

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ О.М. БЕКЕТОВА

Кафедра теплогазопостачання і вентиляції

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи бакалавра

на тему: «Газопостачання села Хроли Харківського району Харківської області»

Виконала: студентка групи ЦІ 2022-2
Ащерова Аріна Антонівна

Керівник: к.т.н., доц. Бугай В.С.

Рецензент: к.т.н., доц. Гвоздецький О.В.

Харків – 2026

Харківський національний університет міського господарства
імені О.М. Бекетова

(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут навчально-науковий інститут будівництва, землеустрою та
цивільної інженерії

Кафедра теплогазопостачання і вентиляції

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Галузь знань 19 Архітектура та будівництво

(шифр і назва)

Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва)

Освітня програма «Цивільна інженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТГВ

 Юрій ЧАЙКА
“ ” 2026 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ

Ашеровій Аріні Антонівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи «Газопостачання села Хроли Харківського району Харківської області»,
керівник кваліфікаційної роботи Бугай Володимир Сергійович, канд. техн. наук, доцент

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від 26.05.2026 № 447-03

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи 23.06.2026

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) 1. Генеральний план населеного пункту.
2. Дані про споживачів природного газу. 3. Дані про джерело газопостачання
(точка підключення до існуючого газопроводу, тиск у точці підключення).
4. Архітектурно-будівельні креслення багатопверхового житлового будинку.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Проєктна частина. 2. Організаційно-технологічні рішення
будівництва системи газопостачання. 3. Охорона праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Генеральний план населеного пункту з газопроводами та пунктами
редукування газу. 2. Розрахункові схеми газопроводів. 3. Схема пункту
редукування газу. 4. Плани та схема системи газопостачання житлового
будинку. 5. Проєкт організації будівництва.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Проектна частина	доц. Бугай В.С.	 25.05.26	 06.06.26
Організаційно-технологічні рішення будівництва системи газопостачання	доц. Бугай В.С.	 06.06.26	 12.06.26
Охорона праці	доц. Косенко Н.О.		
Нормоконтроль	ас. Півненко Ю.О.		
Допуск до захисту	доц. Чайка Ю.І.		

7. Дата видачі завдання 25.05.2026

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	Проектна частина	25.05-07.06.2026	
2	Організаційно-технологічні рішення будівництва системи газопостачання	08.06-12.06.2026	
3	Охорона праці	13.06-17.06.2026	
4	Оформлення пояснювальної записки та графічного матеріалу	18.06-20.06.2026	
5	Передзахист та рецензування	22.06-23.06.2026	

Студент

Керівник кваліфікаційної роботи


(підпис)

(підпис)

Ашерова АРІНА

Володимир БУГАЙ

Зміст

	Реферат.....	6
1	Проектна частина.....	7
1.1	Дані про споживачів природного газу.....	8
1.2	Кліматологічні дані с. Хроли Харківського району Харківської області.....	10
1.3	Розрахунки споживання природного газу населенням.....	11
1.3.1	Газоспоживання в одноповерховій житловій забудові.....	11
1.3.2	Газоспоживання в дев'ятиповерховій житловій забудові.....	14
1.4	Визначення витрат теплоти та газу для котельні.....	15
1.4.1	Визначення максимальних теплових потоків та річних витрат теплоти на опалення та вентиляцію.....	15
1.4.2	Визначення максимальних теплових потоків та річних витрат теплоти на гаряче водопостачання.....	16
1.4.3	Визначення максимальної годинної та річної витрат газу на котельню.....	21
1.5	Розрахунки газоспоживання іншими об'єктами.....	21
1.5.1	Розрахунки витрат газу підприємствами.....	21
1.5.2	Розрахунки витрат газу громадськими будівлями з автономним теплопостачанням.....	21
1.6	Підсумкові значення витрат газу в с. Хроли.....	27
1.7	Опис запроєктованої системи газопостачання с. Хроли.....	28
1.8	Гідравлічні розрахунки розподільчих газопроводів с. Хроли.....	29
1.8.1	Гідравлічний розрахунок газопроводів високого тиску II категорії.....	29
1.8.2	Гідравлічний розрахунок газопроводів низького тиску.....	32
1.9	Пункт редукування газу мережний с. Хроли.....	37
1.9.1	Підбір регулятора тиску газу.....	37

1.9.2	Підбір лічильника газу вузла обліку газу.....	37
1.9.3	Підбір фільтра газу.....	38
1.10	Газопостачання 9-поверхового житлового будинку.....	38
1.10.1	Вихідні дані для проєктування.....	38
1.10.2	Визначення номінальної витрати газу приладами.....	39
1.10.3	Гідравлічний розрахунок газопроводів (газопровід-ввід та внутрішні).....	39
2	Організаційно-технологічні рішення будівництва системи газопостачання с. Хроли.....	44
2.1	Характеристика об'єкта.....	45
2.2	Характеристика умов будівництва.....	45
2.3	Опис методу організації робіт.....	45
2.4	Підготовчий етап.....	45
2.5	Розрахунок обсягів будівельно-монтажних робіт.....	46
2.6	Потреби матеріально-технічних та трудових ресурсів.....	48
2.7	Календарний графік.....	52
3	Охорона праці.....	53
3.1	Комплекс завдань для забезпечення охорони праці на майданчику проєктування на законодавчому рівні.....	54
3.2	Аналіз умов праці та виявлення потенційних небезпек на об'єкті проєктування.....	54
3.3	Оцінювання професійних ризиків на об'єкті проєктування.....	57
3.4	Розробка організаційно-технічних заходів, спрямованих на покращення умов праці на об'єкті проєктування.....	61
3.5	Висновки.....	62
	Список використаних джерел.....	64

Реферат

Кваліфікаційна робота бакалавра на тему «Газопостачання села Хроли Харківського району Харківської області» складається з трьох розділів: проєктної частини, проєкту організації будівництва та розділу охорони праці; а також списку використаних джерел. Робота містить 65 сторінок, 22 таблиці, 3 рисунка та 20 джерел.

Метою роботи є проєктування безпечної, надійної та економічно доцільної системи газопостачання с. Хроли Харківського району Харківської області.

У кваліфікаційній роботі виконано розрахунки газоспоживання усіма категоріями споживачів (господарчо-побутові, теплопостачання, виробничі потреби). Ураховуючи джерело газопостачання, характер газоспоживання та розташування споживачів газу, запроєктовано двоступеневу систему газопостачання с. Хроли: перша ступінь – високого тиску II категорії (до ПРГ підприємств, котельні та ГРПБ с. Хроли), друга ступінь – розподільні газопроводи низького тиску. У роботі виконано підбір основного обладнання ГРП, а також запроєктовано систему газопостачання 9-поверхового житлового будинку.

Виконано розрахунки для визначення потреб часу, персоналу та матеріально-технічних затрат для будівництва системи газопостачання. На основі розрахунків побудовано календарний графік, графіки руху бригад і машин по об'єкту. Прийнята поточна схема організації будівельно-монтажних робіт.

Здійснено аналіз умов праці та рівня безпеки при проведенні робіт на об'єкті проєктування. Наведено заходи для мінімізації ризиків та їх обґрунтування.

					КРБ.192.ЦІ2022-2.1.26	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА

						КРБ.192.ЦІ2022-2.1.26-ГМЗ.ГПВ			
Зм.	Арк.	Зак.	№ док.	Підпис	Дата	Проектна частина	Стадія	Арк.	Акрушів
Розробила		Ашєрова А.А						7	
Керівник		Бугай В.С.							
Консульт.		Бугай В.С.							
Нормоконтр.		Півненко Ю.О.							
Зав. кафедри		Чайка Ю.І.					ХНУМГ ім. О.М. Бєкєтова, кафедра ТГВ, група ЦІ 2022-2		

1.1 Дані про споживачів природного газу

Вихідні дані для розрахунку газоспоживання с. Хроли Харківського району Харківської області наведено у табл. 1.1, 1.2, 1.3.

Таблиця 1.1

Дані про житлові будинки

№ з/п	Характеристика споживача	Розмірність	Значення
1	Одноповерхові житлові будинки (котедж. типу)	буд.	89
2	Середня опалювальна площа житлового 1-поверх. житл. будинку	м ²	86
3	Кількість населення в 1-поверх. житлових будинках	осіб	292
4	9-поверх. житлові будинки 1-го типу	буд.	5
5	9-поверх. житлові будинки 2-го типу	буд.	1
6	9-поверх. житлові будинки 3-го типу	буд.	1
7	Опалювальна площа 9-поверх. житлового будинку 1-го типу	м ²	7756
8	Опалювальна площа 9-поверх. житлового будинку 2-го типу	м ²	10490
9	Опалювальна площа 9-поверх. житлового будинку 3-го типу	м ²	10210
10	Кількість населення в 9-поверх. житлових будинках	осіб	2837

Дані про громадські будинки

№ з/п	Характеристика споживача	Розмірність	Значення	Поверховість	Позначення на плані
1	Опалювальна площа церкви	м ²	1575	1	2
2	Опалювальна площа школи	м ²	3560	2	3
3	Опалювальна площа закладу дошкільної освіти	м ²	1182,5	1	4
4	Опалювальна площа виправного центру	м ²	1250	1	5
5	Опалювальна площа лікарні	м ²	1785	2	6
6	Опалювальна площа магазину продовольчих товарів	м ²	422	1	7
7	Опалювальна площа будівель адміністративно-суспільного центру	м ²	1250	1	8
8	Опалювальна площа сільської ради	м ²	1250	2	9
9	Опалювальна площа відділення банку	м ²	718	2	10

Таблиця 1.3

Дані про промислові будівлі

№ з/п	Характеристика споживача	Опалювальна площа, м ²	Опалювальний об'єм, м ³	Позначення на плані
1	Підприємство з виробництва ізоляційних будівельних матеріалів	2208	6622,5	11
2	Деревообробне підприємство	7525	22575	12
3	Металообробне підприємство	7800	23400	13
4	Фабрика дверей	3600	10800	14
5	Птахофабрика	7500	22500	15

1.2 Кліматологічні дані с. Хроли Харківського району Харківської області

Дані прийнято з [1] для Харківської області, м. Харків. Для подальшого розрахунку теплових потоків та витрат теплоти на опалення та вентиляцію будуть використані кліматологічні дані, наведені у табл. 1.4.

					КРБ.192.ЦІ2022-2.1.26-ГМЗ.ГПВ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кліматологічні дані

Кліматологічна характеристика	Значення
Температура найхолоднішої п'ятиденки забезпеченістю 0,92	-23 °С
Тривалість опалювального періоду	179 діб
Середня температура повітря за опалювальний період	-1 °С

1.3 Розрахунки споживання природного газу населенням**1.3.1 Газоспоживання в одноповерховій житловій забудові**

У розрахунках беремо до уваги, що в одноповерхових будинках котеджного типу прийняте встановлення газових двоконтурних котлів та 4-пальникових газових плит.

