

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет, відділення навчально-науковий інститут нафти і газу

Кафедра, циклова комісія кафедра теплогазопостачання, вентиляції та теплоенергетики

Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр

Напрямок підготовки _____
(шифр і назва)

Спеціальність 144 «Теплоенергетика»
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри, голова циклової
комісії Голік Ю.С.

_____ 2021 року

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ**

Назаренко Назарію Миколайовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту Теплоенергетичне проектування системи паливозабезпечення міста Лубенського району

керівник проекту (роботи) Гічов Юрій Олександрович, д.т.н., професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від "___" _____ 2021 року _____

2. Строк подання студентом проекту 11.06. 2021

3. Вихідні дані до проекту: генплан міста, кліматичні умови місця будівництва, характеристика природного газу.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. Проектування системи газопостачання міста. Розрахунок витрат природного газу за категоріями споживачів. Гідравлічний розрахунок газопроводів високого, середнього і низького тисків. Підбір регулюючої і запірної арматури. Проектування системи газопостачання житлового будинку. Експлуатація газопроводів.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) 6 листів А3 (генплан із схемами газопроводів міста, схеми систем газопостачання високого, середнього та низького тисків, проект газифікації житлового будинку, маршрутні карти, функціональні схеми автоматики газовикористовуючих приладів).

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
-			

7. Дата видачі завдання 26.04.2021

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Проектування системи газопостачання міста (відповідні обчислення, креслення та оформлення пояснювальної записки).	26.04 – 25.05. 2021 р.	
2	Проектування системи газопостачання житлового будинку (відповідні обчислення, креслення та оформлення пояснювальної записки).	26.05 – 2.06. 2021 р.	
3	Експлуатація газопроводів (відповідне оформлення пояснювальної записки та відповідні креслення). Функціональні схеми автоматики газовикористовуючих приладів	3.06 – 11.06. 2021 р.	

Студент _____
(підпис)

Керівник проекту _____
(підпис)

Назаренко Н.М. _____
(прізвище та ініціали)

Гічов Ю.О. _____
(прізвище та ініціали)

Зміст

Вступ.....	5
1. Вихідні дані для проектування	8
2. Проектування системи газопостачання населеного пункту	10
2.1. Характеристика населеного пункту	10
2.2. Визначення річних витрат газу на побутові та комунально-побутові потреби	12
2.3. Визначення годинних витрат газу на побутові та комунально-побутові потреби	16
2.4. Визначення годинних витрат газу на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання.....	18
2.5. Визначення витрат газу в кварталах населеного пункту	20
2.6. Витрати газу промисловими підприємствами.....	21
2.7. Визначення кількості ГРП та місця їх розташування.....	23
2.8. Трасування та гідравлічний розрахунок розподільної мережі низького тиску.....	24
2.9. Трасування газопроводів високого (середнього тиску) та їх гідравлічний розрахунок.....	34
3. Проектування газорегуляторного пункту.....	38
3.1. Влаштування ГРП.....	38
3.2 Підбір обладнання ГРП	39
4. Проект газопостачання житлового будинку	43
4.1. Конструювання системи газопостачання. Розміщення газових приладів.....	43
5. Аеродинамічні розрахунки.....	49
5.1 Розрахунок димоходів.....	49
5.2 Аеродинамічний розрахунок витяжної вентиляції.....	50
Висновок	53
Література	65

Вступ

Сучасні системи газопостачання – це складний комплекс, що складається з газорозподільних станцій (ГРС), газових мереж високого, середнього та низького тиску, газорегуляторних пунктів і установок (ГРП і ГРУ), і призначені для забезпечення газоподібним паливом населення, комунально-побутових, промислових і сільськогосподарських споживачів.

Система газопостачання повинна забезпечувати безперебійну і безпечну подачу газу споживачам, відрізнятися простотою і зручністю в експлуатації і передбачати можливість відключення окремих її елементів для проведення профілактичних, ремонтних і аварійно-відновлювальних робіт.

Масштаби і темпи розвитку газової промисловості та газопостачальних систем визначає видобуток газу, який стає основним споживаним паливом в країні. Природний газ є найбільш якісним паливом.

Газ, як високотехнологічний вид палива, дає можливість для будівництва на території Полтавської області нових об'єктів газоспоживання та газопостачання, що дозволить ліквідувати можливість формування дефіциту електричної потужності, підвищити надійність обласної енергосистеми і доступність централізованого теплопостачання.

Даний дипломний проект передбачає теплоенергетичне проектування системи паливозабезпечення міста Лубенського району.

Газифікація міста дозволить вирішити настільки актуальні в останні роки проблеми теплопостачання, а також значно поліпшити екологію міста.

У дипломному проекті необхідно виконати розрахунки і креслення двоступеневої системи газопостачання району міста, окремо розташованого, мережного газорегуляторного пункту (ГРП), системи газопостачання житлового багатоповерхового будинку, а також окремого елемента системи газопостачання.

Дипломний проект виконують на основі індивідуального завдання, яке має такі вихідні дані для проектування:

1. Генеральний план району населеного пункту із заданою поверховістю забудови.
2. План багатоповерхового будинку.
3. Кліматологічні характеристики об'єкта.
4. Характеристики природного газу – хімічний склад у % об.
5. Місце розташування газорозподільної станції (ГРС) відносно населеного пункту.
6. Газові прилади, що встановлюються у будинку.
7. Кількість промислових підприємств та річні витрати палива на них.
8. Елемент системи газопостачання, що підлягає детальному опрацюванню.

Графічна частина дипломного проекту виконується на двох аркушах формату А1. На першому листі розміщується генплан району міста з розташуванням промислових підприємств, газорозподільної станції (ГРС), газорегуляторного пункту (ГРП), котельних та комунально-побутових підприємств, що підключаються до газопроводу високого (середнього) тиску.

На генплані показують газові мережі високого, середнього і низького тиску, поверховість забудови, кількість населення, номери кварталів.

Розрахункові схеми газопроводів представляють у масштабі 1:5000. На них указують номери розрахункових ділянок, напрям руху газу, довжину, витрати газу, діаметри газопроводів, величину нев'язки втрат тиску в окремих кільцях газової мережі.

На другому листі розміщують креслення плану першого поверху житлового будинку в масштабі 1:100. На плані вказують розміщення газових приладів, об'єм і висоту приміщень, розташування газопроводів, газового лічильника вентиляційних та димових каналів. Перетин будинку виконується вздовж лінії внутрішнього домового газопроводу.

АксонOMETричну схему внутрішньодомового газопроводу представляють у масштабі 1:100. На схемі повинні бути вказані діаметри

газопроводів, запірна арматура, довжини та номери розрахункових ділянок, витрата газу по них, висотні відмітки, типи газових приладів.

По всіх видах газових мереж повинні бути складені специфікації трубопроводів, арматури і матеріалів, що застосовуються при монтажі систем.

На другому листі подаються креслення ГРП (план, перетин, аксонометрична схема) й креслення одного з елементів системи газопостачання.

1. Вихідні дані для проектування

За наведеним у завданні районом будівництва необхідно вибрати такі характеристики зовнішнього повітря:

- розрахункову температуру для опалення, що визначається за середньою температурою найбільш холодної п'ятиденки - $t_p = -23$ °С;
- середню температуру опалювального періоду - $t_c = -1,9$ °С;
- тривалість опалювального періоду - $n_o = 187$ дні;
- барометричний тиск - $P_o = 101320$ Па;

Повторюваність вітру за сторонами світу в зимовий і літній період року представлена в таблиці 1.

Таблиця 1 – Повторюваність вітру за сторонами світу в зимовий і літній період року

	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Теплий період	15	15	11	7	6	9	17	20
Холодний період	8	13	14	14	11	16	14	10

Хімічний склад у % за об'ємом природного газу визначається залежно від родовища газу в представлений в таблиці 2.

Таблиця 2 – Хімічний склад природного газу

ГАЗ	СН ₄	С ₂ Н ₆	С ₃ Н ₈	С ₄ Н ₁₀	С ₅ Н ₁₂	СО ₂	Н ₂
%	92,6	4,3	1,0	0,36	0,14	1,5	0,1

Теплота, що виділяється при спалюванні 1 м³ горючого газу при нормальних умовах та відсутності конденсації продуктів згорання, називається нижчою теплотою згорання і підраховується за формулою

$$Q_H^p = 358,8C_{H_4} + 643C_{C_2H_6} + 932C_{C_3H_8} + 1235C_{C_4H_{10}} + 1564C_{C_5H_{12}} = 37585,34, \text{ [кДж/нм}^3\text{]}$$

де C_{H_4} , $C_{C_2H_6}$... – об'ємна частка горючих компонентів газу заданого складу у відсотках.

