічним чином для всіх ділянок і відгалужень відповідно до схеми гідравлічного розрахунку, поданої на аркуші №1 графічної частини проєкту. Підсумкові дані розрахунків наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 Розрахунки витрат природного газу житловими будинками, громадськими об'єктами та ін. споживачами
о вул. Берегова, Альбінівська, Джерельна с. Тетерівка

II

№№ ділянки	Найменування споживачів	$Q_d^h = \sum_{i=1}^m k_{sim} q_{nom} n_i + Q_{ін.спож.}$	Q_d^h , нм ³ /год.
3-4	траса №1	$30 \cdot (1,4 \times 0,231 + 2,8 \times 0,85) + 250$	331,1
3-5	траса №3	$4 \cdot (1,4 \times 0,35 + 2,8 \times 0,85)$	11,5
2-3	траса №1	$59 \cdot (1,4 \times 0,231 + 2,8 \times 0,85) + 250$	409,5
2-6	траса №2	$2 \cdot (1,4 \times 0,65 + 2,8 \times 0,85)$	6,6
1-2	траса №2	$70 \cdot (1,4 \times 0,217 + 2,8 \times 0,85) + 250 + 1 \cdot (17,3 \times 0,85)$	452,6
Максимальна годинна витрата по схемі:			452,6

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, нм ³ /год.	Примітка
1	КБРТ	Комунально-побутові потреби (населення)	187,7	вул. Берегова, Альбінівська, Джерельна
2	ТЦ	Торговельний центр	$17,3 \times 0,85 = 14,7$	
3	$Q_{персп.}$	Перспектива розвитку мережі	250	
Усього:			452,6	

2.3 Гідравлічний розрахунок вуличних газопроводів середнього тиску

Згідно з технічним завданням на дипломне проектування, абсолютний тиск у точці підключення (початкова точка проектування) становить: $t.1 = 0,5 \text{ МПа}$ (4ата).

Діаметри газопроводів визначаються за результатами гідравлічного розрахунку, який виконується з урахуванням забезпечення надійного газопостачання всіх споживачів у годину пікового навантаження, при допустимих межах перепаду тиску [5].

Гідравлічні розрахунки для одноступеневої системи середнього тиску з використанням КБРТ враховують необхідність забезпечення в найбільш віддалених точках від ГРП мінімального тиску не нижче $0,05 \text{ МПа}$ ($0,5 \text{ кгс/см}^2$) у години максимального споживання газу [2].

У межах розрахунку газопровідної мережі було виконано [5]:

- оптимальний розподіл потоків газу від джерела до споживачів по ділянках мережі з урахуванням довжин трубопроводів і навантаження [5];
- підбір стандартних діаметрів труб із передбаченого сортаменту з максимальним використанням допустимого перепаду тиску, з метою мінімізації капітальних витрат при фіксованій конфігурації мережі [5];
- гідравлічне узгодження мережі з розрахунком тиску газу в вузлових точках, з урахуванням заданих витрат, довжин ділянок і діаметрів труб [5].

Для проведення розрахунків створюється схема газопроводів із нанесенням вузлових точок. На схемі вказуються витрати газу ($\text{нм}^3/\text{год}$) по окремих ділянках мережі, визначені в попередньому розділі проекту, а також геометричні (фактичні) довжини ділянок, визначені за трасою з плану газових мереж [5].

Нумерацію вузлів починаю від місця врізки в існуючий сталевий газопровід Ду100 середнього тиску перед ШРП газопровід по вул. Берегова до найбільш віддаленого споживача, що знаходиться також на вул. Берегова – це **головна магістраль схеми – розрахунковий напрямок 1-2-3-4**), потім нумерую відгалуження від головної магістралі.

Гідравлічний розрахунок мереж середнього тиску, передбачених у цьому проекті, виконано згідно зі схемою, наведеною на аркуші №1 графічної частини проекту.

Розрахунок газопроводів середнього тиску здійснюється методом питомих втрат тиску на тертя. Втрати тиску, що виникають у місцевих опорах, враховуються як частина загальних втрат тиску по довжині трубопроводу [2].

Для вуличних газопроводів у межах населених пунктів розрахункова довжина визначається за спрощеною методикою, з урахуванням втрат у місцевих опорах у розмірі 10% від втрат тиску по довжині [2].

Розрахункова довжина головної гілки газової мережі [5]:

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

де $L_{\text{ф}}$ – фактична довжина головної магістралі. км.
Отже: $L_{\text{розр1}} = (1,43 + 3,415) \times 1,1 = 5,33 \text{ км}$

Визначаю питому різницю квадратів тиску для головної магістралі за формулою:

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

де P_n – абсолютне значення тиску газу в точці врізки, ата; $P_n = 4 \text{ ата}$;

P_k – абсолютне значення тиску газу на вході, у найбільш віддаленого споживача. ата. приймаю $P_k = 2 \text{ ата}$ (відповідно вимог [2]):

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

$$\alpha_{сер} = \frac{4^2 - 2^2}{5,33} = 2,25 \text{ ата}^2/\text{км}$$

Орієнтуючись на визначену величину питомої різниці квадратів тиску $\alpha_{сер} \leq 4,35 \text{ ата}^2/\text{км}$, за номограмою залежно від витрати газу по ділянці, підбираю діаметри газопроводу.

За вибраним діаметром визначаю фактичну питому різницю квадратів тиску $\alpha_{факт}$, потім визначаю кінцевий тиск P_k , ата на ділянці за формулою: [5]

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

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 при витраті газу $Q=452,6 \text{ нм}^3/\text{год}$. і $\text{Ø}90 \times 5,2 \text{ мм}$ за номограмою $\alpha_{факт}=1,35 \text{ ата}^2/\text{км}$.

Тоді:
$$P_2 = \sqrt{4^2 - 1,35 \times 0,4048} = 3,931 \text{ ата}.$$

Аналогічно підбираю діаметри труб для інших відрізків головної гілки. А потім на відгалуженнях, визначаючи тиск у вузлових точках.

$$P_3 = \sqrt{3,931^2 - 2,7 \times 0,7018} = 3,682 \text{ ата}; P_4 = \sqrt{3,682^2 - 3,5 \times 0,4664} = 3,453 \text{ ата}$$

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 $L_{розр}, \text{ км}$			
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Головна магістраль – напрямок 1-2-3							
Головна магістраль – напрямок 1-2-3							
1-2	452,6	90×5,2	0,368	0,4048	4,0	1,35	3,931
2-3	409,5	75×4,3	0,638	0,7018	3,931	2,7	3,682
3-4	331,1	63×3,6	0,424	0,4664	3,682	3,5	3,453
Відгалуження							
3-5	11,5	50×2,9	0,09	0,099	3,682	0,014	3,681
2-6	6,6	50×2,9	0,085	0,0935	3,931	0,1	3,93
			$\Sigma 1,605$				

Як показують результати розрахунків, тиск у кінцевих точках системи не опускається нижче допустимого рівня – 1,5 ата [5], що було прийнято як розрахункове значення. Це свідчить про коректність проведених гідравлічних розрахунків.

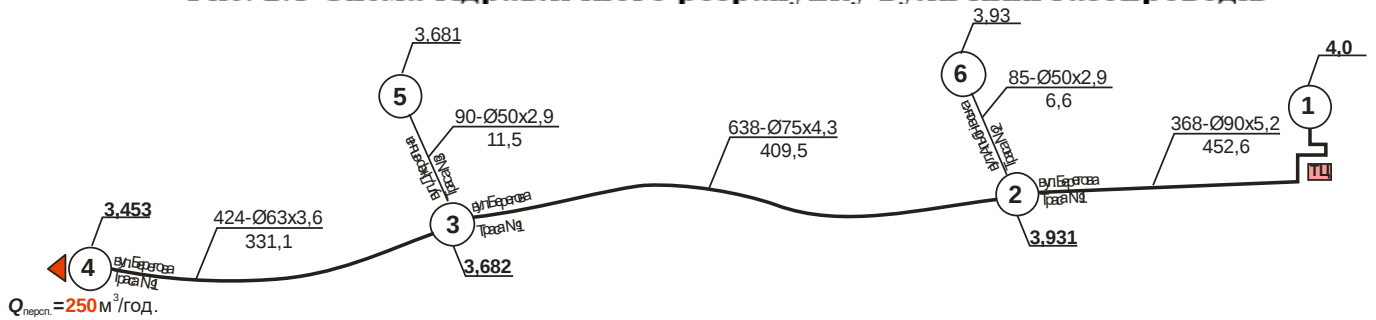
На основі отриманих даних визначено загальну потребу в трубах для будівництва газопроводів.

За результатами гідравлічного розрахунку визначено загальна потреба поліетиленових труб для будівництва газопроводів і наведено в таблиці 2.4.

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 Ø90×5,2	0,368
2	HDPE PE 80 «ГАЗ» SDR 17,6 Ø75×4,3	0,638
4	HDPE PE 80 «ГАЗ» SDR 17,6 Ø63×3,6	0,424
5	HDPE PE 80 «ГАЗ» SDR 17,6 Ø50×2,9	0,175
	Усього:	1,605
Дворові вводи		
2	ПЕ 80 SDR 11 Ø25×3	0,49
	Разом:	2,095

Рис. 2.1 Схема гідравлічного розрахунку вуличних газопроводів



2.4 Газопроводи та споруди на них

Для будівництва газопроводу середнього тиску передбачено використання поліетиленових труб відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.7-73:98. Для улаштування футлярів проектом передбачено застосування сталевих електрозварних труб, виготовлених зі сталі звичайної якості групи В, марки ст3 сп2, згідно з ДСТУ 8943:2019.

Конструкція газопроводів. Поліетиленові газопроводи виконані з поліетилену високої щільності відповідно до ДСТУ Б В.2.7-73:98. З'єднання труб здійснюється методом терморезисторного зварювання. Коефіцієнт запасу міцності для труб і з'єднувальних елементів прийнято не менше 2,5, а на окремих ділянках — не менше 3,15 [2].

Проектом передбачено резерв труб у розмірі 2% від загальної довжини газопроводів — для виготовлення контрольних зварних з'єднань та монтажних вузлів згідно з [2]. Поліетиленові труби постачаються бухтами чи на котушках.

Глибина прокладання газопроводу приймається не менш як 1,2 м до верху труби, з урахуванням поздовжнього профілю, поданого на аркуші №3 графічної частини проекту. Прокладання виконується на штучній основі з піску товщиною не менше 10 см, із подальшим засипанням труб шаром піску висотою не менше 20 см.

З'єднання труб на горизонтальних та вертикальних ділянках також виконуються терморезисторним зварюванням із застосуванням сертифікованих заводських вузлів та деталей.

Для монтажу мають застосовуватися з'єднувальні елементи — муфти, переходи, відводи, трійники, включаючи переходи «поліетилен-сталь», які відповідають чинним нормативним документам і є заводського виготовлення:

- заглушки ZE 63 – 1шт., ZE 50 – 2шт. (кінці трас №1, 2 та 3);
- трійники рівнопрохідні TE 90 – 1шт., TE 75 – 1шт.;
- коліна KE 90(90°) – 5шт., KE 75(45°) – 1шт.;
- переходи редукційні RE 75/63 – 2шт., RE 90/75 – 1шт., RE 90/63 – 1шт., RE 63/50 – 2шт. (для влаштування відгалужень трас газопроводів), RE 32/25 – 71шт. (для дворових відгалужень);
- муфти ME 90 – 5шт., ME 75 – 4шт., ME 63 – 5шт., ME 50 – 2шт., (для вуличних газопроводів); ME 25 – 61шт. (для приєднання цокольних ввідів ПС-01);
- трійники сідлові OS 90/32 – 10шт., OS 75/32 – 25шт., OS 63/32 – 30шт., OS 50/32 – 6шт.;
- з'єднання PE/St: ПС 01 (Ø25/20) – 71шт (дворові вводи);
- з'єднання PE/St: ПС 07 (Ø90/80) – 1шт (для деталі виходу з землі після ШРП).

Повороти газопроводів виконуються шляхом вигину труб із дотриманням мінімального радіуса, що становить не менше 25 зовнішніх діаметрів труби. У разі поворотів під кутами до 2–60° у горизонтальній або вертикальній площинах поворот формується за рахунок природного вигину поліетиленової труби під час укладання в траншею [2].

На висоті 400–500 мм над поліетиленовим трубопроводом передбачається укладання сигнальної полімерної стрічки жовтого кольору з незмивним написом «ГАЗ», шириною не менше 200 мм [2]. Для ідентифікації місця проходження підземного поліетиленового газопроводу передбачено встановлення табличок-показників. У забудованих районах вони розміщуються на опорах ЛЕП, фасадах житлових будинків або на спеціальних орієнтирних стовпчиках. По всій трасі газопроводу мають бути встановлені пізнавальні (ідентифікаційні) стовпчики: на прямих ділянках з інтервалом не більше 500 м, а також у ключових точках траси — поворотах, місцях встановлення арматури, змін діаметра труб тощо.

Орієнтувальні стовпчики на поліетиленовому газопроводі необхідно встановлювати на відстані 1 м від осі газопроводу, праворуч по ходу газу [2].

Вимикаючі пристрої. Запроектований газопровід приєднується патрубком — відводом від вхідного патрубка (газопроводу середнього тиску) до існуючого ШРП з встановленням засувки 30с41нж Д_у80мм — для відключення вулиць газопроводів, що проектуються.

Переходи через автодорогу (вул.Альбінівська та Джерельна). При прокладанні вуличного газопроводу два переходи через автодорогу з асфальтовим покриттям, поліетиленові газопроводи Ø90×5,2мм та Ø75×4,3мм передбачається прокладати закритим способом (методом проколу) в захисних футлярах із сталевих Ø159×4мм довжиною по 18м. Футляри передбачаються із сталевих труб по ДСТУ 8943:2019 марка сталі Ст.2СП —г Ст. 4СП ДСТУ 2651:2005 з ізоляцією типу «дуже посилена».

Поліетиленовий газопровід, що прокладається в межах футляру, повинен відповідати таким технічним вимогам [2]:

- на ділянках трубопроводу, які проходять у футлярі, а також на відстані не менше 1 метра з обох боків від нього, не допускається наявність зварних з'єднань або інших стиків [2].
- на одному з кінців футляра необхідно передбачити встановлення контрольної трубки для здійснення перевірок і контролю стану міжтрубного простору [2];
- кінці футляру мають бути герметично ущільнені за допомогою діелектричних вогнестійких матеріалів з метою запобігання проникненню атмосферної вологи та опадів у міжтрубний простір [2].

Антикорозійний захист та ізоляція. Матеріали та конструкції ізоляційного покриття мають відповідати вимогам ДСТУ Б.В.2.5-29:2006 [5].

Для захисту сталевих підземних ділянок газопроводу від дії ґрунтової корозії передбачено нанесення ізоляційного покриття типу «дуже посилене» [2].

Металеві ділянки стиків між поліетиленовими і сталевими трубами (з'єднання ПЕ/СТАЛЬ) ізолюються антикорозійним покриттям «дуже посиленого» типу, виконаним із бітумно-гумової мастики або за допомогою стрічкових матеріалів типу «Полізол».

Надземні частини газопроводу захищаються від корозії шляхом нанесення двох шарів ґрунтовки ХС-010 і двох шарів емалі типу «Поліпромсинез».

Для сталевих футлярів передбачено електрохімічний захист — методом протекторного захисту [2].

Газопроводи – вводи, що підводять газ до житлових будинків від розподільчих магістралей, прокладаються поліетиленовими трубами Ø25×3 мм. Перехід на металеву ділянку газопроводу здійснюється на вертикальному сегменті не вище 0,8 м від рівня землі, згідно з окремим проектом. Надземна частина поліетиленового газопроводу та місце з'єднання з металевим трубопроводом розміщуються в металевому футлярі, обладнаному отворами для контролю повітряного середовища [2].

З'єднання сталевих труб виконується методом дугового електрозварювання встик, при цьому конструктивні параметри зварних стиків мають відповідати вимогам ДСТУ 16037. Контроль якості зварювання здійснюється фізичними методами, причому кількість перевірених стиків повинна відповідати встановленим нормам [2].

Фасонні елементи газопроводів використовуються штамповані та гнуті, виготовлені в заводських умовах [2].

Наземні ділянки сталевих трубопроводів обробляються двома шарами емалі ХВ-124 після нанесення двох шарів ґрунтовки ФЛ-03 К. Металеві компоненти підземних переходів «поліетилен-сталь» покриваються антикорозійним захисним покриттям «дуже-посиленого» типу із застосуванням стрічок «Полізол» [2].

Повороти сталевих газопроводів з кутом до 15% можуть виконуватися без використання фасонних елементів, шляхом збирання попередньо скошених торців труб [2].

КБРТ. Регулювання витрати газу та зниження його тиску передбачено за допомогою комбінованих будинкових регуляторів тиску DSR-10, які мають номінальну пропускну здатність 10 м³/год.

Регулятори DSR належать до серії пристроїв прямої дії з двоступінчастим механізмом регулювання. Вони призначені для застосування як у комунально-побутовій сфері, так і на промислових об'єктах. З огляду на це, такі регулятори встановлюються поблизу споживачів або навіть безпосередньо на лічильнику.

Регулятор тиску DSR–10 оснащений вбудованими пристроями безпеки:

- вимикаючий механізм, що автоматично перекриває подачу газу у разі:

- 1 зниження вхідного тиску нижче допустимого рівня;

- 2) перевищення максимально допустимого споживання газу понад пропускну здатність регулятора.

- скидний клапан, який забезпечує випуск надлишкового газу в атмосферу, якщо вихідний тиск перевищує 3,0 кПа + 5%.

Комбінований будинковий регулятор тиску DSR-10 встановлюється у шафі, виготовленій з негорючих матеріалів. Для забезпечення вентиляції шафа повинна містити отвори у верхній та нижній частинах..

Монтаж КБРТ передбачено на опорах на висоті, що забезпечує зручність його обслуговування та ремонту—в проекті визначено рівень 1,6 м від землі..

Для шафного регуляторного пункту (ШРП) із вбудованим комбінованим регулятором тиску DSR-10, встановленого на опорах поруч із житловими будинками, висота яких перевищує висоту ШРП, блискавкозахист не є обов'язковим.

2.5 Газопостачання індивідуального житлового будинку

Проектування газозабезпечення житлового будинку виконано відповідно до вимог ДБН В.2.5-20:2018, НПАОП 0.00-1.76:2015 «Правила безпеки систем газопостачання» та «Кодекс газорозподільчих систем» та ін. діючих нормативів.

Зовнішнє газопостачання. Джерелом газопостачання (точкою забезпечення потужності об'єкта) є запроєктований у попередньому розділі проекту вуличний поліетиленовий газопровід середнього тиску Ø63×3,6мм, що проходить по вулиці **Берегова** у селі **Тетерівка**

Проектом передбачено підключення житлового будинку №52 по вулиці **Берегова** у селі **Тетерівка** підземним ПЕ газопроводом середнього тиску Ø25×3мм. Для його будівництва запроєктовані поліетиленові труби високої густини класу ПЕ 80, марки SDR-11, виготовлені відповідно до вимог ДСТУ Б.В.2.7-73-98.

Поліетиленові труби постачаються у вигляді бухт. У проєкті передбачено резерв у розмірі 2% від загальної довжини газопроводу, який використовується для виготовлення контрольних зварних з'єднань і зварювальних вузлів. З'єднання поліетиленових труб здійснюється методом терморезисторного зварювання.

Глибина прокладання газопроводу має бути не меншою за 1,2 м до верху труби. Газопровід укладається на штучну основу з мінерального ґрунту завтовшки 10 см, після чого засипається шаром мінерального ґрунту висотою 20 см [2].