Загальна кількість жителів у 1-поверховій забудові – 292. Тому, відповідно до [2], для визначення максимальної годинної витрати газу застосовуємо формулу:

$$V_{\Gamma} = \sum_{i=1}^m k_{\text{sim}} V_{\text{nom}} n_i,$$

де m – сума здобутків величин k_{sim} , V_{nom} і n_i від i до m ;

k_{sim} – коефіцієнт одночасності дії газоспоживаючих приладів;

V_{nom} – номінальна витрата газу приладом, м³/год;

n_i – кількість приладів, шт.;

m – кількість типів приладів або груп приладів, шт.

Розрахуємо номінальну витрату газу для газової 4-пальникової плити, яка має потужність пальників 9,5 кВт.

$$V_{\text{номПГ4}} = 3,6 \frac{Q_{\text{пг-4}}}{Q_{\text{н}}} = 3,6 \frac{9,5}{34} = 1,005 \text{ м}^3/\text{год},$$

					КРБ.192.ЦІ2022-2.1.26-ГМЗ.ГПВ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

де Q_p^H – нижча теплота згорання природного газу (прийнято 34 МДж/м³).

Для двоконтурного газового котла номінальною тепловою потужністю 10 кВт:

$$V_{\text{номК}} = \frac{Q_K \cdot 3,6 \cdot 10}{Q_p^H \cdot 34 \cdot 0,9} = 1,176 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Максимальна годинна витрата газу для 89 житлових 1-поверхових будинків, в яких встановлено газові плити ПГ-4 та двоконтурні котли:

$$\begin{aligned} V_{\Gamma} &= k_{\text{sim}} \cdot V_{\text{номПГ4}} \cdot n + V_{\text{номК}} \cdot k_{\text{sim}} \cdot n = \\ &= 0,212 \cdot 1,005 \cdot 89 + 0,85 \cdot 1,176 \cdot 89 = 107,93 \text{ м}^3/\text{год.} \end{aligned}$$

Визначимо річну витрату газу для приготування їжі:

$$V_p = \frac{V_{\Gamma}}{k_{\text{max}}^h} = 18,96 \cdot 1800 = 34\,128 \text{ м}^3/\text{рік},$$

де k_{max}^h – коефіцієнт годинного максимуму, прийнятий згідно з [2] 1/1800.

Максимальна теплова потужність для опалення цих будинків, МВт [3]:

$$Q_{\text{омакс.}} = 1,15 \cdot q_o \cdot F_{\text{заг}} \cdot 10^{-6} = 1,15 \cdot 94 \cdot 7654 \cdot 10^{-6} = 0,827 \text{ МВт},$$

де q_o – питомий показник теплового потоку для опалювальної системи, Вт/м²;

F – загальна опалювальна площа будинків 1-поверхової забудови, м².

Середній тепловий потік на опалення [3]:

					КРБ.192.ЦІ2022-2.1.26-ГМЗ.ГПВ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\overline{Q_o} = Q_{\text{омакс.}} \frac{t_i - \overline{t_o}}{t_i - t_o} = 0,827 \frac{20 - (-1)}{20 - (-23)} = 0,404 \text{ МВт},$$

де t_i – температура внутрішнього повітря у житлових будинках, °С;

$\overline{t_o}$ – середня температура зовнішнього повітря за опал. період, °С;

t_o – температура зовнішнього повітря для розрахунку систем опалення, °С.

Річна витрата теплоти на опалення 1-поверхових будинків:

$$Q_{\text{ор.}} = 86400 \cdot \overline{Q_o} \cdot n = 86400 \cdot 0,404 \cdot 179 = 6\,248\,102 \text{ МДж.}$$

Середня теплова потужність для потреб гарячого водопостачання в 1-поверхових будинках згідно з [3]

$$Q_{hm} = \frac{1,2 \cdot n \cdot a \cdot (55 - t_b) \cdot c \cdot 10^{-6}}{24 \cdot 3,6} =$$

$$= \frac{1,2 \cdot 292 \cdot 105 \cdot (55 - 5) \cdot 4,19 \cdot 10^{-6}}{24 \cdot 3,6} = 0,089 \text{ МВт.}$$

Для літнього періоду середня теплова потужність для потреб гарячого водопостачання в 1-поверхових будинках

$$Q_{hm}^s = 0,089 \cdot 0,8 = 0,071 \text{ МВт.}$$

Річна витрата теплоти на гаряче водопостачання

$$Q_{\text{нр.}} = 86400 \cdot [Q_{hm} \cdot n_o + Q_{hm}^s \cdot (n_{\text{ор.}} - n_o)] =$$

					КРБ.192.ЦІ2022-2.1.26-ГМЗ.ГПВ	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$= 86400 \cdot [0,089 \cdot 180 + 0,087 \cdot (350 - 180)] = 2\,661\,984 \text{ МДж.}$$

Річна витрата газу для теплопостачання 1-поверхових будинків:

$$V_p = \frac{6\,248\,102 + 2\,661\,984}{34 \cdot 0,9} = 291\,179 \text{ м}^3/\text{рік.}$$

1.3.2 Газоспоживання в дев'ятиповерховій житловій забудові

Розрахуємо витрати газу для потреб населення у 9-поверховій забудові.

Скористаємося формулами розрахунку витрат газу для груп житлових будинків районів, де мешкає менше 500 осіб [2]:

$$V_r = \sum_{i=1}^m k_{\text{sim}} V_{\text{nom}} n_i,$$

$$V_p = \frac{V_r}{k_{\text{max}}^h}.$$

У квартирах з газових приладів встановлено лише плити газові 4-пальникові.

Для 9-поверхового житлового будинку 1-го типу (81 квартира):

$$V_r = 0,214 \cdot 1,005 \cdot 81 = 17,4 \text{ м}^3/\text{год.}$$

$$V_p = 17,4 \cdot 1800 = 31320 \text{ м}^3/\text{рік.}$$

Для 9-поверхового житлового будинку 2-го та 3-го типу (108 квартир):

$$V_r = 0,209 \cdot 1,005 \cdot 108 = 22,7 \text{ м}^3/\text{год.}$$

$$V_p = 22,7 \cdot 1800 = 40\,860 \text{ м}^3/\text{рік.}$$

					КРБ.192.ЦІ2022-2.1.26-ГМЗ.ГПВ	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4 Визначення витрат теплоти та газу для котельні

1.4.1 Визначення максимальних теплових потоків та річних витрат теплоти на опалення та вентиляцію

Потреби опалення, вентиляції та гарячого водопостачання дитячого садка, школи та багатоповерхової забудови забезпечуватиме котельня. Для визначення витрат газу на котельню спочатку необхідно визначити максимальні теплові потоки та річні витрати теплоти теплоспоживаючими системами.

Для розрахунку максимального теплового навантаження на опалення будівель скористаємося формулою:

$$Q_{o_{max}} = 1,1 \dots 1,15 \cdot q_o \cdot F \cdot 10^{-6};$$

де q_o – питоме теплове навантаження на опалення, Вт/м²;

F – опалювальна площа відповідної будівлі, м².

Для розрахунку річної витрати теплоти на опалення визначимо спочатку значення середнього теплового навантаження за опалювальний період відповідно до [3]:

$$\overline{Q_o} = Q_{o_{max}} \cdot \frac{t_i - \overline{t_o}}{t_i - t_o}, \text{ МВт.}$$

Тоді річна витрата теплоти

$$Q_{o.p} = 86400 \cdot \overline{Q_o} \cdot n, \text{ МДж,}$$

де n – кількість днів опалювального періоду (179 – для Харківської області.

Для систем вентиляції громадських будівель середній тепловий потік, МВт, визначимо за формулою [3]:

					КРБ.192.ЦІ2022-2.1.26-ГМЗ.ГПВ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{vm} = Q_{vmax} \cdot \frac{t_i - t_{оп}}{t_i - t_o},$$

де Q_{vmax} – максимальне теплове навантаження на вентиляцію, МВт

Річна витрата теплоти на систему вентиляції (підігрів повітря) розрахована за формулою:

$$Q_{ov} = 3600 \cdot T_v \cdot Q_{vm} \cdot n_0,$$

де T_v – середня тривалість роботи вентиляційної системи в опалювальний період у громадській будівлі (прийнято 8 годин).

У табл. 1.5 та 1.6 наведено результати розрахунків максимальних теплових потоків та річних витрат теплоти на опалення та вентиляцію будівель, теплопостачання яких здійснюється від котельні.

1.4.2 Визначення максимальних теплових потоків та річних витрат теплоти на гаряче водопостачання

За нижченаведеною формулою визначаємо середній тепловий потік на забезпечення гарячого водопостачання [3]:

$$Q_{hm} = \frac{1,2 \cdot m \cdot (a + b) \cdot (55 - t_c) \cdot c \cdot 10^{-6}}{24 \cdot 3,6}, \text{ МВт}$$

де m – чисельність жителів;

a, b – середня за добу витрата гарячої води на особу в будівлі ($a=105$ – для житлових, $b=25$ л/добу – для громадських);

t_c – температура водопровідної води (для опал. періоду $+5^\circ\text{C}$);

c – теплоємність води ($4,19$ кДж/(кг*К)).

Нижче наведені розрахунки середнього теплового потоку на ГВП для школи, дитячого садка та 9-поверхових житлових будинків трьох типів:

					КРБ.192.ЦІ2022-2.1.26-ГМЗ.ГПВ	Арк.
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{hm \text{ шк}} = \frac{1,2 \cdot 170 \cdot (0 + 25) \cdot (55 - 5) \cdot 4,19 \cdot 10^{-6}}{24 \cdot 3,6} = 0,012 \text{ МВт}$$

$$Q_{hm \text{ дс}} = \frac{1,2 \cdot 60 \cdot (0 + 25) \cdot (55 - 5) \cdot 4,19 \cdot 10^{-6}}{24 \cdot 3,6} = 0,04 \text{ МВт}$$

$$Q_{hm \text{ 9т1}} = \frac{1,2 \cdot 370 \cdot (105 + 0) \cdot (55 - 5) \cdot 4,19 \cdot 10^{-6}}{24 \cdot 3,6} = 0,113 \text{ МВт}$$

$$Q_{hm \text{ 9т2}} = \frac{1,2 \cdot 500 \cdot (105 + 0) \cdot (55 - 5) \cdot 4,19 \cdot 10^{-6}}{24 \cdot 3,6} = 0,152 \text{ МВт}$$

$$Q_{hm \text{ 9т3}} = \frac{1,2 \cdot 487 \cdot (105 + 0) \cdot (55 - 5) \cdot 4,19 \cdot 10^{-6}}{24 \cdot 3,6} = 0,148 \text{ МВт}$$

Максимальний тепловий потік на ГВП

$$Q_{hma} = 2,4 \cdot Q_{hm}$$

Середній тепловий потік ГВП у неопалювальний сезон визначається за наступною формулою [3]:

$$Q_{hm}^S = Q_{hm} \cdot \frac{55 - t_c^S}{55 - t_c} \cdot \beta = Q_{hm} \cdot \frac{55 - 15}{55 - 5} \cdot 0,8 = Q_{hm} \cdot 0,64, \text{ МВт}$$

де t_c^S – температура води у неопалювальний сезон (+15 °С);

β – коефіцієнт для врахування зміни витрат води, 0,8.

$$Q_{hm \text{ шк}}^S = 0,012 \cdot 0,64 = 0,008 \text{ МВт}$$

$$Q_{hm \text{ дс}}^S = 0,04 \cdot 0,64 = 0,026 \text{ МВт}$$

$$Q_{hm \text{ 9т1}}^S = 0,113 \cdot 0,64 = 0,072 \text{ МВт}$$

$$Q_{hm \text{ 9т2}}^S = 0,152 \cdot 0,64 = 0,097 \text{ МВт}$$

$$Q_{hm \text{ ш9т3}}^S = 0,148 \cdot 0,64 = 0,094 \text{ МВт}$$

Визначимо річну витрату теплоти на системи гарячого водопостачання за формулою:

					КРБ.192.ЦІ2022-2.1.26-ГМЗ.ГПВ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

$$Q_{hy} = 86400 \cdot (Q_{hm} \cdot n_0 + Q_{hm}^S \cdot (n_{oy} - n_o))$$

$$= 86400 \cdot (Q_{hm} \cdot 179 + Q_{hm}^S \cdot (360 - 179)), \text{ МДж}$$

де n_{oy} – прийнята для розрахунку кількість днів у році, 360 діб;

n_0 – протяжність періоду опалення, діб.