Густина, або маса одиниці об'єму, горючого газу при нормальних умовах визначається за формулою:

$$\rho_G = 0,01(C_{H_4} \cdot \rho_{CH_4} + C_{C_2H_6} \cdot \rho_{C_2H_6} + C_{C_3H_8} \cdot \rho_{C_3H_8} + \dots + C_m H_n \cdot \rho_{C_m H_n} + CO_2 \cdot \rho_{CO_2} + N_2 \cdot \rho_{N_2}) = 0,773 \text{ [кг/нм}^3\text{]}.$$

де ρ_{CH_4} , $\rho_{C_2H_6}$... – густина складових компонентів газу [кг/нм³].

2. Проектування системи газопостачання населеного пункту

2.1. Характеристика населеного пункту

За генпланом, викресленим згідно із завданням, визначається площа житлової забудови кварталів, кожному із яких надається порядковий номер. Розрахунок площі виконується окремо по кожному району поверховості.

Число жителів у кожному кварталі і в цілому по району визначається за густотою житлового фонду, F (м²/га) або за густотою населення, n (люд/га) та величиною площі житлової забудови кварталів, S (га):

$$N_{KB} = \frac{S \cdot F}{f} = S \cdot n, \text{ (люд)} \quad (1)$$

Значення величин F та n для середньої норми житлової площі $f = 9$ м² на одного мешканця наведені в таблиці 3

Таблиця 3 – Густина житлового фонду, F , та густина населення, n

Поверховість збудови	9	5	3
F (м ² /га)	3900	3000	1900
n (люд/га)	467	356	222

Визначення кількості мешканців та витрат газу проводиться в табличній формі (таблиця 4).

У проекті умовно приймається, що кожен із кварталів має однакову забудову.

Відповідно до пануючого напрямку вітру на генплані розташовуються промислові підприємства, що вказані у завданні. Технологічні та вентиляційні газові викиди від промислових підприємств повинні зноситись вітром у сторону від житлових кварталів. Графічне зображення повторюваності вітру по сторонах світу в зимовий та літній період року розміщується на першому аркуші креслень.

2.2. Визначення річних витрат газу на побутові та комунально-побутові потреби

Річні витрати газу на приготування їжі і гарячої води в житлових будинках, а також технологічні потреби на комунально-побутових підприємствах слід визначати за нормами витрат теплоти.

Річні норми витрат теплоти в житлових будинках на одну людину $Q_i^{жс}$ залежно від рівня комфортності квартир наведені в ДБН В.2.5-20-2018 «Газопостачання» .

При наявності в квартирі газової плити (ПГ) і централізованого гарячого водопостачання (ЦГВ) $Q_i^{жс} = 2800$ МДж.

Для квартир, що обладнані газовими плитами (ПГ) і газовими водонагрівачами (ВПГ), $Q_i^{жс} = 8000$ МДж.

Для квартир, обладнаних тільки газовими плитами (ПГ), $Q_i^{жс} = 4800$ МДж.

Рівень комфортності квартир залежить від поверховості будинків і приймається в кожній зоні забудови згідно з таблицею 5.

Таблиця 5 – Рівень комфортності квартир, х

Кількість поверхів у будинках	Частина мешканців, у квартирах яких установлене вказане газове обладнання, част.од.		
	ПГ+ЦГВ	ПГ+ВПГ	ПГ
9	100	-	-
5	20	80	-
2	-	75	25

Річні витрати газу в житлових будинках визначаються відповідно до залежності

$$V_{зони}^{жс} = \frac{\sum N_i \cdot x_i \cdot Q_i^{жс}}{Q_H^p \cdot 10^{-3}}, \text{ (м}^3/\text{рік)} \quad (2)$$

де N_i – кількість мешканців, що проживають в окремому районі забудови населеного пункту;

x_i – частина мешканців району, що мають певний рівень комфортності, приймається згідно з таблицею 3. в част. од.;

Q_H^p – теплота згорання газу, кДж/нм³;

$Q_i^{жс}$ – річна норма витрат теплоти, МДж.

Витрати газу на громадські будинки визначаються для таких споживачів газу:

- немеханізованих та механізованих пралень;
- лазень;
- підприємств громадського харчування;
- лікарень, пологових будинків;
- шкіл, ВНЗ, технікумів – при застосуванні газу для лабораторних потреб; підприємств торгівлі, побутового обслуговування.

Кількість таких споживачів газу доцільно визначати в цілому по місту, витрати газу для них визначаються на одиницю споживання.

Для визначення кількості пралень приймають, що 20% всіх мешканців користуються немеханізованими пральними, а ще 10% та громадські організації користуються послугами механізованих пралень. Кількість білизни, що надходить від населення, складає 100 т за рік, а від громадських організацій – 50 т за рік на кожну тисячу населення.

Річна норма витрат теплоти на прання складає згідно з [2] $Q_{HM} = 12600$ МДж (для немеханізованих пралень), $Q_{MPI} = 18800$ МДж (для механізованих пралень, включаючи сушіння і прасування). Витрати теплоти на дезінфекцію білизни в парових камерах становлять $Q_D = 2240$ МДж.

Річну продуктивність однієї немеханізованої пральні приймають за 400...500 т білизни, а механізованої – 2000...3000 т.

Витрати газу на пральні визначають за залежностями відповідно:

- для немеханізованих:

$$V_{HPI} = \frac{0,02 \cdot N_M \cdot Q_{HM}}{n_{HPI} \cdot Q_H^P} = 149138 \text{ (м}^3\text{/рік)}, \quad (3)$$

- для механізованих:

$$V_{MPI} = \frac{0,06 \cdot N_M \cdot Q_{MPI}}{n_{MPI} \cdot Q_H^P} = 1335141 \text{ (м}^3\text{/рік)}, \quad (4)$$

де $n_{HPI} = 2$ та $n_{MPI} = 1$, – кількість немеханізованих та механізованих пралень відповідно.

Витрати газу на лазні визначають із розрахунку, що ними користуються жителі, $N_M^J = 12000$, які не мають у квартирах гарячого водопостачання, тобто 25% мешканців 2-поверхової забудови. Річні витрати теплоти доводяться ДБН В.2.5-20-2018 на одне миття і складають: для лазень із ваннами $Q_L = 50$ МДж.

Кількість лазень у місті $n_L = 1$, приймається із розрахунку обслуговування 15-20 тис. жителів за рік. Річні витрати газу на лазню складають:

$$V_L = \frac{N_M^J \cdot Q_L \cdot 54}{Q_H^P \cdot n_L \cdot 10^{-3}} = 26800 \text{ (м}^3\text{/рік)}, \quad (5)$$

Кількість підприємств громадського харчування визначається з умови, що в них харчується постійно 25-30 % усього населення. Додаткова пропускна спроможність їдальні при цьому буде не більше ніж 800-1000 чол. У зв'язку з цим значна частина підприємств громадського харчування буде обладнуватись електричними плитами, а частка мешканців міста, що відвідують газифіковані їдальні, зменшується до 10-15 %.

Річна норма витрат теплоти на приготування одного обіду складає $Q_{CO} = 4,2$ МДж, а одного сніданку або вечері – $Q_{CB} = 2,1$ МДж

Кількість газифікованих підприємств громадського харчування становить

$$n_c = \frac{0,1 \cdot N_M}{1000} = 5 \text{ шт} \quad (6)$$

Витрати газу на одне підприємство громадського харчування в населеному пункті визначаються за залежністю

$$V_C = \frac{(0,1 \dots 0,15) \cdot N_M \cdot (Q_{CO} + 2Q_{CB}) \cdot 365}{n_c \cdot Q_H^P \cdot 10^{-3}} = 72580,5 \text{ (м}^3\text{/рік)} \quad (7)$$

При визначенні витрат газу установами охорони здоров'я річні норми витрат теплоти на одне ліжко приймають $Q_{Ж} = 3200$ МДж (на приготування їжі) та $Q_{Г} = 9200$ МДж (на приготування гарячої води для господарсько-побутових потреб і лікувальних процедур, без прання білизни).