З'єднувальні елементи (муфти, переходи, відводи, трійники, переходи PE/St) повинні виготовлятися у виробничих умовах та застосовуватися відповідно до нормативних вимог [2].

Вихід поліетиленового газопроводу із землі має виконуватися з переходом на сталеві труби, причому вузол з'єднання розміщується у металевому футлярі з отворами для контролю повітряного середовища [5].

Кінець надземної частини футляра ущільнюється для запобігання потраплянню атмосферних опадів у міжтрубний простір [2] або через використання уніфікованого газового стояка заводського виготовлення Ø25мм (ПС-01).

Зниження тиску природного газу з 0,3 МПа до низького рівня 300 даПа здійснюється за допомогою будинкового регулятора тиску типу DSR-10, розміщеного в металевій шафі. У точці приєднання до регулятора тиску на газопроводі низького тиску передбачено встановлення відсічного пристрою — прохідного муфтового крана Ду25 типу 11кч24п1. Від регулятора тиску до будинку, після шафи з газовим лічильником, низьконапірний сталевий надземний газопровід прокладається по зовнішній поверхні стіни існуючого будинку, вище рівня віконних і дверних отворів. Монтаж газопроводу здійснюється на кронштейнах.

Відстань між газопроводом і стіною будинку повинна бути достатньою для вільного огляду, обслуговування та ремонту, але не меншою за зовнішній діаметр труби згідно з вимогами [2].

Для прокладання надземної та внутрішньобудинкової частин газопроводу передбачено використання електрозварних сталевих труб діаметром Ду 20 та Ду 15 відповідно до ДСТУ 8943:2019 (сортамент), виготовлених зі сталі марки В10СП згідно з ДСТУ 2651:2005.

З'єднання труб газопроводу виконується електро- або газозварюванням встик згідно з вимогами ВСН 006 та ВБН А.3.1-36-3, із застосуванням електродів або зварювального дроту Св-08А (Св-08ГА). Конструктивні параметри та розміри зварних стиків труб повинні відповідати вимогам ДСТУ 16037.

Зварювальні стики підлягають вимірювальному контролю та механічним випробуванням відповідно до встановлених нормативів [2].

Зварювальні матеріали допускається використовувати лише за наявності сертифікатів від заводів-виробників або їх завірених копій [2].

Фасонні елементи газопроводів, як правило, мають бути крутовигнутими, штампованими або гнутими, виготовленими в заводських умовах [2].

Повороти газопроводів у горизонтальній та вертикальній площинах здійснюються шляхом звичайного вигину труб. При замовленні труб рекомендується уточнювати їх довжину та вимогу щодо обов'язкового гідравлічного випробування на заводі [2].

У місцях проходження газопроводу через стіну будівлі необхідно встановити футляр, кінці якого повинні виступати за межі стіни не менше ніж на 3 см з обох боків. Діаметр футляра слід визначати з урахуванням того, щоб кільцевий простір між газопроводом і футляром був не менше 5 мм. Цей простір має бути заповнений еластичним матеріалом, а зазор між футляром і стіною — замуrowаний на всю товщину [2].

Сталевий надземний зовнішній газопровід захищається від корозії покриттям, що складається з двох шарів ґрунтовки та двох шарів емалі ХВ-124 або ХВ-125 на основі розчинника Р-4, з додаванням алюмінієвої пудри ПАК-3 або ПАК-4, або 10-15% за масою ґрунту ХС-01 на розчиннику Р-4.

Після цього газопровід фарбується пізнавальною (жовтою) фарбою з нанесенням попереджувальних знаків.

Внутрішньобудинковий газопровід також підлягає антикорозійному захисту шляхом нанесення двох шарів ґрунтовки та двох шарів фарби.

Вводи та випуски інженерних комунікацій, що проходять через підземну частину зовнішніх стін будівлі, мають бути герметично ущільнені.

Облік витрат газу запроєктовано побутовим лічильником газу «Самгаз» **G-4-T** $Q_{\min}=0,016\text{м}^3/\text{год.}$, $Q_{\max}=6,0\text{м}^3/\text{год.}$ (з термодорекцією), який розміщується в металевій шафі на опорі (з регулятором) зовні будинку, з врахуванням робочого тиску та споживання газу приладами у будинку.

Прив'язки і висотні позначки при монтажі лічильника уточнюються додатково за місцем при монтажі.

Внутрішнє газопостачання. Точка приєднання об'єкту газопостачання – це газопровід низького тиску, після вузла обліку витрат газу розміщеного на межі земельної ділянки власника.

У проєкті прийнято прокладання газопроводів на опорі і по стіні житлового будинку.

В проєкті газопостачання запроектовані сталеві труби водогазопровідні ДСТУ 8936:2019.

Внутрішньобудинкові газопроводи слід прокладати відкрито вздовж внутрішніх стін на висоті, що забезпечує зручність монтажу та експлуатації. З'єднання трубопроводів, які проходять у приміщеннях, повинні бути нероз'ємними (зварними). Різьбові з'єднання допускаються виключно у точках підключення газопроводу до газових приладів та встановлення вимикаючих пристроїв.

Зварювання здійснюється електродами відповідно до ДСТУ 9467 або зварювальним дротом Св-08ГА. Конструктивні параметри та розміри зварних стиків труб повинні відповідати вимогам ДСТУ 16037.

Внутрішні газопроводи, зокрема й ті, що розміщуються у футлярах, підлягають фарбуванню олійною фарбою у два шари.

При виконанні будівельно-монтажних робіт допускається застосування кульових кранів DN20PN6 (Ду 20 мм) та DN15PN6 (Ду 15 мм) виробництва компанії «VALVOSANITARIA BUGATTI S.p.A», а також конусних кранів KK20 (Ду 20 мм) та KK15 (Ду 15 мм) моделі 11Б126к-1 ТУ 204/1.

Для внутрішнього газообладнання проєктом передбачено встановлення таких газових приладів та обладнання:

- газова плита **ПГ-4** з витратами газу $Q=1,4\text{нм}^3/\text{год.}$ - 1шт;
- котел **двоконтурний настіний турбо** $N_{\text{max}}=24\text{кВт}$ з витратою газу $Q=2,8\text{нм}^3/\text{год.}$ - 1шт;
- побутовий газовий лічильник **«Самгаз»** мембранного типу **G-4-T з термодіагностикою, в металевій шафі на опорі (комплектно з регулятором зовні на межі земельної ділянки)** - 1шт.

Загальні витрати газу складають – $4,2\text{нм}^3/\text{год.}$

Встановлення газового обладнання виконують відповідно до вимог, викладених в паспортах заводів-виготовлювачів газових приладів та тільки спеціалізованим підприємством.

До початку монтажу власнику необхідно взяти акти про придатність вентиляційного каналу. Акт складається спеціалізованим підприємством. Підключення газових приладів виконується тільки при наявності акту про придатність каналу до експлуатації.

Встановлення побутової газової плити типу ПГ-4 передбачається у наявному приміщенні кухні, яке відповідає нормативним вимогам: висота — не менше 2,2 м, об'єм — не менше 15 м³. Кухня має природне освітлення, вікно з кватиркою, а також обладнана витяжним каналом. Газову плиту необхідно встановити біля стіни, виконаної з негорючих матеріалів, на відстані щонайменше 6см від поверхні стіни [2].

Подача газу до плити має здійснюватися окремим відгалуженням, на якому передбачено встановлення запірної пристрою — крана Ду 15 мм. Дозволяється приєднання газової плити до відгалуження (опуску) за допомогою гнучкого з'єднувального рукава довжиною не більше 2,0 м [2].

При цьому рукав під'єднується після запірного пристрою та повинен бути розташований таким чином, щоб не потрапляти в зону теплового впливу під час роботи газових приладів [2].

Установку настінного «турбо котла» виконують на відстані не менше 2см від стіни із негорючих матеріалів (у тому числі від бокової стіни), а на стінах із важкогорючих та горючих матеріалів, ізольованих негорючими матеріалами (покрівельною сталлю по листі азбесту товщиною не менше 3мм, штукатуркою тощо) на відстані не менше 3см від стіни (у тому числі від бокової стіни). Ізоляція повинна виступати за габарити корпусу обладнання на 10см і 70см зверху [2].

Внутрішній об'єм приміщення – топкової де розміщується опалювальне газове обладнання з герметичною камерою згорання повинно відповідати вимогам [2]:

- 1) внутрішній об'єм приміщення не менше – 7,5м³;
- 2) висота приміщення не менше – 2,5м;
- 3) наявність вікна з кватиркою.

Подачу газу до котла виконати відгалуженням Д, 20мм, на якому встановити вимикаючий пристрій перед котлом [2].

Для обліку газу передбачено встановлення мембранного газового лічильника «Самгаз» G-4-T з термореакцією (у комплекті з регулятором DSR-10) у металевій шафі на опорі. Діапазон об'ємних витрат газу для цього лічильника становить: мінімальна витрата – 0,016 нм³/год; номінальна витрата – 4 нм³/год; максимальна витрата – 6 нм³/год. Встановлення газового лічильника має забезпечувати зручність його монтажу, обслуговування та ремонту. Роботи виконуються відповідно до вимог і рекомендацій виробників, зазначених у паспорті пристрою. Лічильник разом із регулятором розташовують зовні будинку споживача на межі приватної та загальної земельної ділянки, що забезпечує доступ працівникам експлуатаційної служби.

Газовий лічильник необхідно встановити у місці, де виключена можливість його пошкодження внаслідок відкривання воріт, дверей, вікон тощо. Будівництво, монтаж та випробування газопроводів виконуються згідно з вимогами чинних норм і правил, із обов'язковим дотриманням техніки безпеки, зокрема: ДБН А.3.2-2:2009; ДБН В.2.5-20:2018; НПАОП 0.00-1.76:2015 («Правила безпеки систем газопостачання»); Кодекс газорозподільчих систем та інших діючих нормативів.

Вентиляція та відведення продуктів спалювання. Приміщення, де встановлюються газові прилади, повинно бути обладнане кватиркою для забезпечення належної вентиляції. Вентиляція природна, припливно-витяжна: приплив повітря здійснюється через кватирку у вікні та щілину між дверима і підлогою площею 0,02 м². Витяжка повітря з кухні та топкової здійснюється через вентиляційні канали ВК 140×270мм, які розміщені у внутрішніх стінах будинку.

Двері кухні та топкової повинні відчинятися в коридор або назовні. Відведення димових газів від котла та забір повітря для його роботи забезпечуються коаксіальною трубою, яка проходить через зовнішню стіну будинку.

Монтаж здійснюється згідно з вимогами заводів-виробників.

Перед початком монтажу газового обладнання власник повинен отримати акт про придатність вентиляційного каналу, який складається спеціалізованим підприємством.

Підключення газових приладів можливе лише за наявності цього акту, що підтверджує відповідність каналу вимогам експлуатації.

3. ОРГАНІЗАЦІЙНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Основні положення з організації будівництва, методах виконання робіт

У межах дипломного проектування поставлено завдання розробити проект виконання робіт з будівництва підземного газопроводу із застосуванням поліетиленових труб. Згідно з розрахунками, проведеними у другому розділі, для забезпечення споживачів газовим паливом передбачається прокладання поліетиленового газопроводу: Ø90x5,2мм – 368м, Ø75x4,3мм – 638м, Ø63x3,6мм – 424м, Ø50x2,9мм – 175м загальною довжиною 1605м, дворові відгалуження Ø25x3мм загальною довжиною 490м (для газозабезпечення 70 житлових будинків та 1 громадського будинку).

Ґрунти вулиць села відносяться до I-ої категорії важкості розробки, складаються із рослинного шару 0,2-0,4м і **супісків** товщиною 1,5м, ґрунтові води на глибині 2м відсутні, середня геодезична позначка населеного пункту 208,00м, прокладка газопроводів буде здійснюватись по зеленій зоні.

Головним критерієм вибору методу будівництва підземного газопроводу по вулицях села є час виконання робіт, оскільки сам процес створює тимчасові незручності для мешканців, впливає на рух громадського транспорту та інші аспекти [14].

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 та гідрогеологічних досліджень ділянки будівництва; об'ємно-планувальні, конструктивні та інші ключові проєктні рішення; інформація від будівельної організації щодо забезпечення будівництва матеріалами, конструкціями, обладнанням, робочими кадрами та тимчасовими спорудами.

У проєкті організації будівництва вирішуються наступні ключові питання: визначена загальна нормативна тривалість будівництва, строки його початку та введення в експлуатацію основних фондів; встановлений нормативний розподіл капітальних вкладень та обсягів будівельно-монтажних робіт за календарними періодами будівництва; визначена потреба у необхідних матеріально-технічних та трудових ресурсах.

Проєкт організації будівництва є основою для розробки підрядною організацією проєкту виконання робіт, а також планування введення в дію основних фондів. Окрім того, цей розділ дипломного проекту слугує обґрунтуванням кошторисної вартості будівництва. Під час розробки проєкту виконання робіт та безпосереднього будівництва необхідно дотримуватись вимог ДБН А.3.1.5:2016 «Організація будівельного виробництва» [3] та ДБН А.3.2-2:2009 «ССБП. Охорона праці і промислова безпека в будівництві» [10].

Будівництво буде виконуватися підрядним способом спеціалізованою будівельною організацією [14].

При розробці проєкту виконання робіт необхідно врахувати наступні аспекти:

1. Будівельний майданчик розташований у районі Житомирської області, який вже освоєний для будівництва.
2. У зимовий період місцевість не зазнає стійкого впливу вітрів силою понад 4 бали.
3. Забезпечення будівельного процесу необхідними ресурсами:
Водопостачання — здійснюється від існуючих мереж водопостачання.
Енергозабезпечення — від діючих енергетичних мереж.
Зв'язок — через наявні мережі зв'язку.
4. Згідно з розрахунками, нормативна тривалість будівництва становить **1,331** місяця (**29** робочих днів) включаючи підготовчий період у **0,2** місяця (**6** робочих днів).
5. Початок будівництва передбачено у **III** кварталі 2025 року – **01.07.2025р.**
6. Проєктом організації будівництва газопроводу передбачено потоково-суміщений спосіб. Організаційно-технологічні схеми, методи виконання робіт та вибір будівельної техніки повинні бути визначені в проєкті виконання робіт.
7. До початку підготовчого етапу необхідно вирішити питання матеріально-технічного забезпечення, забезпечити фінансування та укласти договір із підрядною організацією.

Підготовчий період. До початку підготовчого періоду необхідно виконати відведення земельної ділянки під будівництво, укласти підрядний договір та вирішити питання матеріально-технічного забезпечення й фінансування [3]. Згідно з вимогами ДБН, перед початком будівництва здійснюються такі підготовчі роботи:

1. Відведення та освоєння майданчика для проведення будівельних робіт.
2. Створення опорної геодезичної мережі замовником, включаючи встановлення висотних реперів та винесення траси на місцевість.
3. Інженерна підготовка будівельного майданчика.
4. Організація тимчасового господарства, зокрема облаштування приміщень та споруд для потреб будівельників і технічного забезпечення.
5. Розчищення та планування будівельної смуги.
6. Будівництво необхідної інфраструктури, включаючи тимчасові дороги, постійні та тимчасові мережі водопостачання, електропостачання та зв'язку.
7. Постачання конструкцій та матеріалів, а також розподіл труб уздовж траси майбутнього газопроводу.
8. Огородження будівельного майданчика для забезпечення безпеки та організації робочого простору.
9. Забезпечення працівників питною водою, що доставляється на майданчик.

Підготовчий період. Перед початком підготовчого періоду необхідно здійснити відведення земельної ділянки під будівництво, укласти підрядний договір, а також вирішити питання матеріально-технічного забезпечення та фінансування.

Згідно з вимогами у межах підготовчого періоду до будівництва виконуються такі роботи:

1. Відведення та освоєння будівельного майданчика для реалізації проєкту.
2. Створення опорної геодезичної мережі замовником, включаючи висотні репери та винесення траси на місцевості.
3. Інженерна підготовка майданчика, забезпечення стабільних умов для будівництва.
4. Організація тимчасового господарства, що охоплює облаштування приміщень та споруд для потреб будівельників.
5. Розчищення та планування будівельної смуги перед початком основних робіт.
6. Будівництво необхідної інфраструктури, включаючи тимчасові дороги, а також постійні та тимчасові мережі водопостачання, електропостачання і зв'язку.
7. Завезення конструкцій та матеріалів, включаючи розподіл труб уздовж траси газопроводу.
8. Огородження будівельного майданчика для безпеки та організації робочого простору.
9. Забезпечення працівників питною водою, що доставляється на майданчик.

Основний період. Будівництво, монтаж, випробування та введення в експлуатацію систем газопостачання здійснюється спеціалізованими монтажними організаціями відповідно до вимог [2] та [1].

Організація будівництва траси газопроводу в проєкті базується на потоково-суміщеному методі виконання робіт. Перед початком монтажу газопроводу необхідно викликати на трасу представників організацій, які відповідають за експлуатацію підземних споруд і мереж.

Земляні роботи. Основні земляні роботи виконуються за допомогою комплексу будівельних машин, що включає: Бульдозер ДЗ 53, змонтований на базі трактора потужністю 100 к.с., використовується для рекультиваційних робіт та засипання траншей газопроводів. Екскаватор **ЕО 3322** з ковшем місткістю **0,5 м³**, призначений для розробки траншей під газопроводи.

Глибина прокладання газопроводу в стандартних умовах становить 1,2 м до верхньої частини труби, а при безтраншейному прокладанні вона визначається поздовжнім профілем. Укладання газопроводу в ґрунт здійснюється на штучну основу з піщаного шару товщиною 10 см, після чого проводиться засипання піщаним ґрунтом на висоту 20 см.

Проєктом передбачено запас труб у розмірі 2% від загальної довжини газопроводу [2]. Земляні роботи заплановані для виконання в талих ґрунтах. У випадку розробки котлованів та траншей у водонасичених ґрунтах застосовується відкрите водовідведення для збору та відведення ґрунтових вод [14].

Засипання траншей з укладеними трубами виконується у два етапи: Підбивання пазух і первинне засипання траншей піщаним ґрунтом на висоту 20 см від верхньої частини труби. Засипання решти ґрунту бульдозером, після чого проводиться ручне розрівнювання та трамбування пневмотрамбовками [14].

Розробка ґрунту при врізанні в існуючий вхідний сталевий газопровід ШРП для опуску (монтажу з'єднання ПС-07) та при перетині з електрокабелем (4 перетини), кабелем зв'язку та водопроводом виконується вручну. При проходженні газопроводу під кабелем, кабель поміщається в футляр із азбоцементної труби Ø100мм.

Монтажні та 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 плітей труб у траншею здійснюються за допомогою автокрана КС-1562Д.

Розмотування труб із бухт або котушок має проводитися при температурі зовнішнього повітря не нижче +5°C. У разі нижчих температур необхідно створити умови для попереднього підігріву труб у бухтах або на котушках до температури не менше +5°C [2].

Укладання газопроводу в траншею здійснюється після завершення зварювання останнього з'єднання не раніше ніж через 30 хвилин. Використовуються м'які чалочні пристрої (конопляний канат, брезентовий рушник). Скидання труб та зварених ниток з брівки в траншею, а також їх переміщення волоком суворо заборонено. Дозволяється розмотування труб із бухт або котушок безпосередньо з платформи укладальної машини, що забезпечує безперервний процес розмотування. Рекомендована швидкість розмотування становить 0,8–1,0 км/год [2].

При укладанні газопроводу передбачені заходи щодо зниження внутрішніх напруг у трубах, що можуть виникати через температурні коливання в процесі експлуатації. Труби опускають у траншею вільно, без натягу, скручування чи пережимів. Трубоукладальні роботи виконуються під керівництвом ІТП [2].