У табл. 1.5 та 1.6 наведено результати розрахунків максимальних теплових потоків та річних витрат теплоти на гаряче водопостачання будівель, теплопостачання яких здійснюється від котельні.

					КРБ.192.ЦІ2022-2.1.26-ГМЗ.ГПВ	Арк.
						18
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.5

Визначення теплових навантажень на котельню

Будівля	Пло-ща, м ²	Об'єм, м ³	N, спо- жи- вачів	Q _{макс.О.} , МВт	Q _{макс.В.} , МВт	Q _{рознр.ГВП} , МВт	ΣQ, МВт
Школа	3560	10 680	170	0,178	0,039	0,0288	0,2458
Садок	1182,5	3547	60	0,093	0,018	0,048	0,159
9-поверхівка 1-го типу (5 будинків)	7756	-	370	0,44	-	0,2712	3,556
9-поверхівка 1-го типу	10490	-	500	0,59	-	0,3648	0,9548
9-поверхівка 1-го типу	10210	-	487	0,57	-	0,3552	0,9252
						+8%:	6,308

Таблиця 1.6

Визначення річної витрати теплової енергії на котельню

Будівля	Q _{y.o.} , МВт	Q _{y.b.} , МВт	Q _{y.гвп} , МВт	ΣQ _y , (+5%), МДж
Школа	1275723	93170,81	303782,4	1 756 310
Садок	702426	45317,8	693446,4	1 513 250
9-поверхівка 1-го типу	3323306	-	2811370	32 207 045
9-поверхівка 1-го типу	4456251	-	3783888	8 652 146
9-поверхівка 1-го типу	4305191	-	3677702	8 382 039
				52 510 792

1.4.3 Визначення максимальної годинної та річної витрат газу на котельню

Виходячи з максимального теплового навантаження систем опалення, вентиляції та гарячого водопостачання, а також з урахуванням втрат теплоти в теплових мережах та власних потреб котельні (загалом +8%), визначаємо розрахункову годинну витрату газу для котельні за формулою:

$$V_k = (3,6 \cdot 10^3 \cdot Q_{omax}) / (Q_H^p \cdot \eta) = \\ = (3,6 \cdot 10^3 \cdot 6,308) / (34 \cdot 0,92) = 726 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Річні витрати газу на потреби теплопостачання від котельні

$$V_p = \frac{\sum Q_p}{Q_p^n \cdot \eta}, \text{ м}^3/\text{рік.}$$

$$V_p = \frac{Q_p}{Q_H^p \cdot \eta} = \frac{52\,510\,792}{34 \cdot 0,9} = 1\,716\,039 \text{ м}^3/\text{рік.}$$

1.5 Розрахунки газоспоживання іншими об'єктами

1.5.1 Розрахунки витрат газу підприємствами

Основою для розрахунку витрат газу підприємствами є номінальна теплова потужність газоспоживаючого обладнання, зокрема технологічного (з урахуванням режимів роботи) та для потреб теплопостачання.

Для підприємств максимальні годинні витрати газу визначаємо за номінальною теплопродуктивністю газоспоживаючого обладнання за формулою:

$$V_{\Gamma} = \frac{3,6 \cdot 10^3}{Q_H^p} \cdot \sum \frac{Q_{nomi}}{\eta_i},$$

					КРБ.192.ЦІ2022-2.1.26-ГМЗ.ГПВ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $Q_{\text{номі}}$ – номінальна теплова потужність i -го обладнання, яке використовує газ, МВт,

η_i – коефіцієнт корисної дії відповідного i -го обладнання.

Виходячи із попередньої формули, за значеннями коефіцієнта годинного максимуму із додатка Б [2] визначаємо річні витрати газу на потреби підприємств за формулою:

$$V_p = \frac{V_g}{k_{\text{max}}^h}$$

У табл. 1.7 наведено перелік газовикористовуючого обладнання підприємств у с. Хроли.

Таблиця 1.7

Перелік газовикористовуючого обладнання підприємств

Об'єкт	Газовикористовуюче обладнання
Виробництво ізоляційних будівельних матеріалів	Газові котли котельні (теплогенераторної); газові термообробні установки.
Деревообробне підприємство	Газові котли котельні (теплогенераторної); газові сушильні камери для деревини.
Металообробне підприємство	Газові котли котельні (теплогенераторної); газові печі термообробки, газові сушильні камери.
Фабрика дверей	Газові котли котельні (теплогенераторної); газові сушильні/фарбувальні камери.
Птахофабрика	Газові котли котельні (теплогенераторної); газові сушарки для кормів/помету.

Окремого розрахунку потребує визначення витрати повітря для розрахунку теплового потоку на вентиляцію птахофабрики.

Спочатку визначимо кількість птиці

$$N = S \times P,$$

де S – площа пташника, яка фактично доступна для утримання птиці (3000 м²);

P – густина розміщення, голів птиці на 1 м² (прийнято 5).

$N = 3000 * 5 = 15000$ птиць.

На кожен кілограм живої маси птиці в зимовий період повинно припадати щонайменше 0,7 м³ повітря на годину. Тоді витрата повітря

$$L = M \times q$$

де L – загальна необхідна кількість повітря, м³/год;

M – сумарна жива маса птиці в пташнику, кг (для розрахунку прийняте середнє значення 2 кг на птицю);

q – норма подачі повітря на 1 кг живої маси.

$$L = 2 * 15000 * 0,7 = 21000 \text{ м}^3/\text{год.}$$

У табл. 1.8 наведено результати розрахунків теплових потоків на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання, а також витрат газу (річних та макс. годинних) промислових підприємств.

Таблиця 1.8

Розрахунки витрат газу промисловими підприємствами

Будівля	Тепловий потік на опалення, вентиляцію та ГВП, МВт	Номинальна теплова потужність технологічного газоповикористовуючого обладнання, МВт	Загальна теплова потужність, МВт	Максимально-годинна витрата газу, м ³ /год	Річна витрата газу, м ³ /рік
Виробництво ізоляційних будівельних матеріалів	0,263	0,1	0,363	41,8	255154
Деревообробне підприємство	0,880	0,3	1,180	135,9	733615
Металообробне підприємство	0,557	0,4	0,957	110,1	418397

Будівля	Тепловий потік на опалення, вентиляцію та ГВП, МВт	Номінальна теплова потужність технологічного газо-використовуючого обладнання, МВт	Загальна теплова потужність, МВт	Максимально-годинна витрата газу, нм ³ /год	Річна витрата газу, нм ³ /рік
Фабрика дверей	0,514	0,1	0,614	70,6	381506
Птахофабрика	0,8	0,2	1,0	115,0	655682
				473,4	2 444 354

1.5.2 Розрахунки витрат газу громадськими будівлями з автономним теплопостачанням

Розрахунки витрат газу громадськими будівлями, для яких теплопостачання здійснюватиметься від теплогенераторних, виконано на основі розрахунку максимальним теплових потоків на опалення, вентиляцію (за наявності) та гаряче водопостачання.

У табл. 1.9 наведено результати розрахунків максимальних годинних витрат газу громадськими будівлями, а в табл. 1.10 – річних витрат газу на основі розрахунку річних витрат теплоти.

					КРБ.192.ЦІ2022-2.1.26-ГМЗ.ГПВ	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.9

**Розрахунки максимальних годинних витрат газу громадськими
будівлями на автономне теплопостачання**

Найменування будівлі	Опалювальна площа, м ²	Об'єм, м ³	Макс. теплове навантаження на опалення, МВт	Макс. теплове навантаження на вентиляцію, МВт	Макс. теплове навантаження на ГВП, МВт	Загальне максимальне теплове навантаження (+5%), МВт	Максимальна годинна витрата газу, нм ³ /год
Церква	1575	4725	0,091	0,056	0,013	0,168	19,5
Виправний центр	1250	3750	0,076	0,015	0,010	0,107	12,3
Лікарня	1785	5355	0,101	0,072	0,015	0,198	22,9
Магазин продовольчих товарів	422	1266	0,025	0,005	0,004	0,035	
Адміністративно-суспільний центр	1250	3750	0,084	0,015	0,010	0,115	13,4
Сільська рада	1250	3750	0,084	0,015	0,010	0,115	13,6
Відділення банку	718	2154	0,048	0,009	0,006	0,066	7,8
Усього			0,509		0,069	0,804	89,5

Таблиця 1.10

Розрахунки річних витрат газу громадськими будівлями на автономне теплопостачання

Найменування будівлі	Річне теплоспоживання на опалення, МДж	Річне теплоспоживання на вентиляцію, МДж	Річне теплоспоживання на гаряче водопостачання, МДж	Загальне річне теплоспоживання, МДж	Річні витрати газу, нм ³ /рік
Церква	721830	134214	152522	1008566	32482
Виправний центр	599527	36731	121049	757307	24390
Лікарня	799049	173090	172858	1144997	36876
Магазин продовольчих товарів	197902	11160	40866	249929	8049
Адміністративно-суспільний центр	666141	36731	121049	823921	26535
Сільська рада	666141	36731	121049	823921	26535
Відділення банку	382631	21098	69531	473260	15242
Усього	4033220	449755	798924	5281900	170110

1.6 Підсумкові значення витрат газу в с. Хроли

Для зручності подальших розрахунків загальне газоспоживання зведено до табл. 1.11.

Таблиця 1.11

Газоспоживання с. Хроли

Споживач/ вид споживання газу	Максимально- годинна витрата газу, нм ³ /год	Річні витрати газу, нм ³ /рік
Газопостачання підприємств		
Виробництво ізоляційних будівельних матеріалів	41,8	255154
Деревообробне підприємство	135,9	733615
Металообробне підприємство	110,1	418397
Фабрика дверей	70,6	381506
Птахофабрика	115,0	655682
Автономне теплопостачання громадських будівель		
Церква	19,5	32482
Виправний центр	12,3	24390
Лікарня	22,9	36876
Магазин продовольчих товарів	4,0	8049
Адміністративно- суспільний центр	13,4	26535
Сільська рада	13,6	26535
Відділення банку	7,8	15242
Помірно-централізоване теплопостачання		
Котельня №1	726	137283
Господарчо-побутові потреби населення		
Одноповерхова забудова	107,9	192600
9-поверхова забудова	132,4	144360
Усього	1533,3	3088707

1.7 Опис запроєктованої системи газопостачання с. Хроли

Для с. Хроли запроєктована двоступенева система газопостачання. На вибір типу системи газопостачання населеного пункту вплинули такі фактори.