Кількість ліжок у лікарнях у населеному пункті визначають із розрахунку 13-14 ліжок на кожну тисячу мешканців. Кількість лікарень визначають із кількості ліжок в одній лікарні 200...300 шт.

Таким чином, кількість лікарень та пологових будинків визначається відповідно до залежності

$$n_{ЛК} = \frac{N_M \cdot (13 \dots 14)}{1000 \cdot (200 \dots 300)} = 2 \text{ шт} \quad (8)$$

Річні витрати газу на них обчислюються за формулою

$$V_{ЛК}^{нов} = \frac{N_M \cdot (13 \dots 14) \cdot (Q_{Ж} + Q_{Г})}{1000 \cdot Q_H^P \cdot n_{ЛК} \cdot 10^{-3}} = 24619,6, \text{ (м}^3\text{/рік)}. \quad (9)$$

Кількість шкіл у місті визначається з умови, що кількість школярів складає 19% усього населення, а типова школа розрахована на 1200-1500 учнів.

$$N_{шк} = \frac{0,19 \cdot N_M}{1200 \dots 1500} = 6 \text{ шт} \quad (10)$$

Річні витрати газу на одну школу

$$V_{шк} = \frac{0,19 \cdot N_M \cdot Q_{шк}}{n_{шк} \cdot Q_H^p \cdot 10^{-3}} = 1779 \text{ (м}^3\text{/рік)} \quad (11)$$

де $Q_{шк}$ – річна норма витрат теплоти на одного учня, приймається 50 МДж.

Річні витрати газу на потреби підприємств торгівлі, підприємств побутового обслуговування невиробничого характеру слід приймати до 5% від сумарних витрат газу на житлові будинки. Ці витрати газу визначають у цілому по місту і розподіляють по окремих районах пропорційно кількості населення.

Громадські будівлі розподіляються по окремих кварталах забудови, крім одноповерхових, пропорційно кількості населення.

Витрати газу в громадських та житлових будинках, крім механізованих фабрик-пралень і лазень, відносяться до газових мереж низького тиску.

2.3. Визначення годинних витрат газу на побутові та комунально-побутові потреби

Розрахункові годинні витрати при 0 °С і тиску газу 0,1 МПа визначаються як частка фізичних витрат газу, $V_{рлк}$, по окремих видах споживачів відповідно до формули:

$$V_{год} = K_m \cdot V_{рлк}, \text{ (м}^3\text{/год)}, \quad (12)$$

де K_m – коефіцієнт годинного максимуму (коефіцієнт переходу від річної витрати до максимальної розрахункової годинної витрати газу); V_{PIK} – річна витрата газу, м³/рік.

Коефіцієнт годинного максимуму приймають згідно з для кожного району газопостачання, мережі якого становлять самостійну систему, що гідравлічно не пов'язана із системами газопроводів того ж тиску інших районів.

Коефіцієнт годинного максимуму для житлових будинків (без опалення)
 $K_m = 2500$

Коефіцієнти годинного максимуму витрат газу в громадських будинках приймають згідно з таблицею 6.

Таблиця 6 – Коефіцієнти годинного максимуму витрат газу в громадських будинках

Підприємства	K_m	Підприємства	K_m
Лазні	1/2700	Хлібозаводи, хлібокомбінати	1/6000
Пральні	1/2900	Підприємства торгівлі та побутового обслуговування	1/2200
Їдальні, ресторани, кафе	1/2000		
Школи	1/2200	Лікарні	1/3000

Коефіцієнт годинного максимуму для громадських будинків. Результати розрахунків годинних витрат газу заносять у таблицю 7.

Таблиця 7 – Визначення годинних витрат газу

Споживач	Річні витрати м ³ /рік	K_m	Годинні витрати
Мех. пральні	1335140,6	2900	460,4

Нем. пральні	149138,0	2900	51,4
Лазні	26800,0	2700	9,9
Їдальні	72580,5	2000	36,3
Лікарні	24619,6	3000	8,2
Школи	1874,1	2200	0,9
Торгівля	292200,1	2200	132,8
Опалення в районі поверховості В	1880,3		

2.4. Визначення годинних витрат газу на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання

Витрати газу визначаються окремо для районів багатоповерхової забудови (більше від 1...3 - поверхової), де потреба в теплоті покривається районними котельнями, що підключаються до розподільних газопроводів середнього тиску, й окремо – для малоповерхових районів забудови, в яких відсутні мережі централізованого тепlopостачання, а опалення та гаряче водопостачання здійснюється від індивідуальних побутових котлів, що споживають газ із розподільних мереж низького тиску.

Для районних котелень максимальні годинні витрати газу на опалення, вентиляцію й гаряче водопостачання житлових і громадських будинків визначаються за залежністю

$$V_K = V_{OB} = \frac{(Q_o^{\text{ж}} + Q_o^{\text{г}} + Q_B^{\text{г}} + Q_{ГВ}) \cdot 3600}{Q_H^{\text{п}} \cdot \eta_K \cdot 10^{-3}} = 6267 \text{ (нм}^3\text{/год)}, \quad (13)$$

$Q_o^{\text{ж}}$ – максимальні розрахункові витрати теплоти на опалення житлових будинків(А,Б)

$Q_o^{\text{г}}$ – максимальні розрахункові витрати теплоти на опалення громадських будинків

Q_B^r – максимальні розрахункові витрати теплоти на вентиляцію громадських будинків

$Q_{ГВ}$ – максимальні розрахункові витрати теплоти на гаряче водопостачання, МВт,

де η_K – ККД районної котельні, $\eta_K = 0,8$.

Максимальні розрахункові витрати теплоти на опалення житлових будинків визначаються за формулою:

$$Q_O^k = q \cdot F \cdot 10^{-6} = 34,567 \text{ МВт}, \quad (14)$$

де $q = 77,8 \text{ Вт/м}^2$ – показник максимального теплового потоку на опалення житлових будинків на 1 м^2 загальної опалюваної площі в Вт/м^2 , приймається залежно від розрахункової зовнішньої температури],

$F_{Ж}$ – опалювана загальна площа житлових будинків у м^2 , визначається за нормою житлової площі на одного мешканця $f = 9 \div 14 \text{ м}^2$ та відомою кількістю жителів, N , мешкаючих у зоні дії районних котельень, за формулою

$$F_{Ж} = f \cdot N = 12 \cdot (14965 + 22061) = 444312 \text{ м}^2 \quad (15)$$

Розрахункові витрати теплоти на опалення та вентиляцію громадських будинків визначаються як частка теплоти на опалення житлових будинків згідно із залежностями:

$$Q_O^r = 0,25 \cdot Q_O^k = 8,641 \text{ МВт} \quad (16)$$

$$Q_B^r = 0,4 \cdot Q_O^r = 0,4 \cdot 0,25 \cdot Q_O^k = 0,1 \cdot Q_O^k = 3,457 \text{ МВт} \quad (17)$$

Максимальні витрати теплоти на гаряче водопостачання визначаються за формулою

$$Q_{ГВ} = (2,0 \dots 2,4) \cdot q_{ГВ} \cdot N_{ГВ} = 19,292 \text{ МВт} \quad (18)$$

де $q_{ГВ}$ – укрупнений показник середньогодинних витрат теплоти на гаряче водопостачання на одного мешканця при нормі витрат гарячої води 100 л на одного жителя за добу $q_{ГВ} = 0,35 \cdot 10^{-3} \text{ МВт/жит.}$,

$N_{ГВ}$ – кількість мешканців, проживаючих у районах із централізованим гарячим водопостачанням Витрати газу в цілому по місту, необхідно

розподілити по окремих котельнях, розташованих у кварталах заданої забудови. При цьому витрати газу на кожну із котельнь призначають відповідно до номінальних витрат газу та номінальних теплопродуктивностей найбільш поширених водогрійних котлів.