Перетини газопроводу із автодорогою виконуються методом проколу без розроблення ґрунту. Газопроводи (ділянки перетинів) укладається в кожусі із сталевих труб Ø159х4мм довжиною по 18м.

Монтажні та трубоукладальні роботи виконуються відповідно до типових технологічних карт [14].

З'єднання поліетиленових труб між собою здійснюється терморезисторним зварюванням, а з'єднання поліетиленових труб зі сталевими – за допомогою вузла PE/St. На висоті 400–500 мм над поліетиленовим газопроводом необхідно укласти попереджувальну полімерну стрічку жовтого кольору шириною не менше 200 мм, з незмивним написом «Обережно! Газ» [2].

Будівництво, монтаж, випробування та введення в експлуатацію системи газопостачання виконуються відповідно до встановлених вимог [2].

Ізоляційні роботи. Надземний газопровід із сталевих електрозварних труб покривається олійною фарбою у два шари для забезпечення захисту від зовнішніх впливів. Підземні сталеві футляри підлягають антикорозійній ізоляції «дуже посиленого» типу, що виконується за допомогою полімерних липких стрічок. Основними матеріалами для ізоляційних робіт є толь та полімерна ізоляційна стрічка

. Газопроводи у місцях входу та виходу із землі мають бути покриті захисним покриттям «дуже посиленого» типу на висоту 0,5 м від рівня землі, із застосуванням липких стрічок. При виконанні ізоляційних робіт необхідно дотримуватись вимог розділу 8 ДБН А.3.2-2:2009 «ССБП. Охорона праці і промислова безпека в будівництві. Основні положення».

Зварювальні роботи. Надземний газопровід із сталевих електрозварних труб покривається олійною фарбою у два шари, що забезпечує його захист від зовнішніх впливів.

Підземні сталеві футляри проходять антикорозійну ізоляцію «дуже посиленого» типу, яка здійснюється полімерними липкими стрічками. Основними матеріалами для ізоляційних робіт є толь та полімерна ізоляційна стрічка.

Газопроводи в місцях входу та виходу із землі покриваються захисним покриттям «дуже посиленого» типу на висоту 0,5 м від рівня землі, із застосуванням липких стрічок.

При виконанні ізоляційних робіт необхідно дотримуватися вимог розділу 8 ДБН А.3.2-2:2009 «ССБП. Охорона праці і промислова безпека в будівництві. Основні положення».

3.2 Обґрунтування форм та розмірів траншеї

Земляні роботи, пов'язані з риттям траншей і котлованів, повинні проводитися після розбивки траси газопроводу, визначення її меж та встановлення попереджувальних знаків, що вказують на наявність підземних комунікацій на цій ділянці. Відстань по вертикалі між газопроводом та іншими інженерними мережами має відповідати таким мінімальним значенням: Водопровід, теплотраса, каналізація – не менше 0,2 м. Електрокабель та кабель зв'язку: без футляру – 0,5 м, електрокабель у футлярі – 0,25 м, кабель зв'язку у футлярі – 0,15 м [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 $D_{зовн} = 0,090 \text{ м}$.

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:

$$H_{тр.ост1} = 1,2 + 0,090 + 0,1 = 1,390 \text{ м}$$

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]:

Ø90×5,2мм	$H_{тр.ост1} = 1,39 \text{ м}$	$L_1 = 368 - 18 \text{ м}$	$l_{шурф1} = 2,5 \text{ м} + 1 \times 1 \text{ м} + 1 \times 1,5 \text{ м} = 5 \text{ м}$
Ø75×4,3мм	$H_{тр.ост2} = 1,375 \text{ м}$	$L_2 = 638 - 18 \text{ м}$	$l_{шурф2} = 2 \times 1 \text{ м} = 2 \text{ м}$
Ø63×3,6мм	$H_{тр.ост3} = 1,363 \text{ м}$	$L_3 = 424 \text{ м}$	$l_{шурф3} = 2 \times 1 \text{ м} = 2 \text{ м}$
Ø50×2,9мм	$H_{тр.ост4} = 1,35 \text{ м}$	$L_4 = 175 \text{ м}$	$l_{шурф4} = 0 \text{ м}$
Усього:		$\Sigma L = 1569 \text{ м}$	$\Sigma l_{шурф. заг} = 9 \text{ м}$

Усього розробка траншеї екскаватором (підрядною будівельною організацією) буде проводитися по довжині 1569 м і 36 м безтраншейне прокладання методом проколу (два футляри Ø150 мм).

Траншеї для дворових введів будуть влаштовуватися самостійно власниками будівель, тому ці об'єми робіт в даному розділі проекту не враховуються.

На **аркуші 3** графічної частини проекту винесено ділянки поздовжнього профілю траси газопроводу де є перетини з іншими комунікаціями, кути поворотів траси, безтраншейне прокладання та ін.

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

Так як, ґрунт **супісок I групи** важкості розробки екскаватором, а із попередніх розрахунків відомо, що $H_{тр.ост}$ **більше 1,25 м**, траншея буде мати **косі стінки**.

У цьому розділі проекту відображено підрахунки, що здійснювались для:

$$H_{тр.ост} = 1,39 \text{ м} - \text{траншея з косими стінками.}$$

Ширина дна траншеї для прокладання газопроводів залежить від способу вкладання та діаметра труби і повинна бути при вкладанні труб плітями та секціями – $D_{зов} + 0,3\text{м}$, але не менше $0,7\text{м}$ [14].

Фактична ширина траншеї по дну буде залежати від ширини ковша екскаватора та величини осипання ґрунту і визначається за формулою [14]:

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

де $B_{\text{ковша}}$ – 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, для **супісків** – $S = 0,15\text{м}$ [14];

Отже ширина траншеї по дну буде становити:

$$B = 0,65 + 0,15 = 0,8 \text{ м}$$

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

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

де 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 **супіску** при глибині траншеї до $1,5 \text{ м}$ $m = 0,25$) [14].

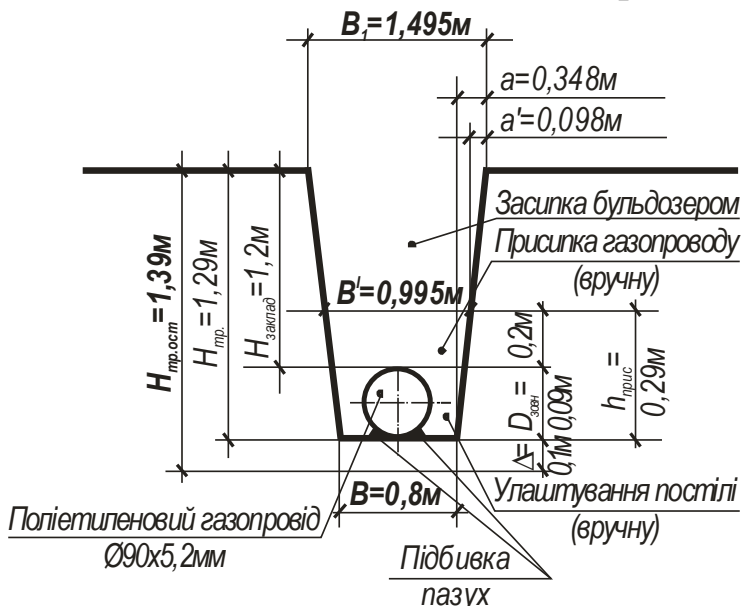
Тоді:

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

$$B_1 = 0,8 + 2 \times 1,39 \times 0,25 = 1,495 \text{ м}$$

Далі відображаю розрахунки для $H_{\text{тр.ост}} = 1,39\text{м}$, а решту результатів розрахунків зведено в таблицю 3.1.

Рис. 2.1 Поперечний профіль траншеї



3.3 Підрахунок об'ємів земляних робіт

Під час будівництва газопроводів розробка ґрунту починається з ручного копання шурфів у місцях врізання газопроводу та перетину з іншими комунікаціями. Після цього проводиться риття траншей екскаватором, проте через те, що екскаватор не забезпечує рівне дно траншеї, підчищення дна виконується вручну. Окрім зазначених робіт, вручну проводяться такі додаткові операції: розширення приямків для зварювання неповоротних стиків; розробка котлованів малого об'єму [14].

Розробка траншей:

1. Визначаю об'єм ґрунту, що розробляється при копанні шурфів, за формулою [14]:

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

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

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

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

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

n – кількість шурфів.

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

$$V_{\text{шурф1}} = \frac{0,8+1,495}{2} \times 1,39 \times 5 = 7,975\text{м}^3$$

2. Визначаємо об'єм ґрунту, що розроблюється екскаватором, по формулі [14]:

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

де L – довжина ділянки траси газопроводу;

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

$$V_{\text{екск1}} = \frac{0,8+1,495}{2} \times (1,39 - 0,10) \times (350 - 5) = 3130,725\text{м}^3$$

3. Об'єм ручного добору ґрунту, визначається по формулі [14]:

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

$$V_{\text{руч.доб1}} = \frac{0,8+1,495}{2} \times 0,10 \times (350 - 5) = 228,784\text{м}^3$$

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

$$V_{\text{прям}} = (V_{\text{екск}} + V_{\text{руч.доб}}) \times \frac{1}{100}, \text{ м}^3 \quad (3.9)$$

$$V_{\text{прям1}} = (510,695 + 27,6) \times 1\% = 5,383\text{м}^3$$

5. Загальний об'єм ґрунту, що розробляється вручну становить [14]:

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

$$V_{\text{заг.розр.вруч}} = 124,8 + 23,935 + 14,23 = 162,966\text{м}^3$$

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

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

$$V_{\text{заг.розр}} = 2268,745 + 162,966 = 2431,71\text{м}^3$$

Зворотна засипка траншеї:

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

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

$$V_{основи1} = 0,1 \times 0,8 \times 350 = 28,0 \text{ м}^3$$

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

Для визначення об'єму влаштування постелі та присипки спершу необхідно встановити висоту присипки $h_{прис}$, так як присипку вручну виконують на 20-25см вище труби [14]:

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

$$h_{прис1} = 0,09 + 0,2 = 0,29 \text{ м}$$

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

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

де $\pi = 3,14$;

L – довжина ділянки газопроводу, м;

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

$$V_{труби1} = \frac{3,14 \times 0,09^2}{4} \times 350 = 2,225 \text{ м}^3$$

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

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

$$V_{прис1} = \left(\frac{0,8+0,995}{2} \times 0,29 \times (350 - 5) \right) - 2,225 = 87,669 \text{ м}^3$$

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

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

$$V_{зас.прис.вручну} = 125,52 + (14,23 - 0,1 \times 0,8 \times 5) + 23,935 + 372,749 = 535,715 \text{ м}^3$$

Після присипки вручну проводять засипання траншеї бульдозером.

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

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

$$V_{зас.бульд1} = \frac{0,995+1,495}{2} \times (1,39 - 0,1 - 0,29) \times (350 - 5) = 429,525 \text{ м}^3$$

12. Таким чином загальний обсяг робіт по засипанню траншеї становить:

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

$$V_{зас.зас} = 535,715 + 1928,368 = 2464,083 \text{ м}^3$$

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, враховується коефіцієнтом кінцевого рихлення K_2 і 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 **супіску** $K_2 = 3-5\%$).

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

$$V_{\text{кінц.рихл.}} = 2431,71 \times 3\% = 72,951 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{вивозу н/е}} = 6,628 + 125,52 + 372,749 + 72,951 = 577,848 \text{ м}^3$$

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

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

$$\frac{2431,71 - (2464,083 + 6,628 + 72,951)}{(2464,083 + 6,628 + 72,951)} = -4,4\%$$

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

Таблиця 3.1 Розрахунок обсягів земляних робіт для розробки траншей вуличного газопроводу

Вихідні дані для розрахунку:

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

№ ділянки газопроводу	Довжина ділянки	Глибина закл-ня	Зовн. діаметр	Ширина ковша екс.-ра	Коеф. крутизни укосу	Товщ. основи.	Вкличина ручного добору,	Вкличина осипання ґрунту,	Довж. шурфів	Глибина траншеї
$L, \text{ м}$	$H_{\text{закл.}}, \text{ м}$	$D_{\text{зовн.}}, \text{ м}$	$B_{\text{ковша}}, \text{ м}$	m	$\Delta, \text{ м}$	$C, \text{ м}$	$S, \text{ м}$	$L_{\text{шурф. заг.}}, \text{ м}$	$H_{\text{тр.}}, \text{ м}$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	350	1,2	0,090	0,65	0,25	0,1	0,1	0,15	5	1,29
2	620	1,2	0,075	0,65	0,25	0,1	0,1	0,15	2	1,275
3	424	1,2	0,063	0,65	0,25	0,1	0,1	0,15	2	1,263
4	175	1,2	0,050	0,65	0,25	0,1	0,1	0,15	0	1,25
Усього	1569								9	

№ ділянки газопроводу	$D_{\text{зовн.}}, \text{ м}$	$H_{\text{присос.}}, \text{ м}$	$B_{\text{осн.}}, \text{ м}$	$a, \text{ м}$	$B_1, \text{ м}$	$V_{\text{шурф.}}, \text{ м}^3$	$V_{\text{екск.}}, \text{ м}^3$	$V_{\text{руч. доб.}}, \text{ м}^3$	$V_{\text{осипан.}}, \text{ м}^3$	$V_{\text{осн.}}, \text{ м}^3$	$V_{\text{шурф.}}, \text{ м}^3$	$a', \text{ м}$	$B', \text{ м}$	$H_{\text{прис.}}, \text{ м}$	$V_{\text{прис.}}, \text{ м}^3$	$V_{\text{зас. під.}}, \text{ м}^3$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	0,090	1,39	0,8	0,348	1,495	7,975	510,695	27,6	5,383	28	2,225	0,098	0,995	0,29	87,569	429,525
2	0,075	1,375	0,8	0,344	1,488	3,145	901,218	49,44	9,507	49,6	2,738	0,094	0,9875	0,275	149,155	764,775
3	0,063	1,363	0,8	0,3408	1,482	3,11	608,004	33,76	6,418	33,92	1,321	0,091	0,9815	0,263	97,5397	519,693
4	0,050	1,35	0,8	0,338	1,475	0	248,828	14	2,628	14	0,343	0,088	0,975	0,25	38,485	214,375
Усього:						14,23	2268,745	124,8	23,935	125,52	6,628	-	-	-	372,749	1928,368

$$V_{\text{заг.розр. вруч}} = 162,966 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{заг.розр}} = 2431,71 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{заг.прис. вручну}} = 535,715 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{заг.зас}} = 2464,083 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{кінц.рихл.}} = 72,951 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{вивозу.}} = 577,848 \text{ м}^3$$

$$-4,4\%$$

3.4 Підбір та обґрунтування будівельних машин та механізмів

3.4.1 Вибір ведучого механізму – екскаватора та ін. машин для проведення земляних робіт

У попередньому розділі проєкту було обрано екскаватор **ЕО 2621** з оберненою лопатою на пневмоколісному ході, оскільки він має низку переваг для виконання робіт у межах населеного пункту [14].

Необхідно здійснити перевірку робочих параметрів обраного екскаватора відповідно до умов проведення робіт. Ця перевірка включає порівняння: глибини копання, висоти вивантаження, радіусу вивантаження із паспортними характеристиками екскаватора.

Технічні характеристики екскаватора **ЕО 2621** [14]:

- місткість ковша – **0,25**м³;
- ширина ковша – **0,65**м;
- найбільша глибина копання – **3**м;
- найбільша висота вивантаження – **2**м;
- радіус вивантаження при найбільшій висоті вивантаження – **2,7**м.

Для проведення розрахунків будуємо розрахункову схему підбору екскаватора рис. 3.2.

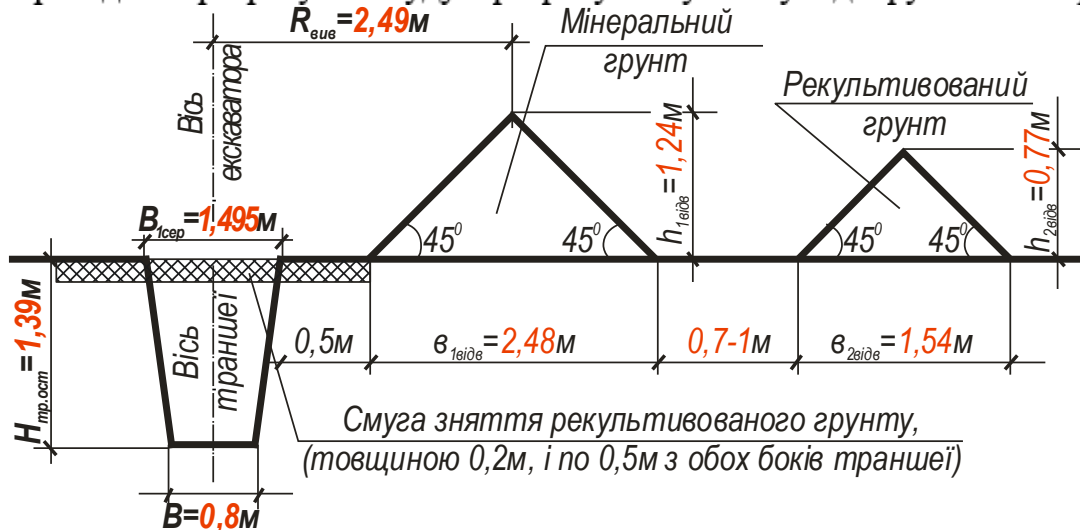


Рис. 3.2 Розрахункова схема підбору екскаватора

1. Глибина копання вибраного екскаватора повинна бути більшою або дорівнювати глибині траншеї (тому порівнюємо найбільшу глибину траншеї із поздовжнього профілю) м:

$H_{\text{тр.ост}} = 1,39 \text{ м} < 3 \text{ м}$ – найбільша глибина копання; тобто цей параметр задовольняє вимогам.

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

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

- мінеральний ґрунт:

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

- 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 $B_1 = 1,495\text{м}$);

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

0,2 – товщина шару рекультивованого ґрунту, м;

K_1 та K_1' – коефіцієнт початкового рихлення мінерального та рослинного ґрунтів, % (для **супіску** $K_1 = 12 \div 17\%$, для рослинного ґрунту $K_1' = 20 \div 25\%$ тому приймаю $K_1 = 17\%$ 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):

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

$$L_{\text{рекульт}} = 1605 - 36 - 369 = 1200\text{м}$$

Отже:

$$V_{1\text{ відвалу}} = (2431,71 - (1,495 \times 0,2 \times 1200)) \times \frac{100+17}{100} = 2425,3\text{м}^3$$

$$V_{2\text{ відвалу}} = (1,495 + 2 \times 0,5) \times 0,2 \times 1200 \times \frac{100+20\%}{100} = 718,56\text{м}^3$$

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

$$F_{1\text{ відс}} = \frac{V_{1\text{ відс}}}{L_{\text{відкрита. розробка}}}, \text{ м}^2 \quad (3.26)$$

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

$$F_{1\text{ відс}} = \frac{2425,3}{1569} = 1,546\text{м}^2;$$

$$F_{2\text{ відс}} = \frac{718,56}{1200} = 0,599\text{м}^2$$

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]:

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

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

Отже: $h_{1\text{ відс}} = \sqrt{1,546} = 1,24\text{м};$

$h_{2\text{ відс}} = \sqrt{0,599} = 0,77\text{м}$

2.4 Ширину відвалів визначаю за формулами м:

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

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

Отже: $b_{1\text{ відс}} = 2 \times 1,24 = 2,48\text{м}$

$b_{2\text{ відс}} = 2 \times 0,77 = 1,54\text{м}$

Для перевірки висоти вивантаження та радіусу вивантаження достатньо порівнювати параметри лише відвалу з мінеральним ґрунтом, оскільки пересування рекультивованого ґрунту буде виконуватися бульдозером [14].