Максимальна годинна витрата газу усіма споживачами с. Хроли становить 1533,3 нм³/год, з яких понад 75% – витрати газу на потреби виробництва та поміріно-централізованого теплопостачання.

На відстані понад 1500 м від села прокладений газопровід високого тиску II категорії від ГРС Харківського району Харківської області. Для газопостачання с. Хроли від вищезазначеного газопроводу запроєктовано підвідний газопровід високого тиску II категорії.

У с. Хроли природний газ використовується для господарчо-побутових потреб населення, автономного (опалення та гаряче водопостачання 89 приватних будинків, потреби теплопостачання окремих громадських будівель) та помірно-централізованого (котельня для теплопостачання 9-поверхових житлових будинків, дитячого садка та школи) теплопостачання, а також для виробничо-опалювальних потреб підприємств. Тому до підприємств, котельні та мережного ПРГ с. Хроли запроєктовано розподільні газопроводи високого тиску II категорії (перша ступінь), а від мережного ПРГ вздовж вулиць – газопроводи низького тиску (друга ступінь).

Схема газопроводів високого тиску II категорії – тупикова (кільцювання не передбачено). Біля точки підключення та на відгалуженнях до окремих зосереджених споживачів передбачені запірні пристрої на газопроводах.

Схема мережі газопроводів низького тиску – кільцева з тупиковими відгалуженнями відповідно до конфігурації вулиць села та розташування споживачів природного газу.

Враховуючи рельєф місцевості, необхідність дотримання мінімально допустимих відстаней від газопроводів до будівель і споруд, сусідніх інженерних мереж, встановлених нормативними документами [2, 3, 4, 5, 6], прийнята підземна прокладка газопроводів. Будівництво підземних

					КРБ.192.ЦІ2022-2.1.26-ГМЗ.ГПВ	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

газопроводів передбачено із застосуванням поліетиленових труб ПЕ80 ГАЗ SDR 11, SDR 17,6, які мають відповідати [7] .

1.8 Гідравлічні розрахунки розподільчих газопроводів с. Хроли

1.8.1 Гідравлічний розрахунок газопроводів високого тиску II категорії

Метою гідравлічного розрахунку мережі розподільних газопроводів високого тиску II категорії до с. Хроли є забезпечення пропуску максимально-годинної витрати газу за нормативних обмежень щодо втрат тиску та швидкості руху газу.

Для нових систем газопостачання виконується пряма задача гідравлічного розрахунку. Це дозволяє забезпечити оптимальні умови транспортування газу, стабільність тиску та відповідність вимогам безпеки.

За даними місцевого підрозділу газопостачальної організації надлишковий тиск газу в точці підключення становить 0,434 МПа. Для гідравлічного розрахунку надлишковий тиск газу в найбільш віддаленій точці мережі приймаємо не менше 0,35 МПа. Розрахунок виконуємо за абсолютного тиску природного газу. Гідравлічний розрахунок та його результати наведені у табл. 1.12

Таблиця 1.12

Гідравлічний розрахунок газопроводів високого тиску II категорії

№ з/п	Ділянка		L, м	Lp., м	V, нм³/год	P(абс.), МПа		Труба	
	П	К				П	К	Діаметр (зовн.)	Товщина стілки
1	1	2	1589	1747,9	1534	0,535	0,506	140	12,7
2	2	3	295	324,5	1419	0,506	0,498	125	11,4
3	3	6	191	210,1	1102	0,498	0,492	110	10
4	6	7	343	377,3	1060	0,492	0,481	110	10
5	7	кот. №1	546	600,6	726	0,481	0,456	90	8,2

					КРБ.192.ЦІ2022-2.1.26-ГМЗ.ГПВ	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

№ з/п	Ділянка		L, м	Lp., м	V, нм³/год	P(абс.), МПа		Труба	
	П	К				П	К	Діаметр (зовн.)	Товщина стілки
6	3	4	204	224,4	317	0,498	0,462	50	4,6
7	4	5	45	49,5	181	0,462	0,459	50	4,6
8	5	ПРГ14	304	334,4	71	0,459	0,455	50	4,6
9	2	ПРГ 15	35	38,5	115	0,506	0,504	40	3,7
10	4	ПРГ 12	37	40,7	136	0,462	0,458	40	3,7
11	5	ПРГ 13	51	56,1	110	0,459	0,455	40	3,7
12	6	ПРГ 11	58	63,8	42	0,492	0,491	40	3,7
13	7	ГРП	26	28,6	334	0,481	0,464	40	3,7

Схему газопроводів високого тиску II категорії до гідравлічного розрахунку наведено на рис.1

					КРБ.192.ЦІ2022-2.1.26-ГМЗ.ГПВ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



1.8.2 Гідравлічний розрахунок газопроводів низького тиску

Гідравлічний розрахунок розподільних газопроводів низького тиску с. Хроли виконано за схемою газопроводів із зазначенням вузлів, довжин ділянок, витрат газу на них з урахуванням вимог пунктів Г.4, Г.5, Г.8, Г.9, Г.15 [2].

На початку розрахунку для кожної ділянки мережі, з якої здійснюється відбір газу, визначаємо розрахункову довжину. Розрахункова довжина приймається залежно від характеру розбору газу: при односторонньому – половина фактичної довжини, при двосторонньому – повна довжина ділянки. На основі цих даних визначають питомі, шляхові та еквівалентні витрати газу, які використовуються для визначення транзитних та розрахункових витрат газу. Виконаний розрахунок шляхових та еквівалентних витрат газу наведено у табл. 1.13.

Таблиця 1.13

Розрахунок шляхових та еквівалентних витрат газу на ділянках мережі з розбором газу

№ ділянки	L, м	Розбір	L _p , м	v , нм ³ /(год·м)	V _{шл.} , нм ³ /год	V _{екв.} , нм ³ /год
1	2	3	4	5	6	7
21-22	118	односторонній	59	0,0917	5,4	2,7
19-20	217	двосторонній	217	0,0917	19,9	10,0
18-19	29	односторонній	14,5	0,0917	1,3	0,7
8-9	87	двосторонній	87	0,0917	8,0	4,0
5-6	139	односторонній	69,5	0,0917	6,4	3,2
4-5	301	двосторонній	301	0,0917	27,6	13,8
3-4	313	односторонній	156,5	0,0917	14,4	7,2
3-10	272	двосторонній	272	0,0917	24,9	12,5
			1176,5		107,9	

Після визначення розрахункових витрат газу на ділянках мережі з урахуванням шляхових та еквівалентних витрат газу, а також витрат газу у вузлових точках зосередженими споживачами, переходимо до виконання прямої задачі гідравлічного розрахунку – визначення діаметрів.

Втрати тиску в місцевих опорах враховано у розмірі 10% від втрат тиску на тертя. З урахуванням змішаної забудови, для одноповерхової забудови у найбільш віддалених точках тиск газу прийнято не менше 1500 Па, для багатоповерхової забудови – не менше 1800 Па.

Результати гідравлічних розрахунків наведені у табл. 1.14.

Таблиця 1.14

Гідравлічний розрахунок розподільних газопроводів низького тиску

с. Хроли

Ділянки		V, нм³/год	L, м	Lp, м	DзхS, мм	R, Па/м	ΔP, Па	Тиск, Па	
П	К							Рп	Рк
Напрям ГРП-1-13-26									
ГРП	1	333,8	24	26,4	180х10,3	1,2	31,68	3000	2968
1	15	282,2	81	89,1	180х10,3	0,91	81,081	2968	2887
15	14	274,4	59	64,9	180х10,3	0,87	56,463	2887	2831
14	13	260,8	32	35,2	160х9,1	1,29	45,408	2831	2785
13	16	124,4	75	82,5	125х7,1	1,18	97,35	2785	2688
16	18	101,5	74	81,4	110х6,3	1,33	108,262	2688	2580
18	19	100,9	29	31,9	110х6,3	1,33	42,427	2580	2537
19	20	90,3	217	238,7	110х6,3	1,15	274,505	2537	2263
20	21	80,3	107	117,7	110х6,3	0,92	108,284	2263	2155
21	22	77,6	118	129,8	110х6,3	0,87	112,926	2155	2042
22	23	74,9	71	78,1	110х6,3	0,84	65,604	2042	1976
23	24	57,5	7	7,7	90х5,2	1,31	10,087	1976	1966
24	25	34,8	50	55	75х4,3	1,3	71,5	1966	1894
25	26	17,4	65	71,5	63х3,6	0,9	64,35	1894	1830
				1109,9	R=	1,35			
Напрям ГРП-1-13-12-31									

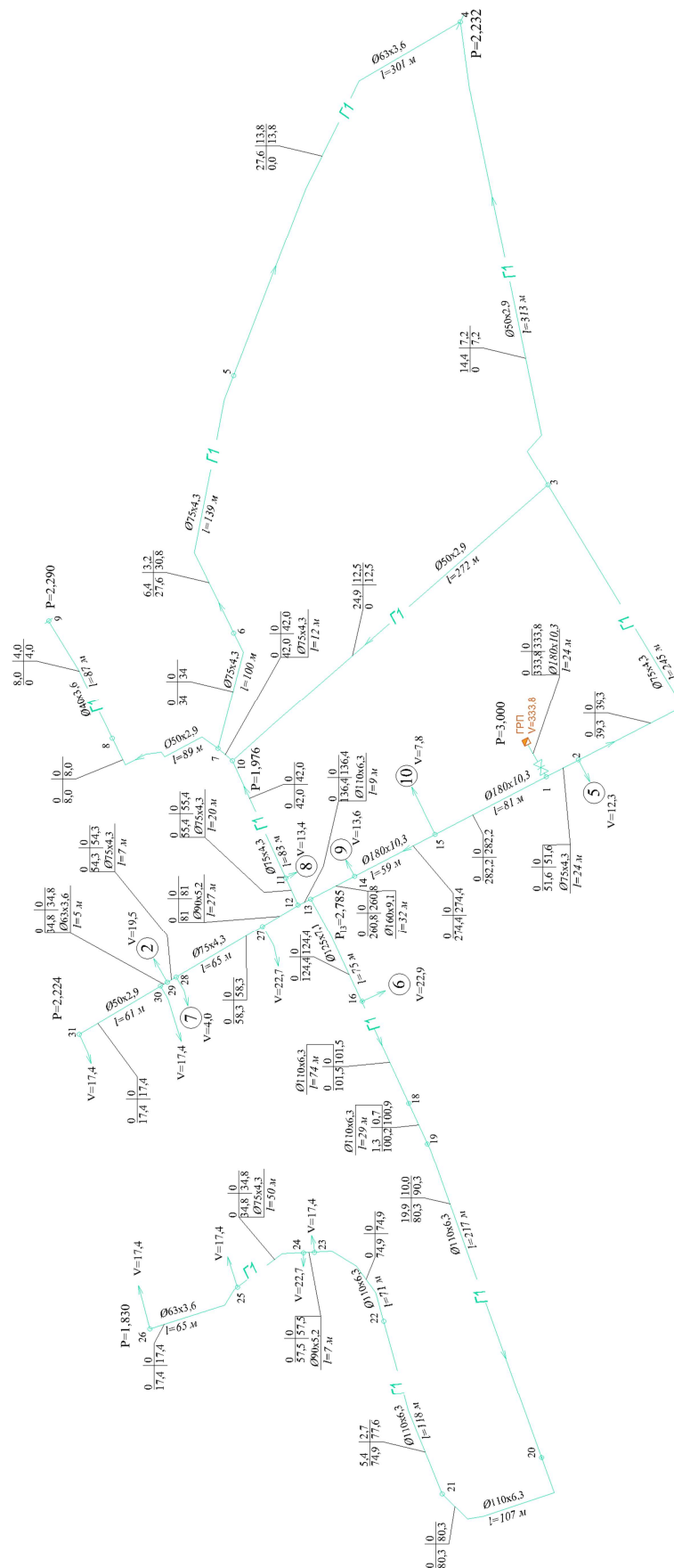
Ділянки		V, нм³/год	L, м	Lp, м	DзхS, мм	R, Па/м	ΔP, Па	Тиск, Па	
П	К							Рп	Рк
ГРП	1	333,8	24	26,4	180х10,3	1,2	31,68	3000	2968
1	15	282,2	81	89,1	180х10,3	0,91	81,081	2968	2887
15	14	274,4	59	64,9	180х10,3	0,87	56,463	2887	2831
14	13	260,8	32	35,2	160х9,1	1,29	45,408	2831	2785
13	12	136,4	9	9,9	110х6,3	2,24	22,176	2785	2763
12	27	81	27	29,7	90х5,2	2,5	74,25	2763	2689
27	28	58,3	65	71,5	75х4,3	3,5	250,25	2689	2439
28	29	54,3	7	7,7	75х4,3	3	23,1	2439	2416
29	30	34,8	5	5,5	63х3,6	3,05	16,775	2416	2399
30	31	17,4	61	67,1	50х2,9	2,6	174,46	2399	2224
				407	R=	3,69			