Розподілення та комплектація котельнь

Все теплове навантаження по місту доцільно розподілити на 3 котельні виходячи з умов того щоб в котельні було не більше 3 котлів і рівномірного забезпечення всіх споживачів, тоді ми маємо наступне:

- К1 (квартал№2) котли: ТВГ-8 $Q_K = 9,68$ МВт, - 3 шт $\Sigma Q=29,04$ МВт

- К2 (квартал№4) котли: КВГ-6,5 $Q_K = 7,6$ МВт, - 3 шт $\Sigma Q=22,8$ МВт

- К3 (квартал№3) котли: ТВГ-4 $Q_K = 4,7$ МВт, - 1 шт $\Sigma Q=14,1$ МВт

$V_{\text{кот1}}=3476,8$ нм³/год,

$V_{\text{кот2}}=2729,8$ нм³/год

$V_{\text{кот3}}=1688,2$ нм³/год

Розрахункові витрати газу в побутових котлах визначаються за формулою

$$V_o = \frac{q \cdot f \cdot (N_M - N) \cdot 3,6}{Q_H^p \cdot \eta_{\text{ПК}}} \text{ нм}^3/\text{ГОД} \quad (19)$$

де $\eta_{\text{ПК}}$ – ККД побутових котлів, $\eta_{\text{ПК}} = 0,8$.

2.5. Визначення витрат газу в кварталах населеного пункту

Годинні витрати газу в окремому кварталі приймаються як сума максимальних годинних витрат газу приладами споживачів, підключеними до розподільних газових мереж низького тиску і розташованими в кварталі. При цьому квартальні витрати газу на побутові потреби в житлових будинках та годинні витрати на потреби підприємств торгівлі й побутового обслуговування невиробничого характеру визначаються пропорційно кількості мешканців кварталу.

Таким чином, годинні витрати газу в кожному кварталі визначатимуться відповідно до залежності:

$$V_{KB} = V_{KB}^{\text{Ж}} + V_{KB}^{\text{Г}} + V_{KB}^{\text{М}} + V_{KB}^{\text{О}}, \text{ нм}^3/\text{год}, \quad (20)$$

де $V_{KB}^{\text{Ж}}$, $V_{KB}^{\text{М}}$ – годинні відповідні витрати газу в окремому кварталі заданого району забудови. Для кварталів малоповерхової забудови витрати газу по кварталу будуть включати також і витрати газу на опалення:

$V_{KB}^{\text{Г}}$ – годинні витрати газу громадськими будинками, розташованими в кварталі, нм³/год. Результати розрахунків див. табл. 1.

2.6. Витрати газу промисловими підприємствами

На території населеного пункту розташовані 5 промислових підприємств з указаними в завданні річними витратами газу V_{III} , нм³/рік. Рекомендується прийняти, що 70% цих витрат використовується для технологічних потреб виробництва, а 30% – для виробничо-опалювальних котелень. Указане співвідношення залежить від призначення промислового підприємства. Розрахункові годинні витрати газу підраховуються за допомогою величини m – кількості годин користування максимальними витратами газу, год/рік, відповідно до залежності

$$V_p = \frac{V_{\text{III}}}{m}, \text{ нм}^3/\text{год} \quad (21)$$

Величину $m=4000$ годин при визначенні витрат газу на технологічні потреби приймають за довідниковими даними в межах від 6000...7000 (для підприємств, що працюють у три зміни) до 3000...4000 (при однозмінній роботі підприємств). Для опалювально-виробничих котелень кількість годин користування максимальними витратами, m , визначається за залежністю

$$m_{\text{OK}} = 24 \cdot n_{\text{оп}} \frac{t_{\text{BH}} - t_{\text{CO}}}{t_{\text{BH}} - t_{\text{PO}}} = 2178,3 \text{ год/рік} \quad (22)$$

де $n_{\text{оп}}$ – тривалість опалювального періоду, 187 діб;

t_{BH} – внутрішня температура у виробничих приміщеннях, приймається рівною 18 °С;

t_{CO} – середня температура за опалювальний період, -1,9°С;

t_{PO} – розрахункова зовнішня температура повітря, -23°С.

Таблиця 8 – Визначення витрат газу промисловими підприємствами

№ промислового підприємства	Число годин роботи за добу	Річні витрати газу, м ³ /рік		Кількість годин користування максимумом, год/рік		Годинні витрати газу, м ³ /год		Загальні розрахункові витрати газу, м ³ /год
		на технологію	на опалення	на технологію	на опалення	на технологію	на опалення	
1,2,3,4	8	700000	300000	4000	2178,3	175	137,7	312,7
5	8	1400000	600000	4000	2178,3	350	275,4	625,4

Споживання паливного газу хлібозаводами розраховується із норми споживання хлібобулочних виробів 219 т за рік на кожну тисячу мешканців (600 г на одну людину за добу). Норма витрат теплоти на випічку формового хліба складає $Q_i^x = 2500$ МДж на 1 т, на випічку подового хліба, батонів та здоби $Q_i^x = 5450$ МДж, а на випічку 1 т кондитерських виробів $Q_i^x = 7750$ МДж.

Таким чином, кількість хлібозаводів у населеному пункті визначається за формулою

$$n_x = \frac{0,219 \cdot N_M}{(25 \dots 100) \cdot 365} = 1 \text{ шт}, \quad (23)$$

а річні витрати газу на технологічні потреби хлібозаводу розраховуються відповідно до залежності :

$$V_x = \frac{\sum 0,219 \cdot N_M \cdot Q_i^x \cdot r_i}{Q_H^p \cdot n_x \cdot 10^{-3}} = 1226106 \text{ м}^3/\text{рік}, \quad (24)$$

де r_i – частка хлібопродуктів певного виду, які випікаються.

Формовий хліб – 40%

Подовий хліб та батони – 40%

Кондитерські вироби – 20%

25...100 – добова продуктивність хлібозаводу, т/добу.

2.7. Визначення кількості ГРП та місця їх розташування

Оптимальна кількість ГРП визначається за загальними витратами газу споживачами низького тиску всіх кварталів $\sum V_{KB}$ та оптимальним навантаженням одного ГРП, V_{OPT} , за формулою $n_{ГРП} = \frac{\sum V_{KB}}{V_{OPT}} = 2$ шт.

Оптимальне навантаження одного ГРП знаходять за відомою величиною густоти населення, n , питомих витрат газу на одного мешканця, e , $\text{нм}^3/\text{год}$, та величини оптимального радіуса дії ГРП, R , м, відповідно до залежності

$$V_{OPT} = \frac{n \cdot e \cdot R^2}{5000} = 2446,2 \quad (25)$$

Оптимальний радіус дії ГРП визначається за формулою

$$R = 7,8 \frac{c^{0,388} \cdot (0,1 \cdot \Delta p)^{0,081}}{\varphi^{0,245} \cdot (n \cdot e)^{0,143}} = 562,7 \text{ м}, \quad (26)$$

де c – вартість одного ГРП, крб. (у цінах до 1980 р.), приймаємо $c = 7000$ крб.,

Δp – розрахунковий перепад тиску газу в мережі низького тиску, $\Delta p = 1200$ Па;

φ – коефіцієнт густоти мережі низького тиску, $\varphi = 0,0075 + 0,003 \frac{n}{100} = 0,0185$;

e – питомі витрати газу низького тиску на одного жителя

$$e = \frac{\sum V_{KB}}{N_M} = 0,1058 \text{ нм}^3/\text{люд}, \quad (27)$$

де n – густина населення, визначається як середня величина по району, що обслуговується одним ГРП,

$$n = \frac{N_M}{\sum S} = 365, \text{ (люд/га)}, \quad (28)$$

де $\sum S$ – загальна площа житлової забудови кварталів, га.

Після визначення кількості ГРП та оптимального радіуса виконується їх розміщення на генплані міста таким чином, щоб зони їх дії не накладались і, по можливості, перекривали більшу частину газифікованої території міста.

Місце розташування ГРП повинно бути в безпосередній близькості від центрів зон обслуговування, з урахуванням допустимої відстані до інших інженерних споруд. Але в цій роботі ми умовно приймаємо що наше місто забезпечується одним ГРП розташованим у центрі міста і всі подальші розрахунки ведемо виходячи з цього спрощення.

2.8. Трасування та гідравлічний розрахунок розподільної мережі низького тиску

Розподільна мережа низького тиску проектується змішаною: п'ять–шість центральних кварталів населеного пункту повинні мати кільцеві мережі, а решта – тупикові.

При проектуванні особливу увагу необхідно приділити поточкорозподіленню газу по ділянках газопроводу. При цьому слід керуватись наступними правилами:

а) газ від ГРП до споживачів повинен направлятися найкоротшим шляхом;

б) газ не повинен вертатись до ГРП;

в) точка сходження потоків газу («нульова» точка) має бути симетричною до точки підведення газу;

г) у кожному із кілець загальна довжина газопроводів, що транспортують

газ за годинною стрілкою, повинна бути рівною довжині газопроводів, по яких газ рухається проти годинної стрілки;

д) газопроводи довжиною більше ніж 300...400 м доцільно розділити на дві розрахункові ділянки;

е) нульові точки можуть бути розташовані в будь-якій точці кільцевих розподільних мереж з урахуванням вимог, викладених у пп. а)...д).