2.5 Висота вивантаження екскаватора повинна бути більшою на 40-50см від висоти відвалу мінерального ґрунту [14], що становить $h_{\text{відв.}} = 1,24\text{м}$, тобто $1,24 + 0,5 = 1,74\text{м} < 2\text{м}$ – найбільша висота вивантаження екскаватора **ЕО 2621** (технічні характеристики). Отже і цей параметр задовольняє вимоги.

2.6 Радіус вивантаження визначається за формулою [14]:

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

$$R_{\text{вивант}} = \frac{1,495 + 2,48}{2} + 0,5 = 2,49\text{м};$$

Радіус вивантаження при найбільшій висоті вивантаження екскаватора **ЕО 2621** становить 2,7м, що перевищує розрахунковий показник. Отже, цей параметр відповідає умовам виконання робіт.

На основі проведених розрахунків можна зробити висновок, що екскаватор **ЕО 2621** та його технічні характеристики повністю задовольняють вимоги до здійснення земляних робіт у межах умов, визначених у завданні на дипломне проектування.

Вибір трамбівки [14]:

Для ущільнення ґрунту після присипки вручну підбираю трамбівку:

- марка трамбівки **ИЕ 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 проектних відміток, підбираю бульдозер потужністю 74,96кВт 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

На будівництві підземного газопроводу екскаватор являється ведучою машиною, тому що він виконує найбільш трудомістку роботу. Для виконання земляних робіт крім бульдозера необхідно підібрати самоскид, що буде здійснювати вивезення надлишкового ґрунту та буде працювати в комплексі з екскаватором [14].

Для роботи в комплексі з однокішцевим екскаватором ЕО2621 з ємністю ковша 0,25 м³ рекомендується використовувати самоскиди вантажопідйомністю 3-5т, але з врахуванням кількості ґрунту та відстані вивезення допускається більша вантажопідйомність [14].

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

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

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

де $V_{\text{вивозу}}$ – загальний об'єм ґрунту, що підлягає вивезенню, $V_{\text{вивозу}} = 577,848$ м³;

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

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

$$N_{\text{рейсів}} = \frac{577,848}{3,1 \times 0,9} = 207,11 = 208 \text{ рейсів}$$

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

$$t_{\text{тр.опер}} = t_{x.n} + t_{\text{завант.}} + t_{p.n} + t_{\text{розв.}}, \text{ год.} \quad (3.34);$$

де $t_{x.n}$ – час холостого переїзду, год.;

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

$t_{p.n}$ – час переїзду з вантажем, год.;

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

3.1 Час холостого переїзду визначаю за формулою [14]:

$$t_{x.n} = \frac{L_x}{v \times K}, \text{ год.}$$

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

v – середня швидкість руху самоскида без вантажу, становить **45-60** км/год. [14];

K – коефіцієнт зміни швидкості, $K = 0,5$ [14].

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

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

$$t_{\text{завант.}} = V_{\text{кузова}} \times H_{\text{часу}} \times K_1, \text{ год.} \quad (3.35);$$

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

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

$$t_{завант} = 3,1 \times 0,14782 \times 0,9 = 0,412 \text{ год.}$$

$$t_{завант} = 3,1 \times 0,14782 \times 0,9 = 0,412 \text{ год.}$$

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

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

де L_x – відстань вивезення надлишкового ґрунту, $L_x = 3$ км;

v_p – середня швидкість руху самоскида з вантажем, $v_p = 40$ км/год. [14];

K – коефіцієнт зміни швидкості, $K = 0,5$ [14].

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

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

Загальний час транспортної операції буде становити:

$$t_{тр.опер} = 0,133 + 0,412 + 0,15 + 0,1 = 0,795 \text{ год.}$$

4. Визначаю загальні затрати часу по вивезенню надлишкового ґрунту [14]:

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

$$T_{заг.сам} = 208 \times 0,795 = 165,36 \text{ год.}$$

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]:

$$T_{сам.зм} = \frac{T_{заг.сам}}{T_{зм} \cdot K_{max}} = \frac{165,36}{6,82 \cdot 1,2} = 20,2 \approx 21 \text{ робоча зміна} \quad (3.38)$$

5. Визначаю тривалість виконання робіт по риттю траншеї екскаватором (див розрахунки табл.3.3 та 3.4):

$$T_{екскав.зм} = \frac{(\Sigma V_{екск} - (B_1 \cdot 0,2 \cdot L_{рекулт}) - V_{виносу} + V_{ушир.конт.60\%}) \cdot H_{часу.у.сиде} + V_{виносу} \cdot H_{часу.у.самос}}{T_{зм} \cdot K_{max}}, \text{ роб.зм.} \quad (3.39)$$

$$T_{екскав} = \frac{(2268,745 - (1,495 \cdot 0,2 \cdot 1200) - 577,848 + 148,68) \cdot 0,09408 + 577,848 \cdot 0,14782}{6,82 \cdot 1,2} = 27,5 \approx 28 \text{ роб.зм.}$$

(тобто враховуючи нормативну тривалість будівництва копання екскаватором ЕО2621 необхідно здійснювати у дві зміни)

Висновок: Згідно з розрахунками, екскаватор ЕО-2621 виконуватиме розробку траншеї протягом 28 робочих змін, тоді як самоскид ЗіЛ-ММЗ 555 забезпечить вивезення надлишкового ґрунту за 21 зміну, що відповідає необхідному темпу виконання робіт. Отже, одного самоскида ЗіЛ-ММЗ 555 достатньо для вивезення ґрунту. Для більш раціонального його використання, впродовж решти 7 робочих змін самоскид може бути задіяний для доставки матеріалів на будівельний майданчик.

Підбір автокрана [14]:

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

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

- довжина стріли: основна – 6м, подовжена – 10,6м.

- виліт гака: найменший – 3,5м, найбільший – 6м.

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

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

- базовий автомобіль – ГАЗ-53А.

- швидкість руху максимальна 75км/год.

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

- маса – 7,05т

3.4.3 Підбір інших будівельних машин, механізмів та транспортних засобів

Потреба в основних та допоміжних будівельних та дорожніх машинах і механізмах визначена на підставі фізичних об'ємів робіт і норм виробітку будівельних і дорожніх машин і механізмів [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 [14]:

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 (мілкозубна) 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 будівельно-монтажних робіт, склад ланок, калькуляція трудових затрат)

Для визначення загальної трудомісткості будівництва газопроводу необхідно розрахувати обсяги будівельно-монтажних робіт та скласти калькуляцію трудових затрат, представлену в таблиці 3.4. Підрахунок об'ємів будівельно-монтажних робіт здійснюється у одиницях виміру, прийнятих у збірниках РЕКН для будівельно-монтажних та ремонтних робіт. [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	$\frac{(1,495+2 \times 0,5) \times 0,2 \times 1200}{1000}$	0,5988
2	Додавати на кожні наступні 10м переміщення ґрунту	1000 м ³	$\frac{(1,495+2 \times 0,5) \times 0,2 \times 1200}{1000}$	0,5988
3	Розробка ґрунту вручну в місцях перетину з іншими комунікаціями	100 м ³	$\frac{14,23}{100}$	0,1423
4	Захист підземних комунікацій	1 км	$\frac{9}{1000}$	0,009
5	Розробка ґрунту екскаватором з ковшем місткістю 0,25м ³ у відвал	1000 м ³	$\frac{2268,745 - (1,495 \times 0,2 \times 1200) - 577,848 + 148,68}{1000}$	1,4808
6	Розробка ґрунту екскаватором з ковшем місткістю 0,25м ³ на самоскид	1000 м ³	$\frac{577,848}{1000}$	0,57785
7	Підчистка дна та стінок траншей вручну	100 м ³	$\frac{124,8 + 23,935}{100}$	1,48735
8	Улаштування основи з піщ.ґрунту	100 м ³	$\frac{125,52}{100}$	1,2552
9	Улаштування тимчасових перехідних містків	100 м ²	$N_{\text{перех.міст}} = 1605 : 50 \text{ м} = 32 \text{ шт}$ $F_{\text{містків}} = 32 \times 2 \text{ м}^2 : 100 \text{ м}^2$	0,64
10	Розширення вхідних і вихідних котлованів	100 м ³	$\frac{123,9 \times 2 \times 0,4}{100}$	0,9912
11	Водовідлив із котлованів	100 м ³	$\frac{140 \times 2 \times 0,1}{100}$	0,28
12	Кріплення стінок котлованів	100 м ²	$\frac{40 \times 2 \times 2,5 \text{ м}}{100}$	2
13	Улаштування огорожі котлованів	1м	40х2шт.	80
14	Нанесення ізоляції на футляри: Ø150мм	1км	$\frac{18 \times 2 \text{ шт.}}{1000}$	0,036
15	Продавлювання без розробки ґрунту футляр: Ø150мм	100 м	$\frac{18 \times 2 \text{ шт}}{100}$	0,36
16	Укладання сталевих труб футлярів: Ø150мм	1 км	$\frac{18 \times 2 \text{ шт}}{1000}$	0,036

17	Протягування труб у футляр	100 м	$\frac{18 \times 2 \text{ шт}}{100}$	0,36
18	Зароблення кінців футляра	1 футл	2 футл.	2
19	Встановлення контрольної трубки	1 труб.	2 контр.тр.	2
20	Вкладання п/е труб з пневматичним випробуванням Ø90мм; Ø75мм; Ø63мм; Ø50 та 25мм	1000 м	$\frac{368}{1000}$ $\frac{638}{1000}$ $\frac{424}{1000}$ $\frac{175+490}{1000}$	0,368 0,638 0,424 0,665
21	Встановлення п/е фасонних частин: трійників	10 шт	ТЕ90-1шт, ТЕ75-1шт; OS 90/32-10шт, OS 75/32-25шт, OS 63/32-30шт, OS 50/32-7шт (1+1+10+25+30+7)/10	7,3
22	Встановлення п/е фасонних частин: відводів, колін, перехідників, заглушок, муфт	10 шт	перехідники RE 90/75-1шт, RE 90/63-1шт, RE 75/63-2шт, RE 63/50-2шт, RE 32/25-7шт; коліна KE90-90°-5шт, KE75-45°-1шт, заглушки ZE 63-1шт, ZE 50-2шт; муфти ME90-5шт, ME75-7шт, ME63-5шт, ME50-2шт; (1+1+2+2+71+5+1+1+2+5+7+5+2)/10	10,5
23	Буріння ям бур. кр. машинами під КБРТ	100 ям	$\frac{71}{100}$	0,71
24	Улаштування основи із щебеню під опори КБРТ	м³	71×0,054	3,834
25	Улаштування фундаментів під опори КБРТ	100 м³	$\frac{71 \times 0,22}{100}$	0,1562
26	Монтаж опор під КБРТ	т	$\frac{71 \times 75,1}{1000}$	5,3321
27	Нанесення «дуже посиленої» ізоляції на футляр будинкового вводу Ø до 50мм	1 км	$\frac{71 \times 2}{1000}$	0,142
28	Улаштування цокольного вводу (будинковий ввід) Ø до 50мм	1 шт	71	71
29	Приєднання цокольного вводу (муфта чи редукція)	10 шт	муфта ME 25мм-71шт $\frac{71}{10}$	7,1
30	Вкладання ст. труб (футляр) цок. вводу	1 км	$\frac{71 \times 2}{1000}$	0,142
31	Протягування п/е труб Ø25 у футляр	100 м	$\frac{71 \times 2}{100}$	1,42
32	Зароблення футляру будинкового вводу пінополіуретаном	1 сальн.	71	71
33	Установлення козирків із листа (зонт над буд.-вим вводом)	м²	71×0,1	7,1
34	Монтаж металевих шаф	т	$\frac{71 \times 9,6}{1000}$	0,6816
35	Встановлення регуляторів типу DSR-10 з ліч. G-4T	1 шт	71 штук	71
36	Обсипання газопроводу піщаним ґрунтом	100 м³	$\frac{535,715-125,52}{100}$	4,10195
37	Ущільнення ґрунту пневматичними трамбівками	100 м³	$\frac{535,715}{100}$	5,35715

38	Укладання п/е сигнальної стрічки «Обережно ГАЗ» з металевим проводом над газопроводом	100 м	$\frac{1605}{100}$	16,05
39	Розпилювання а/ц труб Ø100мм	1м	$\frac{5 \times 4 \text{ м}}{1000}$	20
40	Укладання футляру із а/ц труб Ø100мм	1км	$\frac{5 \times 4 \text{ м}}{1000}$	0,02
41	Розбирання огорожі котлованів	1м	теж, що й в п.13	80
42	Засипка бульдозером	1000 м³	$\frac{1928,368 - (1,495 \times 0,2 \times 1200) + 247,8}{1000}$	1,81737
43	Повернення родючого шару ґрунту з відвалу	1000 м³	$\frac{(1,495 + 2 \times 0,5) \times 0,2 \times 1200}{1000}$	0,5988
44	Додавати на кожні наступні 10м переміщення	1000 м³	$\frac{(1,495 + 2 \times 0,5) \times 0,2 \times 1200}{1000}$	0,5988
45	Ущільнення ґрунту котком	1000 м³	1,81737 + 0,5988	2,41617
46	Буріння ям під пізнавальні стовпчики	100 ям	$\frac{8}{100}$	0,08
47	Влаштування фундаментів під пізнавальні стовпчики	100 м³	$\frac{8 \times 0,35 \text{ м}^3}{100}$	0,028
48	Встановлення пізнавальних стовпчиків	100 шт	$\frac{8}{100}$	0,08
49	Встановлення додаткових пізн.-х знаків металевих щитків (на пізн.стовпчиках, стовпах ЛЕП, будівлях)	100 шт	$\frac{8 + 10}{100}$	0,18
50	Встановлення засувки на газ.-дах Ø80мм	1 шт	1 засувка	1
51	Укладання ст.труб г.-ду-відводу після ШРП Ø89х3мм	1 км	$\frac{1,5}{1000}$	0,0015
52	Встановлення ст. відводів Ø80мм для засувки	10 шт	$\frac{1}{10}$	0,1
53	Встановлення з'днання ПЕ/ст. Ø90/80мм(ПС-07)	1 шт	1	1
54	Продування повітрям г-дів	1000 м	$\frac{1605 + 490}{1000}$	2,095
55	Врізка в діючу мережу Ø80мм (ст.)	1 вр.	1 врізка	1
56	Улаштування КВП на футлярі	1 шт	2 к.п.	2

Результати розрахунку об'ємів робіт систематизовано у таблиці 3.4, графа 5. Норми часу для будівельників та машиністів визначаються на основі збірників РЕКН №1, 22, 24 та 25 та заносяться відповідно до граф 6 та 7. Склад ланки підбирається згідно з ЄНіР та фіксується у графах 10 та 11. Для кожного виду робіт трудомісткість розраховується таким чином: Затрати часу будівельників визначаються як добуток граф 5 та 6 і заносяться у графу 8. Затрати часу машин та механізмів визначаються як добуток граф 5 та 7 і записуються у графу 9. Підсумкова загальна трудомісткість будівництва газопроводу визначається шляхом складання значень граф 8 та 9.

Таблиця 3.4 Підрахунок затрат праці (калькуляція трудових затрат)

№ п/п	Обґрунт. № один. розц. РЕКН (ЄНІР)	Найменування робіт	Обсяг робіт		Норма часу		Трудомісткість		Склад ланки		Потреба в механізмах
			Од. вим.	Кіл-ть	будівель ників люд.-год	машин маш.-год	будівель ників люд.-год	машин маш.-год	Спеціальність, розряд	Кіл-ть робітн.	
I Роботи підготовчого періоду будівництва:											
Усього по роботах підготовчому періоду (Σ20% від робіт основного періоду):											
							1467,07	440,99			
II Роботи основного періоду будівництва:											
	1-24-5	Зняття рослинного шару та переміщення рекультивованого ґрунту бульдозером, I група ґрунтів	1000м³	0,5988	-	13,58	-	8,13			
	1-24-13	Додавати на кожні наступні 10м переміщення, I група ґрунтів	1000м³	0,5988	-	11,75	-	7,07			
	1-164-1 к=1,2	Розробка ґрунту вручну в місцях перетину з іншими комунікаціями (відривання шурфів) до 2м	100м³	0,1423	264,79	-	37,68	-			
	22-49-1	Підвішування підземних комунікацій (захист) та їх розбирання	1км	0,009	111,06	1,49	1,00	0,01			
	1-13-4	Розробка ґрунту у відвал екскаватором із зворотною лопатою об'єм ковша 0,25м³	1000м³	1,4808	15,81	94,08	23,41	139,31			
	1-18-4	Розробка ґрунту з навантаженням на самоскид екскаватором із зворотною лопатою об'єм ковша 0,25м³	1000м³	0,57785	39,64	147,82	22,91	85,42			
	1-164-1	Доробка ґрунту вручну (підчистка дна траншеї і приямків)	100м³	1,48735	264,79	-	393,84	-			
	1-166-1	Улаштування основи із піщаного ґрунту під газопровід	100м³	1,2552	150,45	-	188,84	-			
	P20-2-1	Улаштування тимчасових перехідних містків із подальшим їх розбиранням.	100м²	0,64	24,24	1,98	15,51	1,27			
	1-163-2	Влаштування (розширення) вхідних та вихідних котлованів в місцях прокладання футляру (вручну)	100м³	0,9912	435,71	-	431,88	-			
	1-173-2	Водовідлив із котлованів	100м³	0,28	-	203,46	-	56,97			
	1-172-2	Улаштування кріплень стінок котлованів дошками	100м²	2	42,33	2,24	84,66	4,48			
	ЕНІР 9-2-33	Улаштування огорожі котлованів при виконанні проколу	1м	80	0,06	-	4,8	-			
	22-14-5	Нанесення дуже посиленої ізоляції на футляр: Ø150мм	1км	0,036	409,6	64,5	14,75	2,32			
	22-46-9	Продавлювання без розробки ґрунту до 20м: Ø150мм	100м	0,36	396	138,49	142,56	49,86			
	22-9-5	Укладання сталевих труб (футлярів): Ø150мм	1км	0,036	777,92	162,59	28,01	5,85			

	22-47-1	Протягування труб п/е Ø90мм та Ø63мм у футляр: Ø150мм	100м	0,36	148,54	0,12	53,47	0,04			
	22-48-1	Зароблення кінців (ізоляція футляра) та встановлення діелектричних опор	1 футл.	2	14,06	0,13	28,12	0,26			
	21-114-1	Улаштування контрольних трубок для футлярів	шт	2	5,06	1,38	10,12	2,76			
	22-11-11 22-11-10 22-11-9	Вкладання п/е трубопроводів з пневматичним випробуванням: Ø90 та Ø75мм Ø63мм Ø50 та Ø25	1000м	1,006 0,424 0,665	482,24 455,84 445,28	156,13 143,41 137,83	485,13 193,28 296,11	157,07 60,81 91,66			
	22-34-2	Встановлення п/е фасонних частин, трійників	10шт	7,3	10,76	7,28	78,55	53,14			
	22-34-1	Встановлення ПЕ фасонних частин: відводів, колін, перехідників, заглушок, муфт	10шт	10,5	7,28	4,94	76,44	51,87			
	1-149-2	Буріння ям для фундаментів під КБРТ (DSR-10)	100 ям	0,71	36,65	27,86	26,02	19,78			
	8-3-2	Улаштування основи із щебеню під опори КБРТ (DSR-10)	м³	3,834	1,34	0,35	5,14	1,34			
	6-1-14	Улаштування фундаментів під опори КБРТ (DSR-10)	100м³	0,1562	936,27	39,64	146,25	6,19			
	9-34-1	Монтаж опор під КБРТ (DSR-10)	т	5,3321	129,54	1,95	690,72	10,4			
	22-21-1	Нанесення «дуже посиленої» ізоляції з липких стрічок на футляр будинкового вводу Ø до 50мм	1км	0,142	304,48	76,43	43,24	10,85			
	24-101-1	Улаштування цокольного вводу Ø до 50мм	1шт	71	14,95	4,3	1061,45	305,3			
	22-34-1	Приєднання цокольного вводу до дворових ввідів (зварювання муфти або перехідника)	10шт	7,1	7,28	4,94	51,69	35,07			
	22-9-1	Укладання сталевих труб (футляр) Ø50мм будинкового вводу	1км	0,142	537,6	130,83	76,34	18,58			
	22-47-1	Протягування п/е труб Ø25мм у сталевий футляр будинкового вводу	100м	1,42	148,54	0,12	210,93	0,17			
	16-30-1	Зароблення футляру будинкового вводу пінополіуретаном	1 сальн.	71	3,25	-	230,75	-			
	20-22-1	Установлення козирків із листа (зонти над будинковим вводом)	м²	7,1	1,41	0,13	10,01	0,92			
	9-53-2	Монтаж металевих шаф для КБРТ	т	0,6816	82,02	1,31	55,9	0,89			
	19-5-1	Встановлення регуляторів типу DSR-10	шт.	71	7,44	0,43	528,24	30,53			
	1-166-1	Обсипання газопроводу піщаним ґрунтом	100м³	4,102	150,45	-	617,14	-			
	1-134-1	Ущільнення ґрунту пневматичними трамбівками, ґрунти I та II групи	100м³	5,3572	20,2	6,07	108,21	32,52			