Напрям ГРП-1-13-12-10-7-9									
ГРП	1	333,8	24	26,4	180х10,3	1,2	31,68	3000	2968
1	15	282,2	81	89,1	180х10,3	0,91	81,081	2968	2887
15	14	274,4	59	64,9	180х10,3	0,87	56,463	2887	2831
14	13	260,8	32	35,2	160х9,1	1,29	45,408	2831	2785
13	12	136,4	9	9,9	110х6,3	2,24	22,176	2785	2763
12	11	55,4	20	22	75х4,3	2,8	61,6	2763	2702
11	10	42	83	91,3	75х4,3	1,82	166,166	2702	2535
10	7	42	12	13,2	75х4,3	1,82	24,024	2535	2511
7	8	8	89	97,9	50х2,9	0,7	68,53	2511	2443
8	9	4	87	95,7	40х3,7	1,6	153,12	2443	2290
				545,6	R=	2,75			
Напрям ГРП-1-13-7-4									
ГРП	1	333,8	24	26,4	180х10,3	1,2	31,68	3000	2968
1	15	282,2	81	89,1	180х10,3	0,91	81,081	2968	2887
15	14	274,4	59	64,9	180х10,3	0,87	56,463	2887	2831
14	13	260,8	32	35,2	160х9,1	1,29	45,408	2831	2785
13	12	136,4	9	9,9	110х6,3	2,24	22,176	2785	2763
12	11	55,4	20	22	75х4,3	2,8	61,6	2763	2702

					КРБ.192.ЦІ2022-2.1.26-ГМЗ.ГПВ				Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					34

11	10	42	83	91,3	75x4,3	1,82	166,166	2702	2535
10	7	42	12	13,2	75x4,3	1,82	24,024	2535	2511
7	6	34	100	110	75x4,3	1,2	132	2511	2379
6	5	30,8	139	152,9	75x4,3	1,1	168,19	2379	2211
5	4	13,8	301	331,1	63x3,6	0,53	175,483	2211	2036
				946	R=	1,59		ΔРдоп.	1500
Напряв ГРП-1-3-4									
ГРП	1	333,8	24	26,4	180x10,3	1,2	31,68	3000	2968
1	2	51,6	24	26,4	75x4,3	2,5	66	3000	2934
2	3	39,3	245	269,5	75x4,3	1,8	485,1	2934	2449
3	4	7,2	313	344,3	50x2,9	0,63	216,909	2449	2232
				666,6	R=	2,25		ΔРдоп.	1500
Напряв ГРП-1-3-10									
ГРП	1	333,8	24	26,4	180x10,3	1,2	31,68	3000	2968
1	2	51,6	24	26,4	75x4,3	2,5	66	3000	2934
2	3	39,3	245	269,5	75x4,3	1,8	485,1	2934	2449
3	10	12,5	272	299,2	50x2,9	1,58	472,736	2449	1976
				621,5	R=	2,41		ΔРдоп.	1500

Згідно з проведеними розрахунками запроєктовано систему газорозподільчих газопроводів, схему якої наведено на рис. 1.2.



**Рисунок 1.2. Схема розподільних газопроводів низького тиску
с. Хроли**

					КРБ.192.ЦІ2022-2.1.26-ГМЗ.ГПВ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

1.9 Пункт редукування газу мережний с. Хроли

Схемою системи газопостачання с. Хроли передбачено один мережний пункт редукування газу, а саме, газорегуляторний пункт блоковий. Цей ГРПБ призначений для зниження тиску газу із високого тиску II категорії до низького та утримання стабільного вихідного тиску незалежно від коливань витрати чи тиску газу на вході. Іншою функцією ГРПБ є автоматичне припинення подачі газу у разі аварійного підвищення або зниження вихідного тиску за межі допустимих значень, що забезпечує безпечну експлуатацію системи газопостачання населеного пункту та запобігає пошкодженню обладнання і виникненню аварійних ситуацій. Підбір основного обладнання ГРПБ виконаємо з урахуванням результатів гідравлічних розрахунків.

1.9.1 Підбір регулятора тиску газу

Для системи газопостачання села Хроли ГРПБ працюватиме з розрахунковою витратою природного газу 333,8 нм³/год. Пропускна здатність регулятора повинна бути на 15-20% більше розрахункової витрати газу.

За результатами гідравлічного розрахунку встановлено, що надлишковий тиск на вході до ГРПБ становить 0,363 МПа. Надлишковий тиск газу на виході з ГРПБ 3000 Па. Для роботи в таких умовах підібрано регулятор тиску газу РДНК-1000, технічні характеристики якого відповідають вимогам проєкту.

Для РДНК-1000: $V_{п} = 510$ нм³/год при $P_{вх.} = 0,36$ МПа (надл.),

Розрахуємо запас пропускної здатності:

$$(510-333,8) \cdot 100 / 333,8 = 52 \, \%$$

1.9.2 Підбір лічильника газу вузла обліку газу

Максимальна годинна витрата газу для ГРПБ за нормальних умов становить 333,8 м³/год. Для підбору лічильника газу необхідно витрату газу за нормальних умов привести до робочих параметрів:

$$V_{ГРП1.р.у.} = \frac{V_{н.у.} \cdot z \cdot T_{р.у.} \cdot P_{н.у.}}{P_{р.у.} \cdot T_{н.у.}} = \frac{333,8 \cdot 1 \cdot 283,15 \cdot 0,101325}{0,464 \cdot 273,15} = 75 \, \text{м}^3 / \text{год.}$$

					КРБ.192.ЦІ2022-2.1.26-ГМЗ.ГПВ	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З урахуванням отриманої витрати газу за робочих умов, обираємо для вузла обліку витрати газу лічильник газу GMS G65-80 у кліматичному виконанні У2, технічні параметри якого наведені нижче:

- максимальна витрата газу – 100 м³/год;
- номінальна витрата газу – 65 м³/год;
- мінімальна витрата газу – 1 м³/год;
- втрати тиску – не більше 200 Па;
- діаметр приєднання – 80 мм;
- максимальний надлишковий робочий тиск – 1,2 МПа.

Таким чином, обраний лічильник забезпечує необхідний запас пропускної здатності та відповідає умовам експлуатації.

Для перерахунку витрати газу з робочих умов на стандартні вузол обліку витрати газу комплектується також обчислювачем (коретором), датчиками температури та тиску газу.

1.9.3 Підбір фільтра газу

Використовуючи технічні дані щодо газових фільтрів, для встановлення в ГРП обираємо фільтр газу ФГ-80, який має приєднувальні патрубки діаметром 80 мм. Конструкція цього фільтра допускає роботу при входному тиску до 1,6 МПа.

Його пропускна здатність при входному тиску 0,3 МПа становить 755 м³/год, що відповідає робочим параметрам системи та забезпечує необхідний резерв для стабільної роботи. Максимальні втрати тиску на фільтрі не перевищують нормативних значень. Фільтр забезпечує надійне очищення газу від механічних домішок перед основним обладнанням ГРПБ.

1.10 Газопостачання 9-поверхового житлового будинку

1.10.1 Вихідні дані для проєктування

За завдання для 9-поверхового 3-секційного житлового будинку проєктується система газопостачання. Вихідними даними є плани 1 та

					КРБ.192.ЦІ2022-2.1.26-ГМЗ.ГПВ	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

типового поверхів житлового будинку в масштабі 1:100, результати гідравлічного розрахунку розподільних газопроводів низького тиску від ГРПБ с. Хроли.

У кухнях квартир передбачено встановлення газових плит ПГ-4 для приготування їжі, теплова потужність яких становить 9,5 кВт. Інших газовикористовуючих приладів для встановлення не передбачено.

Газопровід-ввід підключається до розподільного газопроводу низького тиску з мінімальним значенням тиску газу в точці підключення 1800 Па.

Прокладку газопроводу-вводу до будинку необхідно виконати підземно із використанням поліетиленових труб для горючих газів. Для будівництва надземної частини газопроводу-вводу, ввідних та внутрішніх газопроводів низького тиску застосовуються сталеві труби.

Подача газу до квартир повинна здійснюватися через окремими входами з установкою запірної арматури зовні.

Кухні мають об'єм 17 м³ та висоту 2,7 м. Кожне приміщення кухні має окремий витяжний вентиляційний канал відповідно до вимог [2, 8].

1.10.2 Визначення номінальної витрати газу приладами

Номінальна витрата газу для плити ПГ-4 визначається за тепловою потужністю пальників з урахуванням нижчої теплоти згорання газу.

$$V_{\text{номПГ4}} = 3,6 \frac{Q_{\text{пг-4}}}{Q_{\text{н}}} = 3,6 \frac{9,5}{34} = 1,005 \text{ нм}^3/\text{год},$$

де $Q_{\text{н}}$ – нижча теплота згорання природного газу (34 МДж/нм³).

1.10.3 Гідравлічний розрахунок газопроводів (газопровід-ввід та внутрішні)

Розрахунок починається від точки приєднання дворового газопроводу-вводу до вуличної мережі низького тиску, а кінцева точка головного розрахункового напрямку – найбільш віддалений газовий прилад. Згідно з

					КРБ.192.ЦІ2022-2.1.26-ГМЗ.ГПВ	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вимогами [н. Г.5, 2], найбільші втрати тиску у дворових та внутрішньобудинкових газопроводах – 600 Па. Додатково необхідно враховувати місцеві опори – лічильники газу та ПГ-4, що становлять відповідно 150 Па та 60 Па.