Розрахункові витрати газу по окремих ділянках газопроводу визначають після нумерації розрахункових ділянок. Її виконують, призначаючи поточний номер кожній із точок розгалуження та злиття потоків газу, від ГРП до "нульових точок", по всіх можливих напрямках руху газу.

Після цього визначають питомі квартальні витрати газу, що припадають на 1м довжини газопроводу. Розрахунок виконується для кожного кварталу або групи кварталів одного району забудови за формулою

$$V_{\text{ПІТ}}^{KB} = \frac{\sum V_{KB}}{\sum l}, \text{ нм}^3/\text{1 пог.м.} \quad (29)$$

де $V_{\text{ПІТ}}^{KB}$ – питомі квартальні витрати газу;

$\sum V_{KB}$ – сума витрат газу по кварталах забудови з однаковою кількістю поверхів, нм³/год;

$\sum l$ – сумарна довжина газопроводів, що забезпечують подачу газу кварталам, для яких визначаються питомі витрати.

Питомі витрати газу на розрахункових ділянках газопроводу визначаються за ормулами:

- для газопроводів, що забезпечують газом один квартал: $V_{\text{ПІТ}} = V_{\text{ПІТ}}^{KB}$;
- для газопроводів двохсторонньої роздачі газу двом сусіднім кварталам

$$V_{\text{ПІТ}} = V_{\text{ПІТ}}^{KVI} + V_{\text{ПІТ}}^{KVI} \quad (30)$$

Розрахунок шляхових витрат газу виконується з умови рівномірної роздачі газу по всій довжині газопроводів низького тиску згідно із залежністю:

$$V_{\text{ПІ}} = V_{\text{ПІТ}} \cdot l_i, \text{ нм}^3/\text{ГОД}, \quad (31)$$

де V_{Π_i} – шляхові витрати газу на ділянці газопроводу довжиною l_i .

За відомими шляховими визначаються еквівалентні $V_{ЕКВ}$ та транзитні $V_{ТР}$ витрати газу:

$$V_{ЕКВ_i} = 0,55 \cdot V_{\Pi_i}, \text{ нм}^3/\text{год} \quad (32)$$

$$V_{ТР_{i+1}} = \sum (V_{ТР_i} + V_{\Pi_i}), \text{ нм}^3/\text{год} \quad (33)$$

На ділянках газопроводів, що закінчуються "нульовою" точкою, транзитні витрати будуть рівні нулю. Розрахунок транзитних витрат здійснюється послідовно від кінцевих ділянок газопроводу до ГРП проти руху газу.

Розрахункові витрати визначаються як сума транзитних і еквівалентних витрат газу:

$$V_{P_i} = V_{ТР_i} + V_{ЕКВ_i}, \quad (34)$$

Визначення розрахункових витрат доцільно вести в табличній формі (табл.9).

Таблиця 9 – Визначення витрат газу по ділянках газопроводу низького тиску

Номер ділянки	Довжина ділянки, м	Питомі витрати на ділянці, $V_{ПИТ}$	Витрати газу на ділянці			
			V_{Π}	$V_{ЕКВ}$	$V_{ТР}$	V_P
			нм ³ /год			
1-2	50	0	0	0	4706,6	4706,6
2-3	80	0,2878	23,0	12,7	3731,5	3744,1
3-4	440	0,234	103,0	56,6	1606,4	1663,0
4-5	300	0,3764	112,9	62,1	451,9	514,1
5-6	510	0,1348	68,7	37,8	206,8	244,6
6-8	818	0,5057	413,7	227,5	0,0	227,5
2-9	200	0,2878	57,6	31,7	894,6	926,3
9-10	450	0,5086	228,9	125,9	120,2	246,1
10-11	440	0,2732	120,2	66,1	0,0	66,1

9-12	440	0,3816	167,9	92,3	128,7	221,0
12-11	450	0,5148	231,7	127,4	0,0	127,4
4-12	280	0,35	98,0	53,9	103,0	156,9
5-13	730	0,2416	176,4	97,0	0,0	97,0
4-14	510	0,2604	132,8	73,0	707,7	780,8
14-6	300	0,6405	192,2	105,7	206,8	312,5
14-15	17,4	0,6313	11,0	6,0	297,8	303,8
15-16	430	1,1934	513,2	282,2	148,1	430,4
16-8	108	0,5057	54,6	30,0	0,0	30,0
16-18	136	0,6877	93,5	51,4	0,0	51,4
3-17	310	0,305	94,6	52,0	1927,6	1979,6
17-15	482	0,8133	392,0	215,6	363,5	579,2
22-18	346	0,6877	237,9	130,9	0,0	130,9
17-22	430	1,1929	512,9	282,1	237,9	520,1
17-19	410	0,6846	280,7	154,4	140,5	294,8
19-20	590	0,1794	105,8	58,2	34,6	92,8
20-21	482	0,2354	113,5	62,4	0,0	62,4
9-20	410	0,4148	170,1	93,5	78,9	172,4
			4706,6			

Для перевірки правильності визначення витрат газу необхідно визначити суму шляхових витрат по всіх, без винятку, ділянках газопроводу, а також суму транзитних і шляхових витрат тільки по ділянках, прилеглих до ГРП.

Одержаний результат має бути рівним загальним витратам газу на всі квартали населеного пункту.

$$\Sigma V_{\Pi} = \Sigma(V_{TP} + V_{\Pi})_{ГРП} = \Sigma V_{KB} \pm 5\% \quad (35)$$

Гідравлічний розрахунок газопроводів починають із найбільш віддаленого напрямку руху від ГРП до "нульової" точки. Подальші розрахунки

виконують за напрямками, довжина яких буде меншою за попередньо розраховану.

Розрахункові витрати тиску від ГРП до кожної із «нульових» точок визначаються за різницею тиску газу за ГРП $P_{ГРП}$ і в «нульовій» точці P_0 :

$$\Delta P_p = P_{ГРП} - P_0, \quad (36)$$

де $P_{ГРП}$ – тиск газу після ГРП, приймається рівним 3 кПа;

P_0 – тиск у "нульовій" точці розподільного газопроводу складає 1,8 кПа (для садибної забудови допускається 1,5 кПа);

ΔP_p – розрахункові витрати тиску в газопроводі низького тиску, $\Delta P_p = 1200$ Па (для садибної забудови $\Delta P_p = 1500$ Па).

Падіння тиску на будь-якій ділянці газопроводу визначається з урахуванням поправки на відмінність дійсної густини газу від густини, для якої складені таблиці чи номограми для гідравлічного розрахунку за формулою

$$\Delta P_{\rho_i} = R_i \cdot l_{\Pi i} \frac{\rho_r}{\rho_t}, \text{ Па}, \quad (37)$$

де R_i – питомі втрати тиску на 1 пог.м. довжини газопроводу, Па/пог.м; визначаються для кожної ділянки розрахункового напрямку за таблицями і номограмами рисунків 1-4 за значеннями витрат газу V_p та середньої величини питомої втрати тиску R_{Π} ;

$l_{\Pi i}$ – приведена довжина розрахункової ділянки газопроводу з урахуванням втрат тиску на місцевих опорах, приймається на 10% більшою за фактичну довжину газопроводу $l_{\Pi i} = 1,1 \cdot l_i$, м;

ρ_r – дійсна густина газу, що визначена в розділі 1 проекту, кг/м³;

ρ_t – густина газу, для якої складені таблиці та номограми гідравлічного розрахунку, кг/м³;

Величина R_{Π} визначається за залежністю: $R_{\Pi j} = \frac{\Delta P_p}{1,1 \cdot (\Sigma l)_j}$, (Па/пог.м.),

де $(\Sigma l)_j$ – сума фактичних довжин ділянок газопроводів по одному напрямку руху від ГРП до «нульової» точки. Розрахунок виконується для всіх напрямків руху до кожної із «нульових» точок. Загальне падіння тиску газу на всіх ділянках розрахункового напрямку не повинно перевищувати величини ΔP_p .

Розрахунок газопроводів доцільно виконувати у формі таблиці 10.