	21-13-1	Укладання п/е сигнальної стрічки «Обережно ГАЗ» над газопроводом	100м	16,05	6,26	2,27	100,47	36,43			
	22-2-1-1	Розпилювання а/ц труб Ø100мм	1м	20	9,53	6,39	190,6	127,8			
	22-2-1	Укладання футляру із а/ц труб Ø100мм	1км	0,02	15,81	9,73	0,32	0,19			
	9-22-33	Розбирання огорожі котлованів для продавлювання	1м	80	0,04	-	3,2	-			
	1-27-4	Засипка бульдозером, ґрунти І групи	1000м³	1,8174	-	13,26	-	24,1			
	1-24-5 к=0,85	Повернення родючого шару ґрунту з відвалу І групи	1000м³	0,5988	-	11,54	-	6,91			
	1-24-13	Додавати на кожні наступні 10м переміщення, група ґрунтів І	1000м³	0,5988	-	11,75	-	7,04			
	1-132-6	Ущільнення ґрунту котком	1000м³	2,4162	-	8,47	-	20,46			
	1-149-2	Буріння ям під пізнавальні стовпчики	100 ям	0,08	36,65	27,86	2,93	2,23			
	6-1-13	Влаштування фундаментів під пізнавальні стовпчики	100м³	0,028	936,27	39,64	26,22	1,11			
	27-61-1	Встановлення пізнавальних стовпчиків	100 шт	0,08	110,53	34,44	8,84	2,76			
	27-84-1	Встановлення додаткових пізнав.-них знаків на орієнтирних стовпчиках, стовпах ЛЕП та будівлях	100 шт	0,18	119,16	-	21,45	-			
	22-36-2	Встановлення засувки Ø80мм	1 шт	1	3,58	0,12	3,58	0,12			
	22-9-3	Укладання ст. труб (г-ду відводу після ШРП Ø89х4мм)	1 км	0,0015	619,52	173,89	0,93	0,26			
	22-34-1	Встановлення ст.відводів 90° Ø80мм	10 шт	0,1	6,42	4,49	0,64	0,45			
	24-101-2	Установлення цокольного вводу (з'єднання ПЕ/ст. Ø90/80мм (ПС-07))	1 шт	1	15,05	3,49	15,05	3,49			
	25-120-3	Продування повітрям газопроводу діаметром до 100мм	1000м	2,095	224,2	338,33	469,7	708,8			
	24-103-2	Врізка в діючу мережу Ø80мм	1 врізка	1	9,76	10,45	9,76	10,45			
	24-114-2	Улаштування КП на футлярі	1 к.п.	2	4,4	0,77	8,6	1,54			
Усього по основному періоду:							7335,37	2204,96			
III Роботи ліквідаційного періоду:											
Усього по роботам ліквідаційного періоду (Σ20% від робіт основного періоду):							1467,07	440,99			

Всього: Σ10269,52 Σ3086,94
Загальна сума(гр.8 + гр.9):13356,47 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]:

$$T_{\text{буд-ва (норм.)}} = T_{\alpha} = T_{\text{мін(макс)}} \cdot \sqrt[3]{\frac{S_{\alpha}}{S_{\text{мін(макс)}}}}, \text{ міс.} \quad (3.38)$$

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

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

S_{α} – екстрапольований нормоутворюючий показник, км;

$S_{\text{мін(макс)}}$ – 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]:

$$T_{\alpha} = T_{\text{мін}} \sqrt[3]{\frac{L_{\alpha}}{L_{\text{мін}}}} = 1,5 \times \sqrt[3]{\frac{1,605+0,49}{3,0}} = 1,331 \text{ міс.}$$

де **1,605+0,49** – загальна довжина вуличних газопроводів та дворових введів, що будуть будуватися, км;

Визначаю тривалість будівництва у робочих днях [14]:

$$22 \times 1,331 = 29,3 \text{ роб. дн.} = 29 \text{ робочих днів}$$

22 – середня кількість робочих днів в календарному місяці.

Визначаю кількість робітників: $N_{\text{норм.}} = \frac{9540,33}{166} : 1,331 = 43,2 = 43$ робітника

де: **9540,33** – загальна трудомісткість основного періоду будівництва, люд.(маш).-год.;

166 – середня кількість відпрацьованих однією людиною в місяць годин (середньорічний виробіток на одного працюючого в **2019**р.);

1,331 – нормативна тривалість будівництва, міс.

Необхідна чисельність працюючих становить [14]:

$$43,2 : 0,85 = 51 \text{ працівник в тому числі: } 43 \text{ робітника, } 3 \text{ ІТП і службовців та } 5 \text{ МОП і охорони.}$$

Кількість працівників, необхідних для будівництва газопроводу, визначено на основі обсягів запланованих будівельно-монтажних робіт за відповідний період, із врахуванням середньорічної продуктивності одного працівника та очікуваного зростання ефективності праці [12].

3.5.3 Потреба в інвентарних тимчасових будівлях та спорудах

Розрахунок площі інвентарних адміністративних будівель здійснюється виходячи із загальної кількості ІТП та службовців, що працюють на будівельному майданчику. Площа санітарно-побутових будівель визначається з урахуванням того, що у них одночасно перебуває 60% робітників та 80% ІТП і службовців [12].

Таблиця 3.6 Розрахунок площі тимчасових будівель складського призначення [12]

№ п/п	Тип складу	Обсяг БМР на розрахунковий рік у млн.грн. (у цінах 2025р.)	Норма на 1млн. грн. БМР	Необхідна площа м ² K=0,83	Примітка
1	Закритий опалюваний	2,212823	24,0	44,08	Розміщуються у конторі
2	Закритий неопалюваний	2,212823	36,6	67,22	Індивідуальна розробка
3	Відкриті майданчики	2,212823	1000,0	1836,64	
4	Навіс	2,212823	76,3	140,14	
Разом:				2088,08	

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, м ²	Шифр споруд Примітки
		Од. вим.	Кільк.				
1	Контора виконавця робіт	м ² на працюючого в кімнаті	4,0	80% ІТП	2	8	Використовуються, які є в наявності тимчасові будівлі
2	Червоний куточок	м ²	0,24	100% працюючих	51	12,24	- // -
3	Гардеробна	м ² на одного працюючого	0,7	100% робітників	43	30,1	- // -
4	Душова	м ² на одну особу	0,54	60% робітників	26	14,04	- // -
5	Приміщення для сушіння одягу	м ² на одну особу	0,2	60% робітників	26	0,52	- // -
6	Приміщення для обігріву робітників	м ² на одного робочого	0,1	60% робітників	26	2,6	- // -
7	Кімната для прийому їжі	м ² на одне посадочне місце	0,1	60% робітників	26	2,6	Використовуються також існуючі пункти харчування
8	Вбиральня	м ² на одного користуючого	0,07	60% робітників 80% ІТП 80% МОП	32	2,24	т.п. 494-4-13
Разом:						72,34	

3.6 Вибір і характеристика матеріалів для будівництва газопроводу

3.6.1 Характеристика матеріалів для будівництва газопроводів

Матеріали та технічні вироби, передбачені у проєктах будівництва систем газопостачання населених пунктів, повинні відповідати стандартам, що пройшли державну реєстрацію. Для підземних газопроводів використовуються поліетиленові труби, які відповідають вимогам ДСТУ Б.В 2.7-73-98, типу SDR 17,6 та SDR 11 для газопроводів середнього тиску. Партії труб та з'єднувальних деталей, що надходять на будівельний об'єкт, повинні проходити вхідний контроль якості шляхом візуального огляду та відповідно до вимог РСН-358.

Після закінчення гарантійного терміну зберігання труб або з'єднувальних деталей їх придатність до будівництва газопроводу визначається результатами випробувань у сертифікованих лабораторіях, що мають дозвіл Держгірпромнагляду України.

Зварювальні роботи виконуються із застосуванням обладнання, що пройшло атестацію відповідно до вимог НПАОП 1.1.23-4.07. Для будівництва системи газопостачання села використовують сталеві прямошовні труби згідно ДСТУ 8943:2019, груп В та Г, виготовлені з спокійної маловуглецевої сталі відповідно до ДСТУ 2651:05 марок Ст2 та Ст3, із вмістом не більше 0,25% вуглецю, 0,056% сірки та 0,046% фосфору.

Мінімальна товщина стінок труб для підземного газопроводу, згідно з вимогами [2], повинна становити не менше 3 мм. Матеріали та технічні вироби повинні відповідати державній реєстрації згідно ДСТУ 2.114-95 та ДСТУ 1.3-93.

Для з'єднання сталевих підземних газопроводів застосовують електродугове зварювання. Типи, конструктивні елементи та розміри зварних з'єднань сталевих газопроводів повинні відповідати вимогам ДСТУ 16037. Перед використанням зварювальні матеріали проходять зовнішній огляд, щоб відповідати вимогам ДСТУ 2246. Для дугового зварювання труб застосовують електроди відповідно до ДСТУ 9466. Для сталей Ст2, Ст3 груп В та Г використовують електроди типу Е42, Е42а, Е46, Е46а, Е50. Контроль процесу збирання та зварювання газопроводів здійснюється відповідно до вимог[2].

3.6.2 Визначення потреби в матеріалах

Нормативну потребу в матеріалах для спорудження газопроводу визначають шляхом складання лімітної карти, в якій основні матеріали вибираються із проєктних специфікацій, а допоміжні—на основі відповідних нормативів. У будівельних та експлуатаційних організаціях розраховують потребу в матеріалах та здійснюють їх списання через складання форми М29 – «Звіт про витрати основних матеріалів у будівництві та порівняння з плановими нормами». При визначенні необхідного обсягу матеріалів використовуються розцінки РЕКН зі збірників №1, 6, 8, 9, 22, 24, 25 та Р20, які містять норми матеріалів на одиницю об'єму.

Кількість необхідних матеріалів розраховується як добуток обсягу (кількості) робіт та норми на одиницю об'єму. Розрахунки виконуються у формі **М29 (Додаток 1)**, після чого складається специфікація матеріалів (таблиця 3.8).

Таблиця 3.8 Специфікація основних матеріалів

Поз	Найменування	К-ть.	Од. вим
1	3	4	5
1	Труба ПЕ Ø90×5,2мм	379,7	м
	Труба ПЕ Ø75×4,3мм	657,3	
	Труба ПЕ Ø63×3,6мм	436,8	
	Труба ПЕ Ø50×2,9мм	180,3	
2	Труба ПЕ Ø25×3мм	504,8	м
3	Труба сталева Ø159×4мм	36,144	м
	Труба сталева Ø108×4мм	-	м
	Труба сталева Ø89×3мм	2,06	
4	Труби сталеві прямошовні Ду50мм	146,69	м
5	Прокат для армування Ø6мм	0,054	кг
6	Деталі кріплень	44,396	кг
7	Фасонні ПЕ частини:	249	шт.
	трийник рівнопрохідний ТЕ 90	1	шт.
	трийник рівнопрохідний ТЕ 75	1	шт.
	трийник сідловий OS 90/32	10	шт.
	трийник сідловий OS 75/32	25	шт.
	трийник сідловий OS 63/32	30	шт.
	трийник сідловий OS 50/32	6	шт.
	муфта терморезисторна МЕ 90	5	шт.
	муфта терморезисторна МЕ 75	7	шт.
	муфта терморезисторна МЕ 63	5	шт.
	муфта терморезисторна МЕ 50	2	шт.
	муфта терморезисторна МЕ 25	71	шт.
	перехідник RE 75/63	2	шт.
	перехідник RE 90/75	1	шт.
	перехідник RE 90/63	1	шт.
	перехідник RE 63/50	2	шт.
	перехідник RE 32/25	71	шт.
	коліно KE 90 (90°)	5	шт.
	коліно KE 75 (45°)	1	шт.
	заглушка ZE 63	1	шт.
	заглушка ZE 50	2	шт.
8	Нероз'ємне з'єднання ПЕ/Ст. Ø90/80мм	1	шт.
	Нероз'ємне з'єднання ПЕ/Ст. Ø25/20мм	71	шт.
	Засувка сталева Ду80мм	1	шт.
	Фланці сталеві Ду80мм	2	шт.
	Сталеві відводи Ду80мм	1	шт.
9	Електроди Ø6мм; Ø4мм	92,026	кг
10	Паковки із квадратних заготовок	101,1	кг
11	Бітум нафтовий будівельний (ізоляційний)	65,32	кг
12	Пакля просочена	19,6	кг
13	Бензин авіаційний	2,16	кг

14	Щити опалубки, $\delta=40\text{мм}$	12,251	м^2
15	Ковер	3	шт.
16	Крафт папір	69,88	м^2
17	Холст скловолокнистий	43,2	м^2
18	Мастика бітумно-гумова	173,88	кг
19	Мішковина	0,282	м^2
20	Брезент	0,1284	м^2
21	Лісоматеріали круглі хвойних порід	0,9045	м^3
22	Гравій баритовий	0,1	м^3
23	Подушка залізобетонна	0,06	м^3
24	Стрічка п/е сигнальна «Газ» металізована	1765,5	м
25	Вода	1,0346	м^3
26	Цвяхи будівельні різні	16,446	кг
28	Дошки обрізні $\delta=25\text{мм}$	4,418	м^3
29	Щебінь	4,6491	м^3
30	Стовпчики бетонні	8	шт.
31	Гума листова	44,26	кг
32	Рогожа	13,983	м^2
33	Суміш бетонна	17,92	м^3
34	Піщаний ґрунт	548,27	м^3
35	Кран прохідний натяжний муфтовий Ду20мм	71	шт.
36	Кран прохідний натяжний муфтовий Ду25мм	71	шт.
37	Толь з пасмом	11,73	м^2
38	Кисень технічний	12,399	м^3
39	Сталеві конструкції	6025,4	кг
40	Пропан-бутан технічний	0,114	м^3
41	Зварювальний дріт	0,1804	кг
42	Болти з гайками	1,44	кг
43	Азбестовий картон	0,15	кг
44	Контрольна трубка Ду20мм	2	шт.
45	Будинковий регулятор тиску з вузлом обліку газу	71	шт.
46	Вказівні щитки (пізнавальні знаки)	18	шт.
47	Камінь бутовий	1,232	м^3
48	Фасонні частини сталеві	18,8	кг
49	Пінополіуретан	0,4544	кг
50	Стрічка поліхлоридна липка	92,3	м^2
51	Клей	0,71	кг
52	Листова сталь	7,1	м^2
53	Азбоцементна труба Ду100мм	20,16	м

3.7 Основні техніко-економічні показники будівництва

1. Загальна довжина газопроводів—**2095м**:
 - розподільчі газопроводи—**1605м**;
 - дворові вводи—**490м**.
2. Обсяг механізованої розробки ґрунту— $V_{екск}=2268,745\text{м}^3$.
3. Обсяг ручної розробки ґрунту— $V_{заг.розр.вручну} = 162,966\text{м}^3$.
4. Загальна нормативна трудомісткість робіт—**13356,47** люд.(маш.)-год.
5. Трудомісткість на 1 м газопроводу—**6,375** люд.-год/м.
6. Середня кількість працівників—**51** чоловік, в тому числі:
 - робітників—**43** чол.;
 - ІТП, службовців—**3** чол.;
 - МОП і охорони—**5** чол.
7. Тривалість будівництва—**1,376** міс. (**30** роб. дн.)
8. Кошторисна трудомісткість основного періоду будівництва—**9610** люд.(маш.)-год.
9. Загальна вартість будівництва—**3536,825** тис.грн.
10. Термінокупності капітальних вкладень—**3,62** роки.

3.8 Опис технологічної карти

3.8.1 Область застосування

Ця технологічна карта містить інструкції щодо виготовлення та тестування вузлів нероз'ємних з'єднань між поліетиленовими та сталевими трубами в умовах виробничих баз, ділянок та лабораторій. Вона розроблена для забезпечення ефективності та надійності таких з'єднань у процесі виробництва.

3.8.2 Технологія і організація виконання робіт по будівельному процесу

Виготовлення та тестування вузлів нероз'ємних з'єднань поліетиленових труб із сталевими слід здійснювати відповідно до викладеної технології в даній карті. Процес підготовки кінців труб та формування з'єднання включає такі етапи:

1. Механічна обробка та формування розтруба поліетиленової труби.
2. Обробка сталевго патрубка.
3. Видалення формуючої оправки з розтруба.
4. Очищення внутрішньої поверхні розтруба.
5. Нагрівання обробленої поверхні сталевго труби.
6. Напилювання поліетиленового порошку на розігріту поверхню сталевго патрубка.
7. Закріплення поліетиленової та сталевго труби у затискачах.
8. Введення гарячого кінця сталевго труби в розтруб поліетиленової труби.
9. Охолодження та звільнення затискачів після завершення процесу.

Перед початком обробки сталевго труби її необхідно нарізати відповідно до проєктної документації газопроводу. Довжина патрубків повинна відповідати вимогам: з одnobічною проточною – не менше $0,5\text{м} + d_n$; із двосторонньою проточною – не менше $1\text{м} + 2d_n$. Обробку патрубків здійснюють на токарному верстаті, проточуючи зовнішню поверхню до частоти R2. Довжина проточки має становити 0,8–1 від зовнішнього діаметра труби. На торці обробленої труби знімається фаска під кутом 30° , а її краї заокруглюються. Видалення формуючої оправки з розтруба та очищення його внутрішньої поверхні здійснюють перед нагріванням сталевго патрубка. Процес включає такі кроки:

- фіксація оправки у нерухомому затискачі установки УСПС;
- закріплення поліетиленової труби у рухливому затискачі;
- відведення рухливого затискача.

Після видалення оправки проводять промивання внутрішньої поверхні розтруба водою для видалення гліцерину, а після висихання – знежирення ацетоном.

Ця технологічна карта детально розроблена та представлена на аркуші №4 графічної частини проєкту.

3.9 Приймання в експлуатацію газопроводу та організація служби експлуатації

Приймання в експлуатацію завершеного будівництвом газопроводу здійснюється відповідно до встановлених правил [2] та [1], робочою комісією, призначеною замовником. Перед початком роботи комісія будівельної організації повинна надати наступні документи:

1. схему зварних стиків;
2. копії свідоцтв зварювальників поліетиленових газопроводів;
3. висновки про випробування зварних стиків;
4. паспорт на роз'ємні та нероз'ємні з'єднання поліетиленових труб із сталевими та інші супровідні документи.