На основі цих даних визначимо розрахункові (допустимі) втрати тиску для головної магістралі:

$$\Delta P = \Delta P_{\text{макс.}} - \Delta P_{\text{ПГ}} - \Delta P_{\text{Л}}$$

$$\Delta P = 600 - 60 - 150 = 390 \text{ Па.}$$

Значення середньої питомої втрати тиску на тертя визначимо за відповідною формулою:

$$\bar{R} = \frac{\Delta P}{\sum l_p} = \frac{390}{155,7} = 2,5 \text{ Па/м.}$$

Після цього проводимо підбір діаметрів трубопроводів за цим критерієм та обчислення фактичних втрат тиску на кожній ділянці. Результати розрахунку наведені у табл. 1.15. Розрахунок проведено для двох напрямів - до останніх приладів Г. Ст. 9 та Г. Ст. 3.

Таблиця 1.15

Гідравлічний розрахунок газопроводів 9-поверхового житлового будинку

№ ділянки	$\sum V_{\text{ном}}$, нм ³ /год	Кількість квартир N, шт.	k_{sim}	$\sum V_p$, нм ³ /год	Геометр. довжина, м	Надбавка, %	Розрах. довжина, м	Dy, мм	R, Па/м	ΔP , Па
Напрямок 1 - Г. Ст. 9										
1-1'	81,41	81	0,214	17,42	30	25	37,5	50x2,9	2,6	97,5

					КРБ.192.ЦІ2022-2.1.26-ГМЗ.ГПВ					Арк.
										40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

№ ділянки	$\Sigma V_{\text{ном}}, \text{нм}^3/\text{год}$	Кількість квартир N, шт.	k_{sim}	$\Sigma V_p, \text{нм}^3/\text{год}$	Геометр. довжина, м	Надбавка, %	Розрах. довжина, м	Dy, мм	R, Па/м	$\Delta P, \text{Па}$
1'-2	81,41	81	0,214	17,42	3	25	3,8	48	2,5	9,4
2-3	54,27	54	0,222	12,05	13	25	16,3	45	2,3	37,4
3-4	45,23	45	0,225	10,18	9,5	25	11,9	42	2,2	26,1
4-5	36,18	36	0,229	8,29	6,5	25	8,1	38	2,6	21,1
5-6	27,14	27	0,231	6,27	9,5	25	11,9	38	1,8	21,4
6-7	18,09	18	0,237	4,29	6,5	25	8,1	33	1,6	13,0
7-8	9,05	9	0,258	2,33	11	25	13,8	26	1,45	19,9
8-9	8,04	8	0,265	2,13	3	20	3,6	26	1,4	5,0
9-10	7,04	7	0,28	1,97	3	20	3,6	26	1,3	4,7
10-11	6,03	6	0,28	1,69	3	20	3,6	26	1	3,6
11-12	5,03	5	0,29	1,46	3	20	3,6	26	0,9	3,2
12-13	4,02	4	0,35	1,41	3	20	3,6	21	3	10,8
13-14	3,02	3	0,45	1,36	3	20	3,6	21	2,8	10,1
14-15	2,01	2	0,65	1,31	3	20	3,6	21	2,5	9,0
15-16	1,01	1	1	1,01	2,7	20	3,2	21	1,8	5,8
16-ГП4	1,01	1	1	1,01	4	300	16,0	21	1,8	28,8
							155,7			327

Напрямок 1 - Г. Ст. 3										
1-1'	81,41	81	0,214	17,42	30	25	37,5	50	2,6	97,5
1'-2	81,41	81	0,214	17,42	3	25	3,8	48	2,5	9,4
2-17	27,14	27	0,231	6,27	9,5	25	11,9	38	1,8	21,4
17-18	18,09	18	0,237	4,29	6,5	25	8,1	33	1,6	13,0
18-19	9,05	9	0,258	2,33	11	25	13,8	26	1,45	19,9
19-20	8,04	8	0,265	2,13	3	20	3,6	26	1,4	5,0
20-21	7,04	7	0,28	1,97	3	20	3,6	26	1,3	4,7
21-22	6,03	6	0,28	1,69	3	20	3,6	26	1	3,6

					КРБ.192.ЦІ2022-2.1.26-ГМЗ.ГПВ					Арк.
										41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

22-23	5,03	5	0,29	1,46	3	20	3,6	26	0,9	3,2
23-24	4,02	4	0,35	1,41	3	20	3,6	21	3	10,8
24-25	3,02	3	0,45	1,36	3	20	3,6	21	2,8	10,1
25-26	2,01	2	0,65	1,31	3	20	3,6	21	2,5	9,0
26-27	1,01	1	1	1,01	2,7	20	3,2	21	1,8	5,8
27-ГП4	1,01	1	1	1,01	4	300	16,0	21	1,8	28,8
							119,4			242

Гідростатичний тиск для вертикальних ділянок:

$$\Delta P_{\text{гідр.}} = \pm H \cdot g \cdot (\rho_{\text{п}} - \rho_{\text{г}}) = 26,3 \cdot 9,81 \cdot (1,21 - 0,73) = 123,8 \text{ Па}$$

Виконаємо розрахунок сумарних втрат тиску для стояків 9 та 3:

$$\Sigma P_{\text{г.ст.3}} = 326 + 150 + 60 - 123 = 413 \text{ Па} < 600 \text{ Па.}$$

$$\Sigma P_{\text{г.ст.9}} = 242 + 150 + 60 - 123 = 329 \text{ Па} < 600 \text{ Па.}$$

Отримані підсумкові втрати тиску не перевищують допустимих, встановлених згідно з [2], тому діаметри труб приймаємо за результатами гідравлічного розрахунку.

Схема газопроводів до гідравлічного розрахунку зображена на рис. 1.3.

Схема газопроводів 9-поверхового житлового будинку (б/м)

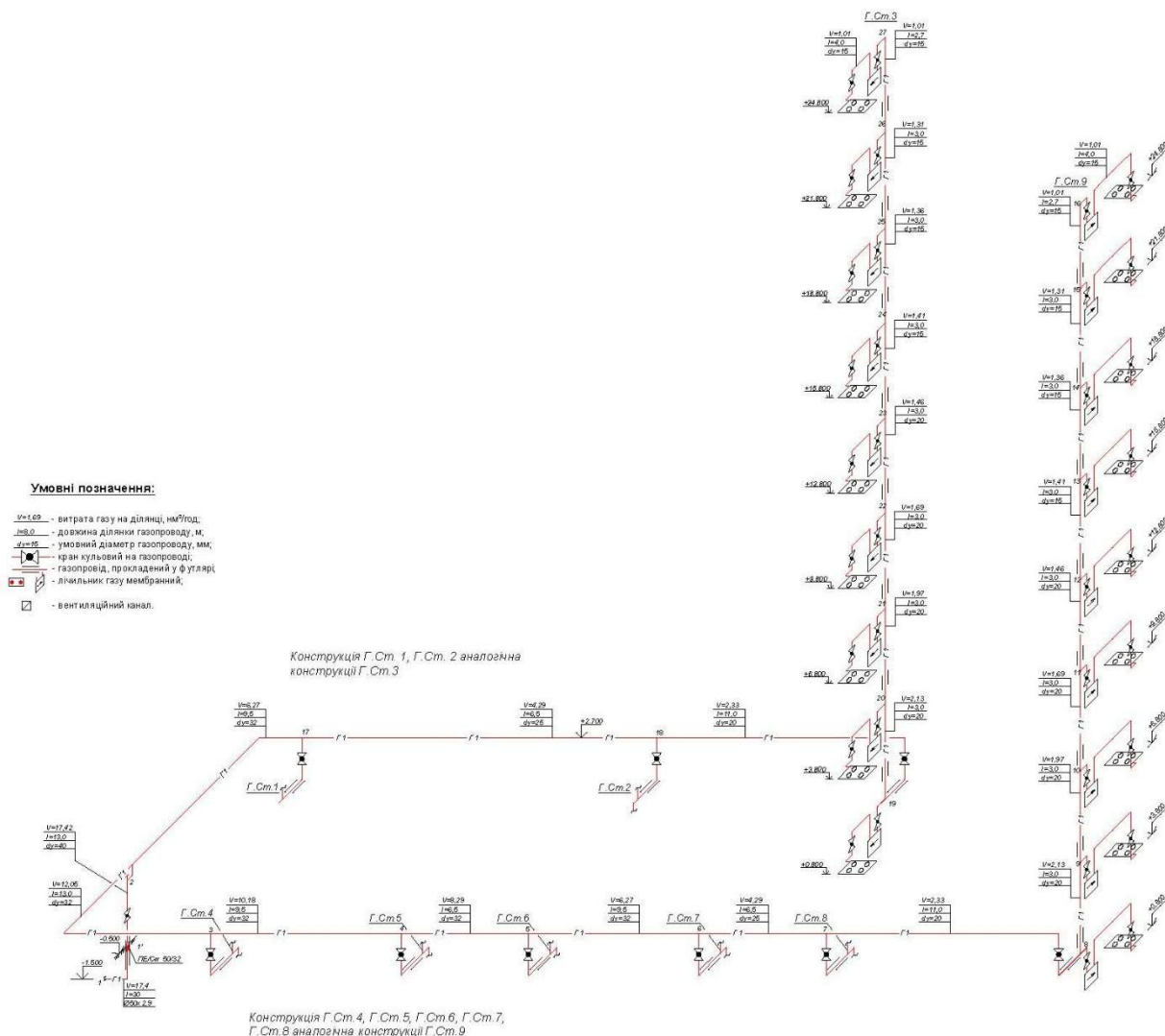


Рисунок 1.3. Розрахункова схема газопроводів 9-поверхового житлового будинку

2 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ БУДІВНИЦТВА СИСТЕМИ ГАЗОПОСТАЧАННЯ С. ХРОЛИ

					КРБ.192.ЦІ2022-2.1.26-ПОБ			
Зм.	Арк.	Зак.	№ док.	Підпис	Дата	Стадія	Арк.	Акрушів
Розробила		Ашєрова А.А					44	
Керівник		Бугай В.С.						
Консульт.		Бугай В.С.						
Нормоконтр.		Півненко Ю.О.						
Зав. кафедри		Чайка Ю.І.						
Організаційно-технологічні рішення будівництва системи газопостачання с. Хроли						ХНУМГ ім. О.М. Бекєтова, кафедра ТГВ, група ЦІ 2022-2		

2.1 Характеристика об'єкта

Проект передбачає улаштування газопостачання для с. Хроли у місті Харків, у подальших розрахунках використовуються відповідні кліматичні дані.

У даній роботі запроектовано схему газопроводів високого тиску II категорії та газорозподільчої системи низького тиску, яка підключається до неї через ГРП.

2.2 Характеристика умов будівництва

У підрозділі подано основну інформацію щодо умов будівництва та вихідних даних по об'єкту, на основі яких подальше обираються типи робіт.

Протяжність газопроводів – 4 км.