Таблиця 10 – Гідравлічний розрахунок газопроводу низького тиску

№ діл	V_p , нм ³ /ГО д	l , м	$l_{np} = 1,1l$ м	R Па/пог. м	$d_H \times s$, мм	$\Delta P_o = R \cdot l_{np} \frac{\rho_r}{\rho_T}$
#	V_p	l	l_{np}	R	$dh \cdot S$	P
Главное направление $R=0,04687$, $P=120$						
1-2	4706,6	50	55	0,0456	530*7, 0	2,51
2-3	3744,1	80	88	0,031	530*7, 0	2,73
3-4	1663	440	484	0,0584	351*8, 0	28,27
4-5*	514,1	150	165	0,041	245*7, 0	6,77
5*-5	514,1	150	165	0,0707	219*6, 0	11,67
5-6	244,6	510	561	0,051	180*6, 0	28,61
6-8	227,5	818	899,8	0,0442	180*6, 0	39,77
		219 8	2417,8			120,31
Направление 1-2-3-4-5-13						

$$R_T = 0,05$$

5-13*	97	468	514,8	0,0654	121*4, 0	33,67	R _T = 0,08
13*- 13	97	262	288,2	0,1194	108*4, 0	34,41	P= 68,07
730 803						68,08	
Направление 1-2-3-4-14-15-16-8							
4-14	780,8	510	561	0,051	273*7, 0	28,61	P= 86,50
14-15	303,8	17,4	19,14	0,051	194*6, 0	0,98	R _T = 0,07
15-16	430,4	430	473	0,096	194*6, 0	45,41	ε= 1,57%
16-8	30	108	118,8	0,081	76*3,0	9,62	
1171,94						84,62	
Направление 1-2-3-4-14-6-8							
14-6	312,5	300	330	0,054	194*6, 0	17,82	P= 18,12
330							R _T = 0,05 ε= 0,25
Направление 1-2-3-4-14-15-16-18							
16-18	51,4	136	149,6	0,073	95*4,0	10,92	P= 11,50
149,6							R _T = 0,07 ε= 0,49%
Направление 1-2-3-17-15-16-8							
3-17	1979,6	310	341	0,081	351*8, 0	27,62	P= 59,73

17-15*	579,2	382	420,2	0,051	245*7, 0	21,43	R _T = 0,06
15*-15	579,2	100	110	0,088	219*6, 0	9,68	ε= 0,83%
		792	871,2			58,73	
Направление 1-2-3-17-22-18							
17-22*	520,1	287	315,7	0,072	219*6, 0	22,73	P= 87,14
22*-22	520,1	143	157,3	0,136	194*6, 0	21,39	R _T = 0,10
22-18	130,9	346	380,6	0,113	121*4, 0	43,01	ε= 0,01%
		776	853,6			87,13	
Направление 1-2-3-17-19-20-21							
17-19	294,8	410	451	0,048	194*6, 0	21,65	P= 87,14
19-20	92,8	590	649	0,06	121*4, 0	38,94	R _T = 0,05
20-21	62,4	482	530,2	0,054	108*4, 0	28,63	- ε= 1,73%
		1482	1630, 2			89,22	
Направление 1-2-9-20-21							
2-9	926,3	200	220	0,121	245*7, 0	26,62	P= 88,86
9-20*	172,4	275	302,5	0,114	133*4, 0	34,49	R _T = 0,13

20*- 20	172,4	135	148,5	0,186	121*4, 0	27,62	$\varepsilon = 0,11\%$
		610	671			88,73	
Направление 1-2-9-10-11							
9-10	246,1	450	495	0,089	159*4, 5	44,06	$P = 90,87$ R_T
10- 11*	66,1	165	181,5	0,06	108*4, 0	10,89	
11*- 11	66,1	275	302,5	0,118	95*4,0	35,70	$\varepsilon = 0,19\%$
		890	979			90,64	
Направление 1-2-9-12-11							
9-12	221	440	484	0,074	159*4, 5	35,82	$P = 90,87$ R_T
12-11	127,4	450	495	0,108	121*4, 0	53,46	
		890	979			89,28	$\varepsilon = 1,33\%$
Направление 1-2-3-4-12-11							
4-12*	156,9	227	249,7	0,096	133*4, 0	23,97	$P = 33,04$ R_T
12*- 12	156,9	53	58,3	0,157	121*4, 0	9,15	
		280	308			33,12	- $\varepsilon = 0,07\%$

Після визначення величин сумарного падіння тиску по всіх напрямках руху від ГРП до кінцевих точок перевіряють нев'язку втрат тиску по кожному кільцю мережі згідно із залежністю

$$h_{HEB} = \frac{\pm \sum \Delta P_{\partial_i}}{0,5 \sum |\Delta P_{\partial_i}|} \cdot 100, \% \quad (38)$$

При визначенні нев'язки витрати газу і падіння тиску по ділянках із рухом газу за годинковою часовою стрілкою приймають додатними, а проти – від'ємними.

Ув'язку гідравлічного розрахунку по напрямках виконують підбором таких діаметрів газопроводів, що забезпечують необхідну величину сумарного падіння тиску з додержанням вимог телескопічності. Для газопроводів більше ніж 500...700 м доцільно застосовувати складені із двох діаметрів ділянки, довжина яких визначається відповідно до залежностей:

- довжина газопроводу діаметром d_1 із питомими втратами тиску R_1

$$l_1 = \frac{\Delta P - l \cdot R_2}{R_1 - R_2}, \text{ м} \quad (39)$$

- довжина решти розрахункової ділянки газопроводу з діаметром d_2 і питомими втратами тиску R_2 , де $R_1 > R_2$,

$$l_2 = l - l_1, \text{ м} \quad (40)$$

де ΔP – необхідне для ув'язки падіння тиску газу на ділянці газопроводу, Па.

Ув'язка втрат тиску по кільцях системи здійснюється таким перерозподілом транзитних потоків газу, щоб у результаті повторного гідравлічного розрахунку нев'язка складала не більше ніж $h_{HEB} \leq 10\%$.

Розрахунок на цьому вважають закінченим.

Величину поправних витрат газу визначають за залежністю

$$\Delta V_I = - \frac{\sum \Delta P_{II}}{1,75 \sum \left| \frac{\Delta P_i}{V_i} \right|_I} + \frac{\frac{\Delta P_i}{V_i} \cdot \Delta V_{II}}{\sum \left| \frac{\Delta P_i}{V_i} \right|_{II}}, \quad (41)$$

ΔV_I і ΔV_{II} – поправні витрати, що вносяться відповідно в перше та друге кільце, $\text{м}^3/\text{год}$.

Таблиця 11 – Розрахунок нев'язки по кільцям

Нев'язка по кільцям				
Кольцо	По час. ст.	Против ч	Нев'язка, Па	ε%
9-10-11-12-9	89,28	90,64	-1,36	-1,52
2-9-12-4-3-2	64,12	62,44	1,68	2,66
2-9-20-19-17-3-2	88,73	90,94	-2,21	-2,46
3-17-15-14-4-3	58,73	57,85	0,88	1,51
17-22-16-15-17	87,13	87,44	-0,31	-0,35
14-15-16-8-6-14	56,01	57,59	-1,58	-2,79
4-14-6-5-4	46,43	47,04	-0,61	-1,31

2.9. Трасування газопроводів високого (середнього тиску) та їх гідравлічний розрахунок

Розташування ГРС відносно населеного пункту і тиск газу після ГРС визначені завданням. ГРС необхідно розташовувати на відстані не менше ніж 300...500 м від лінії міської забудови.

На генплані слід визначити положення всіх споживачів газу середнього та високого тиску: ГРП, промислові підприємства, опалювальні котельні, лазні, механізовані пральні, хлібозаводи. Трасування газопроводів середнього тиску виконується з урахуванням наступних рекомендацій:

- газопровід повинен мати найкоротшу довжину,
- система газопостачання має бути кільцевою;
- газопроводи мають проходити безпосередньо біля споживачів газу;
- відводи від основної кільцевої мережі до споживачів повинні бути по можливості короткими;
- не рекомендується трасування по вулицях з інтенсивним рухом автотранспорту, вздовж багатоповерхових кварталів. Таким чином, обмежене прокладання газопроводів у центральних районах міста;

- схема газопостачання повинна враховувати перспективу розвитку населеного пункту;
- на газопроводах мають бути передбачені секціонуючі засувки для аварійного відключення окремих ділянок та компенсатори на прямолінійних ділянках довжиною більше ніж 700 м. Компенсатор встановлюється в одному колодязі із засувкою (після засувки по руху газу);
- мінімально допустимі відстані (у просвіті) газопроводів до підземних інженерних мереж згідно з вимогами нормативної документації;

Гідравлічний розрахунок виконується від ГРС до точки сходження по кожному напрямку руху газу. «Нульова» точказначається так, щоб навантаження по кожному напівкільцю відрізнялись не більше ніж 15-20%. Для цього витрати газу для споживача, що знаходиться в «нульовій» точці, можна розподілити нерівномірно по напівкільцях.