Комісія здійснює перевірку відповідності робочого проекту вимогам ДБН В.2.5-20:2018 «Газопостачання» та «Правил безпеки систем газопостачання». Акт приймання складається за встановленою формою та підписується головою державної комісії, представниками генпідрядника, експлуатаційної організації, Держгірпромнагляду та природоохоронного відомства.

Система газопостачання буде експлуатуватися Житомирським управлінням ТОВ «Газорозподільні мережі України». Обслуговування підземних поліетиленових розподільчих газопроводів здійснюватиме служба зовнішнього газопостачання, а за загальний стан безпеки відповідатиме керівник газової служби. Враховуючи зазначене, питання організації служби експлуатації цим проектом не розглядалися.

Однак, для проведення налагодження та планових ремонтів газопровідне виробниче управління повинно бути оснащене відповідними приладами та спорядженням згідно з доданим списком.

Персонал, що займається обслуговуванням та ремонтом газового господарства, а також виконує газонебезпечні роботи, має пройти навчання з безпечних методів роботи. Працівники повинні бути забезпечені спецодягом, спецвзуттям, засобами індивідуального захисту, необхідними інструментами та пристроями для гарантування безпечних умов праці.

Таблиця 3.9 Перелік приладів та спорядження газової служби

№ п/п	Найменування інструментів	Тип	Кількість
1.	2.	3.	4.
1	Газоаналізатор	ПГМ2М-НТА	2шт на службу
2	Кисневий ізолюючий протигаз	РКК-1	1шт на службу
3	Самовсмоктуючий шланговий протигаз, довжина шланга на 10м.	ПМ-1	1шт на бригаду
4	Шланговий протигаз з нагнітанням повітря, довжина шланга до 40м	ППП	1шт на бригаду
5	Рятувальний пояс конструкції	-	1шт на бригаду

1.	2.	3.	4.
6	Ручна акумуляторна лампа	ЛАУ	1шт на службу
7	<u>Мановакууметр</u>	ДСТУ 9938	1шт на бригаду
8	Манометр	ОБМ-100	2шт на бригаду
9	<u>Неполяризуючі</u> електроди		6шт на службу
10	Набір будівельного інструменту (пилки, сокири, кувалди та інше).		1к-т на службу
11	Набір слюсарного інструменту		1к-т на слюсаря
12	Пінні вогнегасники		не менше 3шт
13	Аварійний запас матеріалів, арматури, фланців, відводів та інших фасонних частин та інше.		комплектується при службі, враховується і поповнюється по таблицю

Так, після року експлуатації підземний газопровід має пройти технічне обстеження для оцінки його стану та безпеки. Це обстеження дозволяє вчасно виявити можливі дефекти, корозію або механічні пошкодження, а також перевірити герметичність системи.

4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Розрахунок капітальних вкладень у газопровід

Локальні кошториси складаються відповідно до поточних цін на трудові та матеріально-технічні ресурси, з урахуванням встановлених форм. У процесі розрахунків використовуються ресурсні елементні кошторисні норми України.

Вартість матеріальних ресурсів та машино-годин визначається за актуальними регіональними цінами на дату складання документації, а також за усередненими даними Держбуду України.

Вартість матеріальних ресурсів, врахованих в одиничних розцінках, базується на цінах станом на **01 червня 2025р.**

Локальний кошторис №2-1-1 для будівництва вуличного газопроводу сформовано на основі актуальних одиничних розцінок, складених відповідно до РЕКН (ресурсних елементних кошторисних норм) та ДСТУ Б.Д 1.1.-1:2013.

Загальновиробничі витрати розраховані згідно з усередненими показниками з Додатка Е, таблиці Е1 до ДСТУ Н Б.Д 1.1-1:2013.

При визначенні вартості будівництва використані такі показники:

- середньомісячна заробітна плата працівника при повній зайнятості (з урахуванням середньомісячної норми робочого часу – 166 людино-годин та розряду 3,8)–6800грн;
- середній коефіцієнт переходу від нормативної трудомісткості робіт до трудомісткості працівників, заробітна плата яких врахована в загальновиробничих витратах:

а) земляні роботи–0,098;

б) будівництво газопроводу–0,094.

- усереднена вартість людино-години працівників 5-го розряду–22,14грн.

- збір на єдиний соціальний внесок–22%.

- усереднені показники витрат на покриття решти статей загальновиробничих витрат–2,21грн. люд-год.

Базисна кошторисна вартість будівництва газопроводу визначається у зведеному кошторисному розрахунку та є незмінним документом, що слугує основою для фінансування проекту.

Зведений кошторисний розрахунок складено за формою №1 ДСТУ Б.Д 1.1-1:2013 «Правила визначення вартості будівництва» і містить дванадцять розділів.

Позиції розрахунку прив'язані до відповідних кошторисних документів.

4.2 Розрахунок експлуатаційних витрат, прибутку, рентабельності та терміну окупності

Загальна сума собівартості реалізації газу, визначаю за формулою:

$$C_o = Z_{к.з.} + Z_{о.п.} + Z_a + Z_{п.р.} + Z_{інші}, \text{ тис.грн.}$$

а) витрати на купівлю газу:

де $Q_{\text{нетто}} = \frac{Q_d^h \cdot 1800}{1000} = \frac{(452,6 - 250) \cdot 1800}{1000} = 364,32 \text{ тис.м}^3/\text{рік};$

$$Q_{\text{брутто}} = 364,32 \cdot 1,008 = 367,235 \text{ тис.м}^3/\text{рік}$$

$$\Pi_{1000 \text{ м}^3} = 9062 \text{ грн.}$$

$$Z_{к.з.} = \frac{367,235 \cdot 9062}{1000} = 3327,880 \text{ тис.грн.}$$

б) витрати на оплату праці:

$$Z_{ср.} = 8000 \text{ грн.};$$

$$K_{відр} = 1,22;$$

$$n = 12 \text{ міс.}$$

$$K_{кв} = 70 + 1 = 71 \text{ шт.}$$

$$T_{p \text{ кв}} = 71 \cdot 1 = 71 \text{ у.о.}$$

(4.6)

$$L_{км} = 2,095 \text{ км.}$$

$$T_{p \text{ км}} = 2,095 \cdot 10 = 20,95 \text{ у.о.}$$

$$T_{p \text{ 1 млн. м}^3} = \frac{367,235}{1000} \cdot 2 = 0,734 \text{ у.о.}$$

$$\chi_{АДП} = \frac{\sum (71 + 20,95 + 0,734) \cdot 2}{1000 \text{ ум.од.}} = 0,185 \text{ чол.}$$

$$K_{кв} = 71 \text{ шт.}$$

$$\chi_{б.м.} = 71 \cdot 0,00035 = 0,02485 \text{ чол.}$$

$$\chi_{в.м.} = 2,095 \cdot 0,3 = 0,6285 \text{ чол.}$$

$$\sum T_p = 92,684 \text{ у.о.}$$

$$\chi_{АДС} = 0,0005 \cdot 92,684 = 0,0463 \text{ чол.}$$

$$\chi_{р.с} = 0,0007 \cdot 92,684 = 0,0649 \text{ чол.}$$

$$\chi_{заг} = 0,185 + 0,02485 + 0,6285 + 0,0463 + 0,0649 = 0,95 \approx 1 \text{ чол.}$$

$$\chi_{заг} = 1 \text{ чол.};$$

$$K_{відр} = 1,22.$$

$$Z_{он} = 8000 \cdot 1 \cdot 1,22 \cdot 12 = 117,120 \text{ тис.грн.}$$

в) витрати на амортизацію:

$$K = 3536,825 \text{ тис.грн.}$$

$$Z_a = \frac{3536,825 \cdot 5}{100} = 176,841 \text{ тис.грн.}$$

г) витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт

$$Z_{п.р.} = 0,4 \cdot 176,841 = 70,737 \text{ тис.грн.}$$

д) інші витрати:

$$Z_{інші} = 0,1 \cdot (176,841 + 117,120) = 29,396 \text{ тис.грн.}$$

Загальна сума собівартості реалізації газу:

$$C_o = 3327,880 + 117,12 + 176,841 + 70,737 + 29,396 = 3721,974 \text{ тис. грн.}$$

Тариф реалізації споживачам:

$$\Pi_{\text{підпр.}} = 10216,22 \cdot 1,1 = 11237,844 \text{ грн./1000 м}^3$$

Тариф реалізації споживачам:

$$T_{ср} = 1,2 \cdot 11237,844 = 13485,413 \text{ грн./1000 м}^3$$

Собівартість реалізації 1000м³ газу:

$$C_{1000\text{м}^3} = \frac{3721,974}{364,32} \cdot 1000 = \mathbf{10216,222 \text{ грн./1000м}^3}$$

Балансовий прибуток:

$$\begin{aligned} \Pi_6 &= D - C_o, \text{ тис. грн.} \\ D &= \frac{364,32 \cdot 13485,413}{1000} = \mathbf{4913,006 \text{ тис. грн.}} \end{aligned}$$

Балансовий прибуток:

$$\Pi_6 = 4913,006 - 3721,974 = \mathbf{1191,032 \text{ тис. грн.}}$$

Чистий прибуток:

$$\begin{aligned} H_n &= 1191,032 \cdot 0,18 = \mathbf{214,386 \text{ тис. грн.}} \\ \Pi_q &= 1191,032 - 214,386 = \mathbf{976,646 \text{ тис. грн.}} \end{aligned}$$

Рівень рентабельності:

1) по балансовому прибутку:

$$P_p = \frac{1191,032}{3721,974} \cdot 100 = \mathbf{32\%}$$

2) по чистому прибутку:

$$P_p = \frac{976,646}{3721,974} \cdot 100 = \mathbf{26,24\%}$$

Термін окупності:

$$t_{ок} = \frac{3536,825}{976,646} = \mathbf{3,62 \text{ років}}$$

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Основні завдання в сфері охорони праці

Охорона праці – це комплекс правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та профілактичних заходів, спрямованих на збереження здоров'я та працездатності працівників у процесі їхньої професійної діяльності. Закон України «Про охорону праці» (редакція від 21 листопада 2002 р.) поширюється на всі підприємства, установи та організації незалежно від форми власності та виду діяльності. Він визначає основні положення щодо реалізації конституційного права громадян на захист життя і здоров'я під час трудової діяльності. Також цей закон регулює взаємовідносини між власником підприємства або його уповноваженим представником і працівниками з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, встановлюючи єдині норми організації охорони праці в Україні.

Цей закон закріплює основні принципи державної політики у сфері охорони праці, ключовим з яких є пріоритет життя і здоров'я працівників над виробничими показниками підприємства. Також встановлена повна відповідальність роботодавця за створення безпечних та нешкідливих умов праці.

Державна політика у сфері охорони праці ґрунтується на таких принципах: Пріоритет життя та здоров'я працівників – роботодавець несе повну відповідальність за створення безпечних та здорових умов праці. Підвищення рівня промислової безпеки – забезпечення постійного технічного контролю за станом виробництва, технологій і продукції. Адаптація трудових процесів – врахування фізичних можливостей, здоров'я та психологічного стану працівника. Застосування міжнародного досвіду – впровадження світових практик щодо покращення умов праці та підвищення рівня безпеки через міжнародне співробітництво.

Трудові відносини між працівниками та роботодавцями в Україні регулюються Кодексом законів про працю України, який гарантує право людини на охорону праці. Документ містить розділи, що регламентують правила охорони праці та механізми контролю за дотриманням трудового законодавства. Робочі умови, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, а також колективні й індивідуальні засоби захисту та санітарно-побутові умови мають відповідати вимогам нормативних актів з охорони праці. Працівник має право відмовитися від виконання завдання, якщо виникла виробнича ситуація, що становить загрозу його життю або здоров'ю, а також безпеці оточуючих людей чи природного середовища. Наявність такої ситуації підтверджується фахівцем з охорони праці.

Враховуючи загальні завдання в області охорони праці, даний дипломний проєкт розглядає завдання із забезпечення охорони праці при прокладанні газопроводу в селі Тетерівка Житомирського району із поліетиленових труб.

5.2 Охорона праці та техніка безпеки при будівництві газопроводу

Технічні рішення, розглянуті в цьому розділі проєкту, передбачають дотримання чинних норм та правил з техніки безпеки й охорони праці. У процесі будівельних робіт визначають зони, які не відповідають вимогам охорони праці, і тому їх необхідно додатково аналізувати з метою розробки заходів щодо покращення умов та забезпечення безпеки праці. Поставлені завдання розподіляються на дві групи:

- Загальнобудівельні заходи – включають вибір системи освітлення будівельного майданчика, встановлення позначень і огорож зон, оптимальне розміщення складів, допоміжних та побутових приміщень.

- Технологічні заходи – передбачають розробку безпечних методів виконання робіт, створення пристроїв та пристосувань для їх реалізації, а також забезпечення безпечної експлуатації обладнання.

Для вимкнення газопроводів та обладнання передбачені відповідні пристрої. Газопроводи прокладаються підземним способом, а їх траса маркується орієнтирними стовпчиками та табличками-покажчиками. Прилади й обладнання з електроприводом виконуються у вибухозахищеному варіанті відповідно до «Правил улаштування електроустановок».

Під час експлуатації газового господарства необхідно організувати контроль за належним станом газових мереж, обладнання, інструментів і пристроїв, а також за запобіжними засобами індивідуального захисту для забезпечення безпечних умов праці.

Категорично заборонено експлуатацію несправних систем та обладнання, а також виконання газонебезпечних ремонтних робіт, якщо їх проведення може становити загрозу для життя працівників. Будівництво газопроводів і монтаж споруд на них має здійснювати спеціалізована будівельна організація відповідно до вимог ДБН А.3.2-2:2009 «ССБП. Охорона праці та промислова безпека в будівництві. Основні положення».

Приймання об'єктів в експлуатацію виконується робочою комісією, призначеною замовником, яка перевіряє відповідність робочого проєкту вимогам [1] та [2].

Експлуатацію газопроводів, споруд на них, а також газифікованих об'єктів здійснює персонал **Житомирського управління ТОВ «Газорозподільні мережі України»**. За загальний стан безпеки праці у газовому господарстві відповідає керівник газової служби. Працівники, що займаються обслуговуванням та ремонтом газового господарства, а також виконують газонебезпечні роботи, мають бути навчені безпечним методам роботи. Їм необхідно забезпечити спецодяг, спецвзуття, засоби індивідуального захисту, а також необхідні інструменти й пристрої для безпечного виконання завдань.

У газовому господарстві розробляються інструкції з охорони праці та пожежної безпеки, які встановлюють правила виконання робіт у виробничих приміщеннях та на об'єктах газового господарства.

Персонал, який займається експлуатацією систем газопостачання, має проходити спеціальний інструктаж з охорони праці, що фіксується в журналі. Будівельно-монтажні роботи повинні виконуватися відповідно до вимог ДБН А.3.2-2:2009 «ССБП. Охорона праці і промислова безпека в будівництві».

Будівельний майданчик необхідно огородити тимчасовим парканом. На в'їздах, проїздах та в небезпечних зонах дії монтажних кранів слід встановити відповідні попереджувальні знаки та написи. Виймки в ґрунті потрібно закривати міцними щитами або огорожувати.

Місця проходу людей через траншеї необхідно обладнати перехідними містками, які в межах населеного пункту освітлюються у нічний час та мають огорожу з поручнями висотою 0,8 м. По всій трасі траншей потрібно встановити попереджувальні знаки та написи.

Котловани та траншеї, розташовані у межах населеного пункту або в зонах руху транспорту й пішоходів, необхідно загородити захисним парканом відповідно до вимог ДСТУ Б.В.2.8-43:2011, оснащеним попереджувальними написами та знаками, а також сигнальним освітленням у нічний час. Тимчасові електромережі на будівельному майданчику повинні відповідати ДСТУ Б.А.3.2-13:2011 «Будівництво. Електробезпека» – використовуватися ізольовані проводи, закріплені на опорах на висоті не менше 5 м, а в місцях проходу та проїзду – не менше 7 м.

При виконанні монтажних та трубоукладальних робіт поблизу повітряних ліній електропередач необхідно дотримуватися правил техніки безпеки при будівельно-монтажних роботах, а також вимог ДСТУ Б.А.3.2-13:2011 «Будівництво. Електробезпека». Зовнішнє пожежогасіння передбачається загальне – через колодязі, розташовані на вулицях населеного пункту.

При організації будівельного майданчика слід виділяти небезпечні зони, зокрема:

- поблизу струмопровідних неізовльованих частин електроустановок;
- у місцях неогороджених перепадів висоти 1,3 м і більше;
- у районах руху машин та обладнання;
- у зонах, над якими проводиться переміщення вантажів вантажопідйомними кранами.

Максимальна швидкість автотранспорту поблизу місць виконання робіт не повинна перевищувати 10 км/год на прямій ділянці та 5 км/год на поворотах. Під час навантаження й розвантаження автомобілів та їх причепів робота крана дозволена лише за умови відсутності людей на транспортних засобах. Машиніст крана повинен особисто переконатися у безпеці виконання операції.

Проїзди, проходи та робочі місця необхідно утримувати в чистоті, не захащувати. Мінімальна ширина проходів до робочих місць повинна становити 0,6 м.

До монтажу поліетиленових газопроводів допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд, спеціальне навчання, вступний інструктаж з техніки та пожежної безпеки, а також інструктаж безпосередньо на робочому місці.

Допуск до виконання робіт оформлюється записом у журналі інструктажу та підтверджується особистим підписом працівника, що пройшов інструктаж. Кожна будівельно-монтажна організація та підприємство газового господарства повинні мати постійно діючі комісії з охорони праці, які здійснюють оперативний контроль за дотриманням законодавства про працю, технікою безпеки, охороною праці та санітарними умовами.

До зварювально-монтажних робіт зі спорудження поліетиленових газопроводів допускаються працівники за умови наявності проєкту виконання робіт (ПВР) або технологічної карти, в яких передбачені заходи з техніки безпеки. Працівники, що виконують зварювання та монтаж, повинні бути забезпечені справним інструментом, пристосуваннями та обладнанням. Слюсарі-обхідники, технічний персонал та зварювальники, які здійснюють ремонт підземних газопроводів у зонах руху транспорту, зобов'язані працювати у спеціальних оранжевих жилетах.

Зварювання поліетиленових труб при температурі повітря нижче -5°C має проводитися у спеціальних тепличках. У приміщеннях кожне робоче місце, що пов'язане з механічною або тепловою обробкою, зварюванням та склеюванням пластмасових труб і деталей, повинно бути якісно освітлене (не менше 20-30 м) та обладнане припливно-витяжною вентиляцією з повітрообміном не менше 1500-2000 $\text{м}^3/\text{год}$ або місцевими пристроями для видалення шкідливих речовин.

При виконанні зварювальних робіт необхідно контролювати температуру нагрівального елемента, щоб вона не перевищувала параметри, рекомендовані інструкцією. Порушення цього може призвести до термоокислювальної деструкції поліетилену труб та антиадгезійної фторопластової плівки нагрівача, що супроводжується виділенням шкідливих речовин. Гранично допустима концентрація шкідливих речовин вказана у таблиці 5.1.

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
Фторопласти	Поліетилен низького тиску		
	/аерозоль/	10	3
	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 легенів, не допускаються до виконання зварювальних робіт, що супроводжуються виділенням шкідливих речовин. Вдихання високих концентрацій продуктів деструкції може негативно вплинути на функцію дихальної системи та призвести до її порушення.

Робочі поверхні зварювального обладнання та інструментів необхідно захищати від потрапляння мастильних матеріалів і забруднення. Зварювання горючих сумішей шляхом відбору зріджених або стиснених газів із балонів повинно здійснюватися згідно з вимогами «Правил будови та безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском».