Тип ґрунту – 2.

Матеріал газопроводів – поліетиленові труби ПЕ 80 ГАЗ SDR 11.

2.3 Опис методу організації робіт

Для виконання робіт обрано поточний метод організації, згідно якому роботи розбиваються на захватки. Методом передбачено формування спеціалізованих бригад, які виконують окремі види робіт. Організаційно технологічна схема розробляється на основі тривалості кожного із процесів.

Після проведення необхідних розрахунків потреб часу, персоналу та матеріально-технічних затрат формується календарний графік, графік руху робочих кадрів та будівельний генеральний план.

2.4 Підготовчий етап

Перед початком монтажу здійснюються підготовчі роботи на майбутньому будівельному майданчику. Цей етап передбачає маркування осі та меж траншеї, прив'язку до постійних орієнтирів, а також встановлення геодезичних реперів. Усі точки перетину з наявними інженерними мережами погоджуються з обслуговуючими компаніями.

					КРБ.192.ЦІ2022-2.1.26-ПОБ	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Фізичне облаштування будівельного майданчика включає очищення смуги від чагарників та пнів, вирівнювання рельєфу та зняття родючого шару ґрунту у спеціальний відвал.

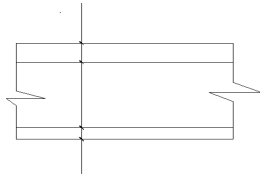
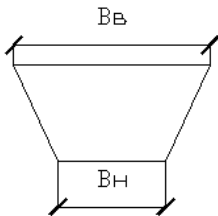
Для захисту робочої зони від підтоплення облаштовують систему відвідних каналів. Розгортають тимчасові під'їзди та монтують мережі освітлення.

2.5 Розрахунок обсягів будівельно-монтажних робіт

Для обчислення потреб у трудових ресурсах та затрат матеріалів попередньо визначаються обсяги робіт згідно [18].

Таблиця 2.1

Визначення обсягів будівельно-монтажних робіт

Найменування роботи	Ескізи та формули	Одиниця виміру	Всього	За захватками	
				1	2
1. Планування площ бульдозером зі зрізанням рослинного шару	 $V = (B_B + 30)L * S$	м ³	2592	1296	1296
2. Розробка ґрунту II групи екскаватором з ковшем ємністю 0,65м ³	 $V_M = \left(\frac{B_B + B_H}{2} \right) * H_{mp} * L$	100 м ³	77,15		
- у автомобіль			3,72	38,6	38,6
- у відвал			73,43		
	$V_A = 372м$ $V_B = 7343м$				

Найменування роботи	Ескізи та формули	Одиниця виміру	Всього	За захватками	
				1	2
3. Ручна доробка ґрунту	$V_p = 0,02 * V_M$	100 м³	1,54	0,77	0,77
4. Улаштування піщаної основи	$V = B_H * L * \sigma$	100 м³	3	1,5	1,5
5. Улаштування трубопроводів поліетиленових		м	4000	2000	2000
6. Випробування трубопроводів		м	4000	2000	2000
7. Зворотна засипка ґрунту	$V_3 = V_M + V_P$	100 м³	78,69	39,3	39,3
8. Пошарове ущільнення ґрунту	$V_{ущ} = V_3$	100 м³	78,69	39,3	39,3

2.6 Потреби матеріально-технічних та трудових ресурсів

Розрахунки втрат праці, машин і матеріалів наведено у табл. 2.2

Таблиця 2.2

Визначення витрат праці, машин та матеріалів

Найменування	Од.виміру	Обсяг	Витрати труда, люд/год		Витрати машин та механізмів			Матеріали		
			На од. виміру	Всього	Машин та механізмів	На од. виміру	Всього	Матеріал	На од. виміру	Всього
1.Підготовчі роботи	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.Планування площі бульдозером	1000м ²	129	0,39	50	Бульдозери потужністю 79 кВт [19]	0,39	50	-	-	-
3. Розробка ґрунту екскаватором ємн. 0,65м ³ - у автомобіль -у відвал	1000м ³	0,372 7,343	11,05 15,1	4,11 110,8	Екскаватори з ковшом, ємністю 0,65 м ³ ; [19] Бульдозери потужністю 79 кВт	7,65 32,81	2,84 240,1	-	-	-
4.Ручна доробка ґрунту	1000м ²	0,154	261,8	40,3	-	-	-	-	-	-
5.Улаштування піщаної основи	1м ³	300	0,69	207	Компресори пересувні із двигуном внутрішнього згоряння, тиск до 686 кПа (7 атм), подача 5 м ³ /хв. [19]	0,69 0,69	414	Вода	0,11	33

Найменування	Од.виміру	Обсяг	Витрати труда, люд/год		Витрати машин та механізмів			Матеріали		
			На од. виміру	Всього	Машин та механізмів	На од. виміру	Всього	Матеріал	На од. виміру	Всього
					Трамбовки пневматичні при роботі від компресора [19]					

6.Улаштування труб ПЕ	1000м	4	92,6	370,4	Автомобілі бортові, вантажопідйомність до 5 т	0,52	2,08	Труби поліетиленові, м	1010	4040
					Крани на автомобільному ході, вантажопідйомність 10 т	0,51	2,04			
					Апарати для стикового зварювання поліетиленових труб діаметром до 315 мм, потужність 3, 7 кВт	39,36	157,4			
					Електростанції пересувні, потужність 4 кВт[20]	39,36	157,4			

7.Випробування трубопроводів	1000м	4	52,2	208,8	Компресори пересувні з двигуном внутрішнього згоряння, тиск до 686 кПа (7 ат), продуктивність 2,2 м3/хв[20]	52,2	208,8	-	-	-
8.Зворотна засипка ґрунту	1000м 3	7,869	13,69	107,7	Бульдозери потужністю 79 кВт	10,37	81,6	-	-	-
9.Пошарове ущільнення ґрунту	1000м 3	7,869	22,81	179,49	Компресори пересувні з двигуном внутрішнього згоряння, тиск до 686 кПа (7 ат), продуктивність 2,2 м3/хв	4,45 17,85	35 140,5	-	-	-

Тривалість робіт визначають за формулою:

$$T = \frac{Q}{n \cdot m \cdot 8}, \text{ днів}$$

де Q – загальна машиномісткість/трудомісткість робіт, n - кількість змін роботи протягом доби; m – число машин/чисельність бригади.

Розрахунки тривалості робіт наведено у табл. 2.3.

					КРБ.192.ЦІ2022-2.1.26-ПОБ	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.3

Розрахунок тривалості робіт

Назва робіт	Од. виміру	Обсяг	Труд у люд.-год	Маш.-год	Склад персоналу бригади	К-ть змін	Трив, днів		
							Всього	Захватки	
								1	2
1.Підготовчі роботи	-	-	-	-	-	-	15	-	-
2.Планування площі бульдозером	1000м2	129	50	50	2	2	3	2	1
3. Розробка ґрунту екскаватором ємн. 0,65м3 - у автомобіль -у відвал	1000м3	0,372 7,343	4,11 110,8	2,84 240,1	2	2	15	7	8
4.Ручна доробка ґрунту	1000м2	0,154	40,3	-	4	2	2	1	1
5.Улаштування піщаної основи	1м3	300	207	414	8	2	13	7	6
6.Улаштування труб ПЕ	1000м	4	370,4	2,08 2,04 157,4	12	2	10	5	5
7.Випробування трубопроводів	1000м	4	208,8	208,8	4	2	3	-	-
8.Зворотна засипка ґрунту	1000м3	7,869	107,7	81,6	3	2	6	3	3
9.Пошарове ущільнення ґрунту	1000м3	7,869	179,49	35 140,5	3	2	9	5	4

					КРБ.192.ЦІ2022-2.1.26-ПОБ				Арк.
									51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

2.7 Календарний графік

Графік робіт розробляється на основі поточного виконання робіт. Траса поділена на ділянки та, відповідно до приведених попередньо даних по захваткам, проводяться земляні та монтажні роботи. Для випробування газопроводу не передбачено розподілення на захватки.

Такий підхід дозволяє максимально ефективний розподіл робочих кадрів по об'єкту та збалансоване навантаження машин та механізмів.

Календарний графік наведено у графічній частині.

					КРБ.192.ЦІ2022-2.1.26-ПОБ	Арк.
						52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ОХОРОНА ПРАЦІ

						КРБ.192.ЦІ2022-2.1.26-ОП			
Зм.	Арк.	Зак.	№ док.	Підпис	Дата	Охорона праці	Стадія	Арк.	Акрушів
Розробила		Ашєрова А.А						53	
Керівник		Бугай В.С.							
Консульт.		Косенко Н.О.							
Нормоконтр.		Півненко Ю.О.							
Зав. кафедри		Чайка Ю.І.					ХНУМГ ім. О.М. Бекєтова, кафедра ТГВ, група ЦІ 2022-2		

3.1 Комплекс завдань для забезпечення охорони праці на майданчику проєктування на законодавчому рівні

Регулювання питань безпеки праці під час розробки документації, будівельно-монтажних робіт, а також подальшого використання системи газопостачання с. Хроли Харківського району Харківської області здійснюється на підставі вимог законодавчих та нормативно-правових актів.

Правовою основою є Закон України «Про охорону праці» [9], який регламентує обов'язки проєктної організації та роботодавця щодо забезпечення нешкідливих умов праці. ДБН В 2.5.-20:2018 «Газопостачання» [2] та НПАОП 0.00-1.76-15 «Правила безпеки систем газопостачання» [6] є нормативною основою для технічних та організаційних рішень.

Об'єктом проєктування є система газопостачання села Хроли Харківської області, яка складається з газових мереж високого тиску II категорії та газорозподільчої мережі низького тиску. Проєкт передбачає виконання комплексу будівельно-монтажних робіт, застосування техніки, механізмів та інструментів. У ході технологічних робіт включені земляні роботи, монтаж газопроводів та встановлення газорегуляторного пункту.

Роботи потребують дотримання вимог охорони праці і вищенаведених нормативних документів. Превентивні рішення необхідні для забезпечення також цілісності навколишніх інженерних споруд та забудови відповідно до вимог [4] та для безперебійного газопостачання кінцевих споживачів.

3.2 Аналіз умов праці та виявлення потенційних небезпек на об'єкті проєктування

Проєктування газопроводів високого та низького тиску в с. Хроли Харківського району, а також встановлення газорегуляторного пункту блокового (ГРПБ) та підключення підприємств до системи газопостачання передбачає виконання комплексу робіт, пов'язаних із підвищеною небезпекою. Аналіз умов праці проведено відповідно до вимог [10].

					КРБ.192.ЦІ2022-2.1.26-ОП	Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Специфіка технологічних процесів зумовлює появу потенційних ризиків, які поділяються за природою на кілька груп [2, 6], які зведені до табл. 3.1.