Тиск газу після ГРС приймають згідно із завданням, а тиск у останнього по ходу газу споживача приймають рівним 0,22 МПа для промислових підприємств і 0,16 МПа для ГРП та котелень. Утрати тиску на місцевих опорах визначають як 10% від втрат на тертя.

Середню по напрямку питому величину втрат квадрата тиску визначають відповідно до залежності

$$A_{пj} = \frac{P_H^2 - P_K^2}{1,1(\sum l)_j}, \text{ кПа}^2/\text{пог.м.}, \quad (42)$$

де P_H – початковий тиск газу, кПа;

P_K – кінцевий тиск у "нульовій" точці, кПа;

$\sum l$ – довжина розрахункового напрямку, м.

Після підбору діаметра труби по кожній розрахунковій ділянці вибраного напрямку руху визначають величину квадрата дійсного падіння тиску на ділянці газопроводу за формулою

$$(P_H^2 - P_K^2)_i = A_i \cdot l_{пi} \left(\frac{\rho_{г}}{\rho_{г}} \right)^2, \text{ кПа}^2, \quad (43)$$

де A_i – дійсна величина квадрата питомих втрат тиску, приймається згідно з діаграмами для гідравлічного розрахунку газопроводів середнього тиску;

$l_{пр}$ – приведена довжина розрахункової ділянки газопроводу –

$$l_{пр} = 1,1 \cdot l, \text{ м.}$$

Тиск газу в кінці розрахункової ділянки визначається за залежністю

$$P_{K_i} = \sqrt{(P_{H_i})^2 - (P_H^2 - P_K^2)_i}, \text{ кПа} \quad (44)$$

Одержана величина кінцевого тиску попередньої ділянки газопроводу приймається рівною початковому тиску на наступній по ходу газу ділянці. Таким чином виконують розрахунок по всіх ділянках, а тиск, одержаний у кінці одного розрахункового напрямку, порівнюють із величиною кінцевого тиску по другому напівкільцю. Зазначені величини повинні бути однаковими (розбіжність може бути в межах $\pm 5\%$). Відхилення кінцевого розрахункового тиску від попереднього заданого значення P_K у "нульовій" точці повинно бути незначним (у межах 5%).

Після розрахунків кільцевих ділянок виконують розрахунок відгалужень, довжина яких більше ніж 50 м. Початковий тиск на відгалуженнях приймають рівним тиску в точці врізки відгалуження в кільцевий газопровід. Номенклатура газопроводів при розрахунку повинна бути зведена до мінімуму.

Гідравлічний розрахунок газопроводів високого (середнього) тиску (таблиця 12).

Таблиця 12 – Гідравлічний розрахунок газопроводів високого (середнього) тиску

№ діл	V_p , нм3/год	l ,м	$l_{пр}=1,1 \cdot l$, м	A_p , кПа2/м	$d_n \times s$, мм	$P_H^2 - P_K^2$, кПа ²	P_H , кПа	P_H^2 , кПа ²	P_K , кПа
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Напрямок 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10 ($A_p=6,07$ (1табл), $A_p=7,11$ (2табл))									

ГРС-10*	15142,4	178	195,8	34,00	273*7,0	6373,77	600,00	360000	594,7
10*-10	15142,4	222	244,2	105,00	219*6,0	24549,34	594,66	353626	573,7
10-9	7571,2	191,3	210,4	170,00	159*4,5	34250,06	573,65	329077	543
9-8	6945,8	235,6	259,2	120,00	159*4,5	29775,15	542,98	294827	514,8
8-7	6633,1	33,5	36,9	110,00	159*4,5	3880,923	514,83	265052	511
7-6	6320,4	216,3	237,9	100,00	159*4,5	22780,02	511,05	261171	488,3
6-5	6007,7	238,6	262,5	90,00	159*4,5	22615,72	488,25	238391	464,5
5-4	5695	1505	1655,5	80,00	159*4,5	126801,4	464,52	215775	298,3
4-3	2218,2	783,7	862,1	40,00	133*4,0	33014,7	298,28	88974	236,6
3-2	1757,8	106,3	116,9	65,00	108*4,0	7276,862	236,56	55959	220,6
2-1	69,6	73	80,3	3,00	57*3,0	270,1158	220,64	48682	220
			4161,6						
Напрямок 1-11-12-10 (Ап=12,5 (1табл), Ап=14,6 (2табл))									
10-10*	7571,2	950,9	1046,0	160,00	159*4,5	160233,1	573,65	329077	410,9
10*-12	7571,2	228	250,8	390,00	133*4,0	93647,66	410,91	168844	274,2
12-11	4841,4	147,8	162,6	160,00	133*4,0	24905,31	274,22	75196	224,3
11-1	134,8	147,1	161,8	10,00	57*3,0	1814,34	224,26	50291	220,2
			2021,2						

3. Проектування газорегуляторного пункту

3.1. Влаштування ГРП

У проекті необхідно запроектувати ГРП в окремо розташованій одноповерховій будівлі, розміщеній на генплані з урахуванням допустимих розривів до інших будинків та інженерних споруд. При тиску газу на ввіді в ГРП від 0,3 МПа до 0,6 МПа відстань у просвіті від ГРП до будинків, залізничних і трамвайних колій не менше ніж 10 м, до автомобільних доріг – 5 м, до повітряних ліній електропередачі – не менше ніж 1,5 висоти опори . Відстань до будинків, до яких допускається прибудовувати або вбудовувати ГРП, регламентується протипожежними вимогами і для будівель I та II ступеня вогнестійкості може бути зменшена до 6 м.

Технологічне обладнання ГРП складається із фільтра, запірно-запобіжного клапана, регулятора тиску, скидного запобіжного клапана, байпаса, запірної арматури і контрольно-вимірювальних приладів (манометрів, термометрів, дифманометрів).

ГРП повинні розміщуватись з урахуванням можливості вільного під'їзду до них транспорту. Будівля ГРП має бути I, II та III ступенів вогнестійкості зі суміщеною покрівлею, при цьому всі будівельні конструкції повинні забезпечувати газонепроникність. Покриття підлоги ГРП має бути безіскровим. Допоміжні приміщення повинні мати самостійний вихід назовні, двері ГРП мають також відкриватись назовні.

Внутрішнє електричне освітлення ГРП повинно бути вибухонебезпечним, але частіше влаштовують природне освітлення або зовнішнє електричне.

У ГРП улаштовується природна вентиляція, що забезпечує трьохкратний повітрообмін. Припливне повітря надходить через жалюзійну решітку, а видалення повітря здійснюється дефлектором.

ГРП повинно опалюватись від індивідуального побутового котла, який розміщується в окремому приміщенні ГРП. При розташуванні ГРП у кварталах, забезпечених ЦГВ, опалення здійснюється від теплової мережі.

До і після ГРП на газопроводах у межах 5...100 м установлюється запірна арматура.

3.2 Підбір обладнання ГРП

Для очищення газу від механічних домішок рекомендуються чавунні фільтри волосяні ФВ та сталеві фільтри ФГ. Фільтри підбирають за тиском і діаметром умовного проходу таким чином, щоб перепад тиску на касеті фільтра не перевищував $\Delta P = 3000 - 5000$ Па при заданих величинах тиску, витрат та густини газу.

Перепад тиску на касеті фільтра визначається відповідно до залежності

$$\Delta P = \Delta P_T \cdot \left(\frac{V}{V_T} \right)^2 \frac{P_T \rho_T}{P \rho_T} = 4428,4 \text{ Па}, \quad (45)$$

де ΔP_T – допустима величина втрат тиску на фільтрі, $\Delta P_T = 5000$ Па;

V – витрати газу через ГРП, для районних ГРП уточнюється при визначенні розрахункових витрат газу на ділянці газопроводу низького тиску, прилягаючого до ГРП, а для об'єктових ГРП визначається за сумою розрахункових витрат газу обладнанням, підключеним до газорегуляторного пункту, $\text{нм}^3/\text{год}$;

V_T – таблична пропускна спроможність фільтра при відомій величині тиску $P_T = 0,6$ МПа та густині газу $\rho_T = 0,73$ $\text{кг}/\text{нм}^3$.