Основні вимоги щодо безпеки роботи з електроінструментами та електрифікованим обладнанням під час зварювання та термічної обробки поліетиленових труб викладені в «Правилах технічної експлуатації газопроводів з поліетиленових труб». Усе технологічне, електричне та монтажне обладнання, а також електроінструменти, що працюють при напрузі понад 36V, повинні бути заземлені відповідно до «Інструкції щодо облаштування мереж заземлення та занулення в електроустановках» СН 102. Заборонено використовувати автотрансформатори, дросельні котушки та реостати для отримання зниженої напруги.

Щоб запобігти виливанню гліцерину під час нагріву в гліцеринових ваннах, занурювані заготовки повинні бути сухими. Використання піску як наповнювача при зварюванні та гнутті відводів має виключати можливість розриву труби паром під час її нагрівання. Нагрівання поліетиленових труб відкритим полум'ям для їх зварювання та гнуття категорично заборонено, щоб запобігти їх займання.

Під час відрізання та механічної обробки поліетилену необхідно забезпечити надійне закріплення труб, враховуючи їхню пружність. Недостатнє закріплення може призвести до травм. Токарний верстат для обробки поліетиленових заготовок повинен мати прозоре огороження ріжучого інструменту та пристрій для безперервного видалення стружки. Для очищення та знежирення поверхонь поліетиленових труб, які підлягають зварюванню, використовують ацетон, уайт-спірит, етиловий спирт та інші розчинники. Тривалий контакт з цими речовинами може спричинити різні захворювання.

- Ацетон є наркотичною речовиною, що негативно впливає на слизові оболонки очей, носа та горла, а також може проникати через шкіру, вражаючи центральну нервову систему.

- Уайт-спірит може викликати шкірні захворювання, а при високих концентраціях – втрату свідомості.

Для запобігання накопиченню статичної електрики при роботі на поліетиленових газопроводах, заповнених газом, необхідно заземлити їх поверхню за допомогою просоченого водою пасма бавовняного полотна та ретельно змочити водою труби та ґрунт у місці заземлення.

Гасіння палаючих поліетиленових труб здійснюють за допомогою вогнегасників, двоокису вуглецю та піни. Ліквідація пожежі повинна проводитися в протигазах марки В або киснево-ізолюючих протигазах за ДСТ 12.4.121 та в захисних костюмах відповідно до затверджених нормативних документів. Інструктаж з охорони праці проводиться відповідно до типових галузевих матеріалів, що регламентують правила безпеки та охорону праці.

Монтаж газопроводів має виконуватися спеціалізованими організаціями згідно з вимогами [1] та [2].

5.3 Пожежна безпека на об'єкті будівництва

Підприємства газового господарства належать до об'єктів із підвищеним рівнем пожежної небезпеки. Згідно з Правилами безпеки систем газопостачання України та Правилами пожежної безпеки в Україні, ремонтні роботи на діючих газопроводах є пожежонебезпечними та дозволяються лише після впровадження спеціальних протипожежних заходів. Перед початком робіт необхідно: огородити місце їх проведення; встановити попереджувальні знаки; забезпечити первинні засоби пожежогасіння. Заборонено перебування сторонніх осіб, куріння, використання відкритого вогню та газосигналізаторів у зонах виконання газонебезпечних робіт.

Під час аварійних робіт, пов'язаних із витоками газу, слід: відключити електрозахист; уникати вмикання та вимикання електроприладів і освітлення; не користуватися засобами зв'язку в зоні загазованості для запобігання утворенню іскор, вибуху та пожежі. використовувати лише вибухозахищені інструменти.

Після завершення робіт виконавець повинен ретельно оглянути місце проведення, полити горючі конструкції водою та усунути потенційні причини загоряння. Особи, відповідальні за пожежну безпеку, мають перевірити зону після завершення робіт. Під час спорудження підземних газопроводів виконуються вогневі роботи. Загальні вимоги пожежної безпеки для таких робіт викладені в Правилах пожежної безпеки при проведенні зварювальних та інших вогневих робіт на об'єктах з підвищеною небезпекою.

Працівники, які здійснюють вогневі роботи (електрозварювальники, газозварювальники, ізолювальники тощо), повинні пройти навчання з пожежної безпеки та підтвердити свої знання шляхом отримання спеціального талона або відповідної позначки в посвідченні. Об'єкти газового господарства характеризуються підвищеною вибухо- та пожежонебезпечністю. Проведення вогневих робіт на таких об'єктах здійснюється відповідно до Типової інструкції з організації безпечного проведення вогневих робіт на вибухонебезпечних та вибухопожежонебезпечних об'єктах Держгірпромнагляду України, а також аналогічних інструкцій, спеціально розроблених для газової промисловості.

Відповідно до цих документів планові вогневі роботи поділяються на підготовчі та основні. Підготовчі роботи включають підготовку обладнання, конструкцій та комунікацій до вогневих процесів. Основні вогневі роботи на діючих вибухопожежонебезпечних об'єктах дозволяються тільки у випадках, коли їх неможливо виконати в спеціально пристосованих приміщеннях (наприклад, ремонт газопроводу). На вогневі роботи, включаючи аварійні, обов'язково видається наряд-допуск, узгоджений із пожежною охороною об'єкта. Однак це не звільняє від необхідності забезпечити місце проведення робіт первинними засобами пожежогасіння.

Серед інженерно-технічного персоналу призначають відповідальних за: підготовку до виконання вогневих робіт; контроль та нагляд під час їх проведення. Ці особи підписують наряд-допуск після виконання підготовчих заходів та здійснюють нагляд за дотриманням техніки безпеки під час робіт.

Рішення про проведення вогневих робіт, за винятком аварійних, ухвалюється головним інженером підприємства. У кожному газовому господарстві складається перелік таких робіт, який затверджується наказом керівника.

Перед початком вогневих робіт керівник об'єкта спільно з керівником робіт визначає межі небезпечної зони, які позначаються відповідними знаками та спеціальною стрічкою. Зварювальні агрегати та балони з ацетиленом і киснем розташовують на відстані не менше 5 метрів від місця проведення робіт, електрозварювальні апарати та агрегати — не менше 20 метрів, а балони з газами — не менше 10 метрів. Усі зазначені об'єкти мають бути огорожені. Зони проведення вогневих робіт забезпечуються надійним телефонним або радіозв'язком із диспетчером АДС.

На місці робіт обов'язково повинні бути вуглекислотні вогнегасники, кошма або азбестове полотно, а також відра, лопати та м'яка глина. Вогневі роботи, крім аварійних, виконуються виключно в денний час. Заборонено одночасне проведення вогневих і газонебезпечних робіт.

5.3.1 Розташування первинних засобів пожежогасіння

Первинні засоби пожежогасіння слід встановлювати у приміщеннях у добре видимих і легкодоступних місцях. Підходи до засобів пожежогасіння та електрощитів повинні залишатися вільними. Для позначення місць їх розташування, а також засобів зв'язку (телефонів), необхідно використовувати знаки пожежної безпеки.

Ручні вогнегасники мають розміщуватися: на стіні таким чином, щоб відстань від підлоги до дна вогнегасника не перевищувала 1,5 метра і щоб він, знаходячись біля виходу, не перешкоджав повному та вільному відкриванню дверей; на кронштейнах, у шафах внутрішнього пожежного крана, ящиках, пожежних стендах або спеціальних підставках (полицях), причому їх розташування повинно забезпечувати чітку видимість інструкції з використання у разі загоряння.

Кожен працівник повинен знати місце розташування найближчих вогнегасників у зоні свого робочого місця та вміти ними користуватися.

5.3.2 Користування первинними засобами пожежогасіння

При гасінні твердих предметів і матеріалів вогнегасну речовину слід спрямовувати безпосередньо в осередок загоряння, зосереджуючи її на найбільш інтенсивно палаючій ділянці. Вогонь необхідно ліквідовувати поступово, рухаючись у напрямку від краю пожежі в її глибину, застосовуючи «віялові» рухи для рівномірного покриття палаючих об'єктів вогнегасною сумішшю. Якщо загорілася рідина у відкритих ємностях або резервуарах з низькими бортами, вогнегасну речовину слід подавати похило, бажано на внутрішню стінку ємності. Це забезпечить рівномірне розтікання речовини та її покриття поверхні рідини, що ізолює її від доступу кисню та сприяє швидкому припиненню горіння.

При ліквідації пожежі розтікаючої рідини, що горить, гасіння необхідно починати з країв зони розтікання, поступово покриваючи всю площу вогнегасною речовиною. Під час використання вуглекислотного вогнегасника його слід утримувати у вертикальному положенні, наскільки це можливо, щоб не перешкоджати нормальному виходу вуглекислого газу та ефективному припиненню горіння.

Щоб запобігти опікам від штучного холоду, створеного вуглекислотним вогнегасником, не слід братися голими руками за направляючу лійку працюючого пристрою або струмінь вуглекислоти. Також суворо заборонено спрямовувати струмінь на людей.

Вуглекислотні вогнегасники ефективно застосовуються для ліквідації загорянь електроустановок та електромереж із напругою до 1000В, а також пожеж на автотранспорті. Якщо вуглекислотний вогнегасник використовувався у приміщенні, всім людям необхідно вийти та забезпечити ретельне провітрювання приміщення.

Вогнегасники порошкового типу є універсальними та придатними для гасіння майже всіх видів пожеж. Їх застосовують на кораблях, автобусах, дерев'яних спорудах, а також у виробництві, зокрема в газопостачанні. Вони ефективно гасять дерев'яні конструкції, папір, а також бензин, масло та інші паливно-мастильні матеріали. Порошковий вогнегасник зберігає свою ефективність при низьких температурах та не проводить електричний струм, що дозволяє використовувати його для гасіння пожеж в електроустановках та електромережах із напругою до 1000В.

Для гасіння загорянь електроустановок, електромереж та електроприладів, що знаходяться під напругою до 1000В, дозволено використовувати лише вуглекислотні та порошкові вогнегасники.

5.3.3 Вимоги до стану території

На території об'єкта необхідно підтримувати порядок. Виробничі та побутові відходи слід збирати та зберігати у спеціально відведених і належним чином облаштованих місцях. У темну пору доби будівлі та їх нумерація, а також позначені точки забору води (гідранти, пожежні водойми тощо) повинні бути освітленими.

Куріння в приміщеннях загального користування, а також на об'єктах із вибухонебезпечними зонами заборонено. Дозволяється курити тільки у спеціально відведених і відповідно обладнаних місцях, визначених адміністрацією. Спалювання сміття та відходів дозволяється лише за наявності письмового дозволу на проведення вогнебезпечних робіт. Дрова та тара, що можуть легко займатися, можуть зберігатися біля стін будівель, але не ближче ніж 4 метри від них. Автотранспорт також слід розміщувати у спеціально виділених місцях для паркування, не ближче ніж 4 метри від споруд.

На території забороняється: складувати горючі матеріали, обладнання у горючій тарі, тару, а також розміщувати транспортні засоби та техніку у протипожежних розривах між будівлями та спорудами; виконувати вибухо- та пожежонебезпечні роботи поза спеціально виділеними для цього місцями; зливати горючі рідини або окислювачі на ґрунт чи у каналізацію; здійснювати заправку моторних транспортних засобів у зонах складування, зберігання, обслуговування та ремонту, а також на території складів; спалювати висухлу траву без відповідного дозволу на виконання вогнебезпечних робіт.

5.3.4 Основні причини загорянь

Несправність електроустановок та вентиляційних систем, а також їх некоректна експлуатація можуть призвести до аварійних ситуацій. Особливо небезпечні випадки пошкодження електропроводки, що викликають короткі замикання, сильні струми, іскріння та перегрів обладнання, електроприладів та вимикачів, а також перевантаження електромережі.

Технологічне обладнання також може стати джерелом пожежі через порушення технологічної дисципліни. Іскріння та перегрів, спричинені механічними пошкодженнями або недостатнім змащенням підшипників, а також нагрівання внаслідок хімічних реакцій, можуть викликати самозаймання рідких та твердих речовин, масел і жирів.

Статична електрика, що виникає під час роботи обладнання легкої промисловості, наприклад панчішних автоматів або снувальних машин, також може спричинити пожежу.

Порушення правил зберігання та складування сировини, готової продукції, паливно-мастильних матеріалів, хімікатів та інших горючих речовин створює загрозу загоряння.

Несправні або залишені без нагляду електронагрівальні прилади відкритого типу, такі як рефлектори, електроплитки, електроспіралі та електропаяльники, становлять значну небезпеку пожежі через їх перегрів або випадкове залишення ввімкненими.

Куріння у заборонених місцях, зокрема у виробничих приміщеннях, гардеробах, майстернях та складах, також може стати причиною займання, якщо недопалок залишено непогашеним.

Неправильне зберігання промаслених обтиральних матеріалів та робочого одягу може спричинити самозаймання.

До небезпечних факторів також належить необережне поводження з відкритим вогнем, зокрема розігрів бітуму та смол без дотримання пожежної безпеки або виконання зварювальних робіт без попередньої підготовки.

Під час зварювання розпечені частки металу можуть спричинити займання, оскільки деякі з них, зберігаючи значну кількість тепла, здатні запалити пил, сміття, тирсу, тканини чи навіть робочий одяг працівника. Такі частки можуть відлітати на відстань до п'яти метрів, створюючи додаткову пожежну небезпеку.

6. ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1 Загальні положення оцінки впливу на навколишнє середовище

Розділ «Захист навколишнього середовища» має на меті екологічне обґрунтування проєктної діяльності та визначення ефективних способів її реалізації. У ньому розглядаються шляхи нормалізації екологічного стану та заходи, спрямовані на забезпечення екологічної безпеки.

Оцінка впливу на навколишнє середовище (ОВНС) полягає у визначенні характеру та ступеня загрози, яку можуть спричинити всі потенційні види впливу, пов'язані з реалізацією господарської діяльності. Вона також включає аналіз екологічних наслідків здійснення проєкту.

Процес оцінки впливу проводиться для запобігання деградації природного середовища, відновлення екосистем, що зазнали змін, забезпечення збалансованого господарського розвитку, а також розробки заходів, що мінімізують рівень екологічних ризиків у межах майбутньої діяльності.

Підстави для проведення ОВНС. Склад та зміст тому ОВНС відповідає основним положенням ДБН А.2.2-1:2003, який регламентує матеріали оцінки впливу на навколишнє середовище при проєктуванні та будівництві підприємств, будівель і споруд.

Основною метою розділу ОВНС у проєкті є екологічне обґрунтування доцільності запланованої діяльності та способів її реалізації. Він визначає шляхи нормалізації стану навколишнього середовища та заходи, спрямовані на забезпечення екологічної безпеки.

В ході виконання оцінки впливу були визначені та рекомендовані до реалізації технічні рішення, що гарантують безпечність будівництва. Вони виключають загрозу здоров'ю людини за будь-якого виду впливу, враховуючи його довгострокові наслідки. Крім того, запропоновані рішення не спричинять незворотних або кризових змін у природному середовищі. Розділ ОВНС виконується відповідно до чинних законодавчих норм, правил та стандартів:

- Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища»
- Закону України «Про екологічну експертизу»
- Закону України «Про охорону атмосферного повітря»
- Водного Кодексу України
- Земельного Кодексу України
- Закону України «Про відходи»
- ДБН А.2.2-1:2003
- Державних санітарних правил охорони атмосферного повітря населених місць від забруднень хімічними та біологічними речовинами
- Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів.

- ОНД-86 Держкомгидромет «Методика розрахунку викидів в атмосферному повітрі, що вміщуються у викидах підприємств».
- Постанова Кабінету Міністрів України від 27.07.95 від 27.07.95р. №554.
- Посібник до розроблення матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (до ДБН А2.2-1:2003).
- Технологічних рішень, прийнятих в проєкті.

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 рекультивациі 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 врахування думки місцевої громадськості щодо проєктної діяльності до місцевої преси необхідно подати Заяву про екологічні наслідки діяльності об'єкта, що містить стислу характеристику проєкту. Громадськість, у разі необхідності, може висловлювати проблеми, які потребують вирішення.

У зоні впливу об'єкта відсутні рекреаційні території, історико-культурні пам'ятки, об'єкти природно-заповідного фонду, їх охоронні території та перспективні ділянки для заповідання. Вплив на шляхи міграції птахів і тварин, а також на місця поширення рідкісних та зникаючих видів рослин не очікується. Багаторічні зелені насадження не підлягають знесенню, натомість передбачено озеленення території та її благоустрій.

Під час експлуатації об'єкта викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря не здійснюватимуться.

Заходи з охорони навколишнього середовища реалізуються відповідно до законодавства України, зокрема Закону України «Про захист навколишнього природного середовища».

Природно-відновлювальні роботи вважаються завершеними, коли виконано рекультивацію земель і очищення ділянок, забруднених паливно-мастильними матеріалами, будівельними та побутовими відходами.

Рекультивація проводиться для будівельної смуги трубопроводів по всій ширині відводу, берегів у місцях переходів через річки та самих переходів, а також ділянок з ерозійними процесами, таких як яри. Якщо трубопровід укладається безтраншейним способом, технічна рекультивація будівельної смуги не проводиться.

Будівельна організація, що здійснює прокладання газопроводу, несе відповідальність за виконання проєктних рішень з охорони навколишнього середовища.

Основними природними особливостями району газифікації є наявність двох типів сільськогосподарських земель – орних угідь та лісових зон. До основних несприятливих явищ, пов'язаних із будівництвом, належать ерозія (зокрема, вітрова) та заболочування, тому необхідно забезпечити водовідведення, дренаж, облаштування стічних лотків та водозатримувальних валів.

Засипання трубопроводу бульдозером здійснюється косо-поздовжнім напрямком для мінімізації зони його роботи, а сам бульдозер оснащується косим відвалом.

Забороняється використовувати верхній рослинний шар ґрунту для створення перемичок або інших постійних і тимчасових споруд.

Вода, витіснена з газопроводу після випробувань, не повинна зливатися у річки, озера чи інші водойми без попереднього очищення.

6.2 Умови збереження навколишнього середовища під час будівельних робіт

При виборі варіантів трасування газопроводів і розміщення майданчиків для споруд, окрім техніко-економічних показників, обов'язково враховується рівень негативного впливу на довкілля — як у період будівництва, так і під час подальшої експлуатації об'єктів. У процесі організації будівельного виробництва необхідно реалізовувати комплекс природоохоронних заходів, зокрема: рекультивацію земель, запобігання втратам природних ресурсів, а також попередження або очищення шкідливих викидів у ґрунт, водні об'єкти й атмосферу. Забороняється знищення деревно-чагарникової рослинності, не передбачене проєктною документацією, а також засипання ґрунтом кореневих шийок і стовбурів існуючих дерев та кущів. Під час виконання робіт у межах населених пунктів слід дотримуватись вимог щодо зменшення запиленості та загазованості повітря. Трасу газопроводу середнього тиску спроектовано з урахуванням мінімального втручання у наявний благоустрій і зелені насадження. Питання охорони довкілля мають бути враховані підрядною організацією під час розробки проєкту виконання робіт (ПВР) і безумовно дотримані на всіх етапах будівництва газопроводу.

Для збереження навколишнього середовища на підготовчому та основному етапах будівництва необхідно виконувати такі вимоги:

1. Зберігати існуючі зелені насадження (дерева, кущі, газони) на території будівництва.
2. Використовувати готові будівельні матеріали (розчинно-бетонні, асфальтобетонні суміші, бетонні, залізобетонні та дерев'яні конструкції), виготовлені у спеціалізованих виробничих підрозділах.
3. Не допускати утворення несанкціонованих звалищ будівельного сміття; забезпечити його своєчасне вивезення у спеціально визначені місця.
4. Влаштовувати тимчасові дороги з твердим покриттям із інвентарних багаторазових плит та утримувати їх у справному стані.
5. Для транспортування цементу, бетону, збірних конструкцій застосовувати спеціалізований автотранспорт (цементовози, автобетоновози, панелевози тощо).
6. Обмежити час роботи двигунів внутрішнього згоряння до мінімально необхідного; по можливості використовувати обладнання з електроприводом (електрозварювальні апарати, компресори, насоси тощо).
7. Забезпечити належний технічний стан та ефективну експлуатацію будівельної техніки, машин і механізмів.