Таблиця 3.1

**Групи шкідливих факторів під час виконання робіт з
газопостачання с. Хроли**

Фактор	Обґрунтування
Фізичні фактори	
Робота з обладнанням та механізмами	Рухомі частини зварювального обладнання, компресорів, електроінструменту
	Ризик травмування при переміщенні труб, вантажопідіймальних операціях
	Можливість обвалення ґрунту в траншеях
Мікроклімат та зовнішні умови	Знижена або підвищена температура повітря
	Підвищена вологість, опади, вітер, що впливають на безпеку робіт у траншеях
Шум і вібрація	Робота відбійних молотків, компресорів, зварювальних агрегатів
Освітленість	Недостатня освітленість траншей та робочих зон у темний час доби
Електробезпека	Підвищена напруга електрозварювальних апаратів

Фактор	Обґрунтування
	Ризик ураження електричним струмом при пошкодженні кабелів
Робота на висоті	Монтаж газопроводів по фасадах будівель або на опорах
Хімічні фактори	
Природний газ	Вибухонебезпечність газоповітряних сумішей
	Ризик загазованості при пошкодженні трубопроводу
	Токсичність при високих концентраціях та витіснення кисню
Продукти зварювання	Токсичність оксидів азоту, вуглецю, марганцю, заліза, які містяться у зварювальних аерозолях
Мастила, антикорозійні покриття, розчинники	Подразнення шкіри та слизових
Психофізіологічні фактори	
Статичні та динамічні фізичні перевантаження	Копання траншей, переміщення труб
Ризик помилок через втому	Підвищена відповідальність та емоційне напруження при роботах на діючих газопроводах

Повністю виключити ці фактори із технологічного процесу неможливо, що зумовлено характером виконуваних будівельно-монтажних робіт.

Виходячи з цього, необхідно розробити комплекс заходів з метою мінімізації ризиків.

3.3 Оцінювання професійних ризиків на об'єкті проєктування

В основі аналізу ризиків на виробництві лежить оцінка технологічних, матеріальних та соціальних наслідків від реалізації небезпеки. У табл. 3.2 наведено класифікацію на основі критеріїв [10] та методології [17]. При аналізі небезпеки розподіляються на такі категорії за рівнями серйозності:

I – катастрофічна;

II – критична;

III – гранична;

IV – незначна.

Таблиця 3.2

Класифікація небезпечних ситуацій за тяжкості наслідків

Небезпека	Категорія	Обґрунтування
Розгерметизація газопроводу високого тиску	I	Може спричинити вибух, загибель людей, руйнування системи.
Пошкодження газопроводу під час земляних робіт	II	Можливий витік газу, пожежа, травми.
Вибухонебезпечні концентрації в ГРП	I	Вибух ГРП – повне руйнування об'єкта.
Ураження електричним струмом	II	Може спричинити тяжкі травми.

Небезпека	Категорія	Обґрунтування
Пожежа через займання газу	II	Суттєві пошкодження та травми.
Травмування при монтажі	III	Невеликі травми, короточасна втрата працездатності.

Розглянемо наведені аварійні ситуації відповідно за класифікацією до рівню ймовірності. Згідно з [17] існують такі рівні ймовірності як:

A – часта ймовірність;

B – можлива;

C – випадкова;

D – віддалена;

E – неймовірна.

У табл. 3.3 зведений аналіз за рівнем ймовірності попередньо представлених небезпечних подій.

Таблиця 3.3

Класифікація небезпечних ситуацій за рівнем їх ймовірності

Небезпека	Рівень	Обґрунтування
Розгерметизація газопроводу високого тиску	C	Може трапитися при корозії, дефектах зварних швів.
Пошкодження під час земляних робіт	B	Часто трапляється при недотриманні глибини траншеї.
Вибухонебезпечні концентрації в ГРП	D	Трапляються у разі аварійних витоків природного газу під час розгерметизації обладнання, з'єднань, враховуючи

Небезпека	Рівень	Обґрунтування
		можливий недостатній повітрообмін в технологічному приміщенні ГРП
Ураження електричним струмом	C	Можливе при порушенні правил експлуатації.
Пожежа через займання газу	C	Може виникнути при витоку та наявності джерела запалювання.
Травмування при монтажі	B	Монтажні роботи завжди містять ризики.

Для інтеграції попередніх параметрів ймовірності та серйозності наслідків небезпек використовується матриця оцінки ризику, що розподіляє кожен із кодів ризику відповідно до ступеня небезпеки, які відповідають вимогам [9] щодо необхідності встановлення необхідних рівнів безпеки на місцях працевлаштування.

Класифікація наведена у табл. 3.4.

Таблиця 3.4

Класифікація небезпечних ситуацій за індексом рівню небезпеки

Небезпека	Категорія	Ймовірність	Код ризику	Ступінь ризику
Розгерметизація газопроводу високого тиску	I	C	1C	Надмірний
Пошкодження під час земляних робіт	II	B	2B	Гранично допустимий

Небезпека	Категорія	Ймовірність	Код ризику	Ступінь ризику
Вибухонебезпечні концентрації в ГРП	I	D	1D	Надмірний
Ураження електричним струмом	II	C	2C	Гранично допустимий
Пожежа через займання газу	II	C	2C	Гранично допустимий
Травмування при монтажі	III	B	3B	Прийнятний

На основі проведеної оцінки ризиків встановлені наступні ризики:

- надмірні ризики (1C, 1D), що потребують впровадження технічних заходів (герметизація, контроль тиску, автоматика безпеки та газоаналізatori);
- гранично допустимі ризики (2B, 2C), що потребують у першу чергу організаційних заходів (інструктажі, контроль дотримання технологій), а також технічних (футляри для трубопроводів у небезпечних відрізках, перевірка справності обладнання, система вентиляції в приміщеннях, замкнених просторах).
- прийнятні ризики (3B) можуть бути уникнені за рахунок організаційних заходів (засоби індивідуального захисту, контроль доступу сторонніх осіб та впровадження регламентів робіт).

3.4 Розробка організаційно-технічних заходів, спрямованих на покращення умов праці на об'єкті проєктування

На основі аналізу умов праці та оцінювання ризиків, сформуємо систему заходів для запобігання аварійних ситуацій та травматизму. Комплекс рішень розроблено відповідно до вимог [14].

До технічних заходів із забезпечення електробезпеки можна віднести:

- захисне заземлення зварювального обладнання відповідно до вимог безпеки у будівництві [14];
- автоматичне вимкнення живлення при пробії ізоляції;
- робота лише із засобами індивідуального захисту за вимогами [9].

До інженерно-технічних заходів під час виконання земляних робіт відносяться:

- улаштування укосів та кріплень при розробці ґрунту;
- організація бровки траншеї для запобігання обрушенню стінок під дією навантажень.

Заходами щодо вибухобезпеки та пожежної безпеки є:

- контроль загазованості – встановлення сигналізаторів газу (датчиків загазованості), які спрацьовують при досягненні 20% від НКМПП природного газу, згідно [2, 6];
- вентиляція робочої зони у приміщенні ГРП;
- наявність засобів пожежогасіння на будівельних майданчиках згідно з вимогами [16].

Для нормалізації мікроклімату, забезпечення нормованої освітленості та захисту від шуму:

- під час роботи на відкритому повітрі у несприятливих умовах регламентовані перерви для відпочинку у приміщенні, обладнаному відповідно до вимог [11], для запобігання переохолодження або

					КРБ.192.ЦІ2022-2.1.26-ОП	Арк.
						61
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

перегріву персоналу. Перерви мають становити від 10 до 20 % в залежності від температури та відносної вологості повітря у робочому середовищі та категорії робіт;

- захист від шуму згідно з вимогами [12] – протишумові навушники, беруші при роботі із компресорними установками під час випробування газопроводів;
- освітленість відповідно до вимог [15]: штучне освітлення майданчика у вечірній час за допомогою прожекторів та світильників для забезпечення достатньої освітленості у зонах монтажу та зварювання.

Організаційними заходами на покращення умов праці є:

- навчання персоналу, інструктажі; контроль допуску до зварювальних, земляних та газових робіт лише робітників віком старше 18 років, які пройшли навчання та медичний огляд і перевірку знань відповідно до [13];
- наряд-допуск до робіт, який визначає межі безпечної зони, конкретні заходи з безпеки та відповідальних осіб згідно з вимогами [6,14];
- знаки безпеки по периметру будівельного майданчика та заборонні знаки безпеки.

3.5 Висновки

Головною метою здійснення комплексного аналізу умов праці та рівня безпеки під час будівництва системи газопостачання с. Хроли є обґрунтування та забезпечення нешкідливих умов праці, які відповідають [9].

Основні виробничі небезпеки на об'єкті пов'язані із рухомими елементами будівельної техніки, ризиками під час земляних робіт та небезпекою витоку природного газу. Найбільш критичною за наслідками є робота з електрозварювальним обладнанням.

					КРБ.192.ЦІ2022-2.1.26-ОП	Арк.
						62
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оцінка ризиків дозволила запропонувати конкретні рішення у інженерно-технічній, будівельній сферах, з вибухопожежобезпеки, у санітарно-гігієнічній та у організаційній сферах.

Впроваджені заходи значно зменшують ступінь ризиків наведених ситуацій через використання засобів індивідуального захисту та дотримання встановлених правил безпеки. Зокрема «гранично допустимі» ризики знижуються до ступеню «припустимих» шляхом зниження ймовірності їх виникнення, що зменшує травматизм на об'єкті та можливість аварійних ситуацій.

					КРБ.192.ЦІ2022-2.1.26-ОП	Арк.
						63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. Офіц. вид. Київ, 2011. 122 с.
2. ДБН В.2.5-20:2018. Газопостачання зі Зміною № 1. Офіц. вид. Київ, 2020. 109 с.
3. ДБН В.2.5-39:2008. Теплові мережі зі Зміною № 1. Офіц. вид. К., 2018. 69 с.
4. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування і забудова територій. Офіц. вид. К., 2019. 177 с.
5. ДБН В.2.5-41:2009. Газопроводи з поліетиленових труб. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. Офіц. вид. К., 2010. 91 с.
6. НПАОП 0.00.-1.76-15. Правила безпеки систем газопостачання.
7. ДСТУ Б В.2.7-73-98 Труби поліетиленові для подачі горючих газів. Технічні умови. 39 с.
8. ДБН В.2.2-15-2019 зі Зміною № 1. Житлові будинки. Основні положення. Офіц. вид. К., 2022. 47 с.
9. Закон України “Про охорону праці” (В редакції Закону № 229-IV).
10. Наказ МОЗ України від 08.04.2014 № 248 «Про затвердження Державних санітарних норм та правил Гігієнічна класифікація праці...».
11. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.
12. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
13. НПАОП 0.00-4.12-05. Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці.
14. ДБН А.3.2-2-2009. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення.
15. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. Офіц. вид. К., 2018. 133 с.

					КРБ.192.ЦІ2022-2.1.26	Арк.
						64
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

16. НАПБ Б.01.008-2018. Правила експлуатації та типові норми належності вогнегасників.
17. ДСТУ EN ІЕС 31010:2022 Керування ризиками - методи оцінки ризиків.
18. Кошторисні норми України. Настанова з визначення вартості будівництва. Офіц. вид. К., 2021. 120 с.
19. КНУ РЕКНБ. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 1. Земляні роботи. Офіц. вид. К., 2021.
20. КНУ РЕКНБ. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 24. Теплопостачання та газопроводи – зовнішні мережі. Офіц. вид. К., 2021.

					КРБ.192.ЦІ2022-2.1.26	Арк.
						65
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		