Транспортування та зберігання будівельних матеріалів, особливо хімічних добавок (протиморозних, пластифікаторів, розчинників, фарб, лаків тощо), здійснювати згідно з установленими технічними нормами та вимогами:

1. Стічні води з тимчасових санітарно-побутових приміщень повинні скидатися до існуючих каналізаційних систем або спеціально влаштованих каналізаційних мереж, обов'язково після попереднього знезараження шляхом хлорування.

2. Робота двигунів внутрішнього згоряння будівельної техніки та механізмів має бути обмежена лише необхідним часом. По можливості слід використовувати обладнання на електричному приводі: електрозварювальні апарати, компресори, насоси та інші засоби малої механізації.

3. Повинен бути встановлений постійний контроль за витратами води на потреби будівництва з дотриманням встановлених лімітів.

4. Для забезпечення належного рівня експлуатації будівельної техніки, машин і механізмів слід: здійснювати заправку паливом механізованим або автоматизованим способом на спеціалізованих автозаправних станціях; організовувати централізований збір відпрацьованих і заміненних мастил; виконувати миття техніки виключно на спеціальних установках типу «Кристал», які забезпечують очищення використаної води; своєчасно проводити профілактичне технічне обслуговування та ремонт машин на спеціально облаштованих сервісних пунктах. У проєктній документації передбачено проведення рекультивації порушених територій, зокрема: відновлення родючого шару ґрунту; відновлення пошкоджених зелених насаджень та елементів благоустрою; визначення ширини смуги, що підлягає технічній та біологічній рекультивації; встановлення глибини зняття родючого шару ґрунту; визначення місця розташування відвалу для тимчасового зберігання знятого родючого шару; розрахунок обсягів та визначення засобів вивезення надлишкового мінерального ґрунту після зворотного засипання траншей і котлованів.

Технічна рекультивація — це комплекс заходів, спрямованих на збереження родючого шару ґрунту в межах відведеної території. Вона передбачає виконання таких робіт, як: демонтаж тимчасових споруд, засипання та вирівнювання ритвин і ям, що виникли під час будівництва, а також прибирання будівельного сміття.

Основою для розроблення проєкту виконання рекультивації земель слугували матеріали топографо-геодезичних та інженерно-геологічних вишукувань, проведених уздовж траси газопроводу. Рекультивація земель при будівництві газопроводів включає зняття родючого шару ґрунту перед початком будівельних робіт.

Родючий шар знімається на глибину 0,2 м і ширину 0,5 м з кожного боку від зовнішніх меж траншеї. Знятий ґрунт транспортується бульдозером до місця тимчасового зберігання з подальшим використанням для відновлення земель після завершення будівництва.

Виконання технічної рекультивації здійснюється силами будівельної організації та фінансується за рахунок кошторисної вартості будівництва газопроводу.

Агромеліоративні заходи, тобто відновлення родючого шару на рекультивованих землях (внесення добрив, органічних матеріалів, проведення сільськогосподарських робіт), виконуються землекористувачами і не належать до обов'язків будівельної організації або замовника.

Усі роботи з технічної рекультивації проводяться в межах визначеної будівельної смуги. Її розміри, а також параметри смуги технічної рекультивації, наведені в організаційно-будівельному розділі проєктної документації.

Роботи з технічної рекультивації та БМР виконуються в наступній послідовності:

1. Зняття родючого шару ґрунту та переміщення його у тимчасовий відвал.
2. Розробка траншей для прокладання газопроводу.
3. Зварювання трубопроводу на бровці траншеї.
4. Укладання звареного газопроводу у траншею.
5. Засипання траншеї мінеральним ґрунтом.
6. Повернення родючого шару з тимчасового відвалу та рівномірне розподілення його по смузі рекультивації.
7. Прибирання будівельного сміття з території проведення робіт.

Терміни виконання технічної рекультивації встановлюються відповідно до затвердженого графіка будівництва. Зняття родючого шару ґрунту та його переміщення в тимчасовий відвал виконується бульдозером марки ДЗ-53. Цією ж технікою здійснюється засипка траншей мінеральним ґрунтом. Ущільнення ґрунту відбувається природним способом. Надлишковий рослинний ґрунт, що утворився внаслідок залишкового розпушування та витіснення ґрунту трубопроводом, рівномірно розподіляється та планується по поверхні.

Нанесення родючого шару виконується в теплу пору року, за умови нормальної вологості та достатньої несучої здатності ґрунту. Роботи здійснюються бульдозером, що рухається поперечними проходами, розрівнюючи родючий шар. Під час зняття, складування та нанесення родючого шару впроваджуються заходи, що запобігають погіршенню його якості, а також виключають ерозію (розмив) та дефляцію (видування) ґрунту. У разі зберігання родючого шару більше ніж 20 днів його поверхню засівають травами для захисту.

Контроль за дотриманням вимог проєкту рекультивації здійснюють органи Державного контролю за використанням земель.

Після завершення будівництва підрядна організація зобов'язана привести територію будівництва у належний стан, а саме: вивезти залишки ґрунту та будівельне сміття у визначені для цього місця; відновити пошкоджені елементи благоустрою і зелених насаджень; провести відновлення водовідвідних каналів та кюветів, пошкоджених під час робіт; не допускати накопичення будівельного сміття на території будівельного майданчика.

Передача земельної ділянки землекористувачу після рекультивації оформлюється актом у встановленому порядку.

З метою охорони довкілля під час будівництва організовується контроль за дотриманням встановлених норм допустимих викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря. Під час виконання будівельних робіт утворюються побутові та будівельні відходи. Вони мають зберігатися у герметичних контейнерах на визначеному майданчику. Після накопичення відходи вивозяться до місць постійного захоронення (наприклад, сільське звалище), що погоджене з місцевими органами влади відповідно до чинного договору.

Проектні заходи спрямовані на запобігання забрудненню та виснаженню поверхневих і підземних вод, не створюючи негативного впливу на водне середовище. Будівельний майданчик буде забезпечений привозною питною водою.

Головним джерелом шуму при будівництві газопроводу є компресор та зварювальні апарати. Для зниження рівня шуму передбачено встановлення компресорів на фундаментах із використанням гумових прокладок, що зменшують вібрацію.

Передбачені заходи з мінімізації забруднення водних ресурсів та атмосферного повітря свідчать про відсутність негативного впливу проекту на здоров'я населення та довкілля. Проектні рішення гарантують дотримання екологічних норм без необхідності додаткових заходів безпеки.

Контроль якості будівельних робіт та монтажу обладнання здійснюється через технічний та авторський нагляд. Запроєктована технологія будівництва та експлуатації газопроводу не становить загрози для здоров'я населення.

Заходи з охорони довкілля включають:

- застосування сучасних технологій будівництва та експлуатації газопроводу;
- використання передового газового обладнання.

Реалізація проекту сприятиме мінімізації негативного впливу на довкілля та здоров'я населення, забезпечуючи стабільність екосистем. Для контролю за системою газопостачання передбачено:

- передача змонтованої системи на баланс УЕГГ для постійного нагляду;
- регулярний огляд траси газопроводу службами **Житомирського управління ТОВ «Газорозподільні мережі України»** з виконанням необхідних заходів.

Аварійні та залпові скиди, що можуть загрожувати здоров'ю, виключені, а ймовірність їхнього виникнення не підтверджена статистичними даними.

6.3 Охорона довкілля при експлуатації газових приладів в житлових, громадських та комунально-побутових будинках

Даний проєкт передбачає будівництво газопроводу для забезпечення газопостачання житлових будинків, що значно покращить їхні санітарно-гігієнічні умови. Використання газу в побутових потребах, зокрема в опалювальних котлах та газових плитах, сприятиме очищенню повітряного середовища за рахунок зменшення викидів сірчаних сполук і твердих часток, що виникають при використанні твердого палива. Це також усуває забруднення території, пов'язане зі складуванням палива, золи та шлаків.

Спалювання природного газу не утворює сірчистого ангідриду та твердих часток (пилу, золи, сажі), а також знижує рівень оксидів азоту в порівнянні зі спалюванням твердого палива. Викиди оксидів азоту зменшуються на 20% завдяки меншому коефіцієнту надлишку повітря під час горіння газу. Введення в експлуатацію газопроводу середнього тиску сприятиме розвитку виробництва, будівництву котельень та створенню нових робочих місць.

Газопровід не є джерелом виробничого шуму, тому спеціальні заходи для його зниження не передбачені.

Заходи з охорони довкілля при експлуатації газоспоживачів включають:

1. використання сучасного енергоефективного обладнання з високим ККД та заміну застарілих приладів для економії газу і зниження викидів;
2. проведення профілактичних і ремонтних робіт газового обладнання;
3. підвищення кваліфікації персоналу;
4. використання спеціального спорядження та інструментів на об'єктах;
5. оснащення газових приладів сучасною автоматикою;
6. встановлення сигналізаторів та індикаторів для виявлення витоків газу;
7. рекомендації індивідуальним споживачам щодо вибору ефективних котлів і опалювальних приладів;
8. регулярний контроль якості газу для забезпечення нормальної роботи обладнання;
9. проведення профілактичних робіт на ГРП та шафових установках;
10. дотримання Державних будівельних норм України.

Прийняті проєктні рішення гарантують екологічну безпеку та не потребують додаткових заходів для її забезпечення.

7. ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ

7.1 Енергоресурсозбереження при експлуатації систем газопостачання

З метою зменшення витрат паливно-енергетичних ресурсів «Державний комітет України у справах містобудування і архітектури» розробив ряд заходів, обов'язкових для виконання місцевими органами архітектури та містобудування.

До основних заходів належать:

- впровадження нових нормативів коефіцієнта теплопередачі огорожувальних конструкцій житлово-громадських будівель;
- встановлення контрольних показників питомих витрат теплоти на опалення житлових будинків;
- зобов'язання проєктних та будівельних організацій забезпечувати проєктування й введення в експлуатацію нових будівель та реконструйованих споруд із обов'язковим оснащенням приладами обліку та регулювання систем електро-, водо-, тепло- та газопостачання.

Для контролю за дотриманням енергозберігаючих технологій державний архітектурний контроль проводить експертизу проєктів будівництва та реконструкцій, незалежно від їхньої приналежності чи форми власності. Державним приймальним комісіям заборонено вводити в експлуатацію об'єкти, які не відповідають вимогам енергозбереження.

Втрати природного газу визначаються як різниця між його кількістю, отриманою газовим господарством у мережу, та обсягом газу, реалізованого споживачам.

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

- дійсні втрати, $\Delta V_{\text{д}}$, 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, $\Delta V_{\text{т}}$;
- невраховані (у т. ч. розкрадання) втрати газу, $\Delta V_{\text{м}}$, 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:

$$\Delta V_{\Pi} = K_{\text{н.л}} (\Delta V_{\text{д}} + \Delta V_{\text{т}} + \Delta V_{\text{м}}), \quad (7.1)$$

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

Жодна система газопостачання не може залишатися абсолютно герметичною протягом тривалого часу. Газопроводи містять численні з'єднання (зварні, муфтові, різьбові) та піддаються впливу корозії й механічним пошкодженням, особливо під час виконання земляних робіт.

Основні причини втрат газу включають: нещільності в газопроводах, їхніх з'єднаннях і обладнанні; корозійні та механічні пошкодження, розриви стиків; аварії на газопроводах.

Досвід експлуатації газових мереж показує, що найбільші аварії виникають через несвоєчасне виявлення та усунення витоків газу в підземних газопроводах. Близько 50% таких випадків спричинені механічними пошкодженнями газопроводів і обладнання, 30-40% – корозійними процесами, 10-20% – неякісними зварними з'єднаннями.

Найбільш імовірні місця витоків газу: зварні шви, сальникові ущільнення арматури; конденсатозбірники, гідрозатвори; заводський брак труб; випадкові пошкодження під час монтажних або аварійно-пошукових робіт; зони з'єднання неметалевих труб та місця без компенсаційних пристроїв.

Практика свідчить, що 3% витоків газу з конденсатозбірників припадають на муфти та зварні стики, 10% – на нещільно закручені пробки у муфтах кранів, а 30% – через стояки конденсатозбірників. Механічні пошкодження газопроводів у 20% випадків пов'язані з діяльністю організацій, які виконують земляні роботи.

Основні причини витоків газу всередині будівель:

- корозія газопроводів у місцях проходження через перекриття та стіни;
- незадовільний стан різьбових з'єднань;
- вихід з ладу запірної арматури або її нещільне прилягання;
- дефекти зварних з'єднань.

Дані щодо втрат газу у побутовому секторі, наведені в таблиці 7.1, можуть бути використані для планування заходів 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 повний перелік витрат газу на технологічні потреби та власне споживання. Об'єкти газового господарства з високими витратами газу слід оснащувати приладами обліку, а для об'єктів із незначними витратами газу його кількість визначати за розрахунками, з урахуванням потужності газопальникових пристроїв і режимів їх роботи. Усі розрахунки затверджує головний інженер.

До заходів зі скорочення витрат газу в побуті та виробництві, а також підвищення безпеки газопостачання належать:

- удосконалення електрохімічного захисту і покращення технології приладового контролю стану підземних газопроводів;
- застосування електрифікованих схем газопроводів із вимикаючими пристроями;
- планування витрат газу для пуску та налагодження установок і агрегатів відповідно до нормативів;
- використання повітря замість газу для випробування герметичності внутрішньобудинкових газопроводів, що дозволяє значно скоротити витрати газу;
- приєднання новозбудованих газопроводів до існуючих без зниження тиску за допомогою спеціальних пристроїв.

Обслуговування газопроводів має включати:

- ретельне спостереження та перевірку всіх з'єднань систем газопостачання;
- встановлення суворих графіків перевірки герметичності та термінів усунення виявлених витоків газу;
- дотримання правил експлуатації газових споруд при виконанні земляних і будівельних робіт у зоні діючих газопроводів.

Надійність і безпечність газопостачання значною мірою залежить від технічного стану газопроводів та встановленого обладнання.

Підвищення довговічності та надійності газових мереж можливе завдяки вдосконаленню електрохімічного захисту від корозії та модернізації технологій контролю їхнього стану.

Для підвищення ефективності використання природного газу рекомендується оснащення всіх котелень системами автоматизації. Досвід експлуатації опалювальних котелень показує, що автоматизоване регулювання співвідношення «газ-повітря» при низькому тиску газу дозволяє зменшити його витрати на 10-15%.

Автоматизація чавунних секційних котлів сприяє додатковій економії газу, а використання повітря замість газу при випробуваннях на герметичність внутрішньобудинкових газопроводів під час щорічної ревізії дозволяє уникнути повторних продувок та зайвих витрат.

Щоб запобігти значним втратам газу при ремонтних роботах у мережах високого та середнього тиску, рекомендується попереднє використання газу з відключених ділянок газопроводу споживачами перед виконанням візок.

Це дозволяє знизити тиск у трубопроводі до рівня, який дозволяє безпечно виконувати візку без викиду газу в атмосферу.

Також доцільним є ширше застосування технологій беззнижкового приєднання нових газопроводів до діючих із використанням спеціальних пристроїв.

Основними способами зменшення неврахованих втрат газу є:

- удосконалення тарифів та нормування витрат газу;
- встановлення лічильників на комунально-побутових підприємствах, які ще не мають приладів обліку.

Ці заходи сприяють ефективному використанню енергоресурсів, підвищенню безпеки та мінімізації втрат газу.

7.2 Економія енергоресурсів при експлуатації газового обладнання в житловому будинку

Теплова схема та використання обладнання сприяють економії енергоресурсів. У межах проєкту передбачено облік витрат газу за допомогою мембранного лічильника з допустимою похибкою вимірювання об'ємних витрат до 1,5%.

Питома витрата газу на вироблення 1 Гкал тепла становить 158 кг умовного палива. Процес горіння палива в котлі автоматизований, що дозволяє регулювати температуру в приміщеннях відповідно до режиму роботи персоналу підприємства.

Температура повітря у приміщенні задається через терморегулятор та підтримується автоматично шляхом увімкнення або вимкнення основного пальника. Для ефективного регулювання роботи системи опалення рекомендовано встановити термостатичні вентилі **DANFOSS RTD-N ½"** на підводках до радіаторів, що сприятиме економному використанню теплової енергії.

Для скорочення витрат енергії під час експлуатації житлового будинку доцільно впровадити наступні заходи теплозахисту:

1. Утеплення покриття та перекриттів неопалювальних горищ
Забезпечити нормований опір теплопередачі для I температурної зони України:
 $R_{q \min} = 6 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$
2. Утеплення зовнішніх стін.
Використати плити з базальтового волокна, що забезпечують опір теплопередачі:
 $R_{q \min} = 4 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$
3. Утеплення перекриттів над неопалювальними підвалами.
Використати базальтово-волокнисті плити як утеплювач для досягнення опору:
 $R_{q \min} = 5 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$
4. Заповнення віконних та дверних отворів. Застосовувати енергоефективні конструкції з опором теплопередачі не менше: $R_{q \min} = 0,9 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$
5. Встановлення енергоефективних склопакетів.
Монтаж віконних та дверних блоків із двокамерними склопакетами, що забезпечують належну теплоізоляцію.

Утеплення підлоги на ґрунті в зоні зовнішніх стін. Використати шар вологостійкого утеплювача (наприклад, керамзитового гравію): товщина шару: 0,2 м, ширина зони утеплення: 0,8 м.

Теплоізоляція газоходів та трубопроводів. Для трубопроводів з температурою стінки понад 45 °С передбачити теплоізоляцію: матеріал: мінераловатні прошивні мати марки 100 типу М-2 товщина шару: 40 мм

ВИСНОВКИ

Під час виконання дипломного проєкту на тему **«Проект організації та виконання робіт з будівництва системи газопостачання вулиць села Тетерівка Житомирського району, Житомирської області»**, мною були проведені необхідні інженерні та організаційні розрахунки, що охоплюють газифікацію як усього населеного пункту, так і окремих його об'єктів — зокрема, індивідуального житлового будинку. У процесі роботи над проєктом я навчився практично застосовувати теоретичні знання, отримані при вивченні таких дисциплін, як:

- «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».

Також я поглибив знання нормативної бази, зокрема: норм проєктування газових мереж; норм витрат газу; правил експлуатації газового обладнання; «Правил безпеки систем газопостачання»; ДБН В.2.5-20:2018.

Під час проєктування я обґрунтував габарити та форму траншеї, виконав розрахунки обсягів земляних робіт, обсягів монтажу вуличного газопроводу, а також визначив трудомісткість і тривалість будівельних процесів.

В результаті аналізу встановлено, що використання поліетиленових труб у порівнянні зі сталевими дозволяє значно скоротити трудозатрати та строки виконання робіт, що робить таку технологію більш економічно доцільною.

Вивчаючи досвід працівників газових служб, я усвідомив актуальність проблем збитковості підприємств галузі, високої вартості будівельно-монтажних робіт та необхідності пошуку шляхів їх оптимізації. З огляду на реалії використання природного газу в Україні, дійшов висновку, що газифікація сільськогосподарських об'єктів природним газом є економічно обґрунтованою та доцільною.

Отримані в ході навчання знання й навички сформували у мене міцну професійну базу, яка, без сумніву, стане основою для ефективної роботи за спеціальністю в сфері газопостачання, а також для подальшого професійного

_____Максим ВЛАСЮК

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.