Величина V_T для фільтра ФГ d_v 50 мм складає відповідно 7000 $\text{нм}^3/\text{год}$.
 P – тиск газу перед фільтром, приймається рівним тиску на розподільному газопроводі середнього тиску в точці підключення ГРП; ρ_T – дійсна густина газу за нормальних умов, $\text{кг}/\text{нм}^3$;

Вибір регуляторів тиску здійснюється за величиною пропускної здатності регуляторів, V_p . Вона повинна становити на 15-20% більше від розрахункових витрат газу через ГРП, $V_p = (1,2...1,3)V$. Пропускна здатність регуляторів тиску типу РДУК, РД-32М, РД-50М визначається перерахунком паспортних величин пропускної спроможності регуляторів при перепаді тиску $\Delta P_{II} = 10$ кПа, густині газу $\rho_{II} = 1$ кг/нм³ та кінцевому абсолютному тискові $\Delta P_{2II} = 0,10$ МПа.

Характеристика регулятора представлена в таблиці 13.

Таблиця 13 – Характеристика регулятора

Тип регулятора, діаметр умовного проходу	Діаметр клапана, мм	Кінцевий тиск після регулятора (у межах) ΔP_2 , кПа	Пропускна спроможність V_{II} , нм ³ /год.
РДУК 2Н-200/105	105	0,5...60	2000

Перерахунок пропускної здатності регуляторів здійснюється за залежностями:

- для критичного співвідношення:

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{1,03}{3,243} = 0,317 < 0,55 \quad (46)$$

$$V_p = V_{II} \cdot 1,57 \cdot \frac{P_1}{\sqrt{\rho_G}} = 11582,1 \text{ м}^3/\text{год}, \quad (47)$$

P_1 та P_2 - абсолютний тиск газу, відповідно до і після регулятора, кг/см²;

ρ_G - дійсна густина газу при нормальних умовах, кг/нм³.

Тиск, при якому спрацьовує запірний запобіжний клапан, приймають на 20% більшим за кінцевий тиск газу після регулятора. При такому тиску запірний клапан подачу газу на регулятор і до споживачів перекриває.

Підбір клапана здійснюється по діаметру умовного проходу регулятора із таких типорозмірів

- клапан ПКН $d_y=200\text{мм}$; (для тиску 10...600 кПа)

Для запобіжного скидного клапана приймають клапан типу ПСК-50.

Підбір лічильників здійснюється за величиною витрат газу, приведених до тиску газу в місці вимірювання витрат відповідно до залежності

$$V_p = V \frac{P_{\text{БАР}}}{P_{\text{БАР}} + P_{\text{Л}}^{\text{НАДЛ}}} \cdot \frac{T_{\text{Л}}}{T_{\text{НУ}}} \text{ м}^3/\text{ГОД} \quad (48)$$

де $P_{\text{БАР}}$ – барометричний тиск за нормальних умов, 101,3 кПа;

$P_{\text{Л}}^{\text{НАДЛ}}=0,8$ – надлишковий тиск газу в місці встановлення лічильника, кПа, визначається за різницею величин тиску газу на вводі в ГРП та витрат тиску газу від уводу до місця встановлення лічильника; $V=3676,81$ – витрати газу через лічильник при нормальних умовах, визначаються за величиною розрахункових витрат газу споживачами, що підключені до ГРП, $\text{м}^3/\text{ГОД}$;

$T_{\text{НУ}}$ – температура за нормальних умов, 273, 15 °К;

$T_{\text{Л}}$ – температура газу в місці встановлення лічильника, від 273,15 °К, залежить від періоду року, для якого підбирають лічильник.

Величину V_p визначають у всьому діапазоні сезонних змін витрат газу. Для цього розрахунки за залежністю виконують спочатку з урахуванням витрат газу на опалення в 1...3–поверховій зоні забудови, а потім – без них.

Лічильник повинен установлюватись до регулятора тиску, після фільтра і забезпечувати вимірювання витрат газу в діапазоні $0,2V_{\text{MAX}} \leq V_p \leq V_{\text{MAX}}$ із величиною відносної похибки не більше ніж 1% як у літній, так і в опалювальний період року. Лічильник має бути обладнаним автоматичним обчислювачем витрат газу.

$$V_p^{\text{Л}} = 912,3 \text{ м}^3 / \text{ГОД}$$

$$V_p^{\text{З}} = 2726,1 \text{ м}^3 / \text{ГОД}$$

Приймаємо до установки 2 лічильники ЛГ-К-200-1000. Характеристики лічильника (таблиця 14).

Таблиця 14 – Характеристики лічильника

Тип лічильника і діаметр умовного проходу	Витрати газу, м ³ /год	
	V_{MAX}	V_{MIN}
ЛГ-К-200-1000	1600	80

$$640 \leq 2726,1 \leq 3200$$

$$80 \leq 912,3/2$$

4. Проект газопостачання житлового будинку

4.1. Конструювання системи газопостачання. Розміщення газових приладів

Система газопостачання житлового будинку приєднується до внутрішньоквартальних газових мереж через запірний пристрій, що встановлюється зовні, на негорючих стінах будинку на висоті не більше ніж 2,2 м. Відстань від вимикаючого пристрою до дверних і віконних отворів повинна становити по горизонталі не менше ніж 0,5 м.

Уведення газопроводу в будинок передбачається через кухні першого поверху; ввідні газопроводи не повинні проходити через фундамент. Прокладання стояків газопроводів та транзитних газопроводів через санітарні вузли та сходові клітки не допускається. Прокладання газопроводів слід передбачати по нежитлових приміщеннях. Допускається прокладання транзитних газопроводів низького тиску через житлові кімнати в існуючих та реконструйованих будинках за таких умов:

- відсутність можливості іншого прокладання;
- підведення газопроводів до топок опалювальних печей.

У вказаних випадках на газопроводі в межах житлових приміщень не повинно бути різьбових з'єднань та арматури.

Надземний газопровід тиском до 5 кПа прокладається по опорах на зовнішній стіні будинків не нижче від III ступеня вогнестійкості, вище від вікон першого поверху. Не допускається передбачати роз'ємні з'єднання та запірну арматуру під віконними отворами і балконами. Зовнішнє прокладання газопроводів по фасадних стінах не рекомендується.

Газові стояки розміщуються на кухнях; на кожному стояку, при кількості поверхів більше від п'яти, встановлюються вимикаючі пристрої зовні будинків. Крім того, вимикаючі пристрої передбачаються перед лічильниками, газовим обладнанням та на відгалуженнях до газових печей. Газопроводи прокладаються відкрито із сталевих труб за ГОСТ 3262-74, що

з'єднуються зварюванням. У місцях установлення запірної арматури й газових апаратів використовуються різьбові та фланцеві з'єднання.

У місцях перетину фундаментів, стін і перекриття газопроводи прокладаються у футлярах із сталевих труб. Конструювання системи газопостачання житлового будинку включає:

- вибір газових приладів та розміщення їх у приміщеннях квартир будинку;
- трасування внутрішньодомового газопроводу, розроблення аксонометричної схеми газопроводу;
- розв'язання питання про відведення продуктів згорання від газових приладів: розміщення каналів, газоходів і димових труб;
- розроблення системи вентиляції газифікованих приміщень;
- розміщення квартирних сигналізаторів мікроконцентрацій чадного газу та контролю довибухових концентрацій паливного газу в підвалах, цокольних і перших поверхах будинку.

На кресленнях необхідно показати план 1-го поверху, перетин будинку, аксонометричну схему внутрішньобудинкового газопроводу в масштабі 1:100 або 1:200. На кресленнях указують координатні осі будинку і відстані між ними, газове обладнання, до якого підводять газ та відводять продукти згорання, відмітки рівня чистої підлоги й основних площадок, прив'язку стояків, уводів і газового обладнання до елементів будівельних конструкцій, розміри експлуатаційних проходів, висотні розміри газових приладів, газоходів та оголовків вентиляційних труб. На планах, крім того, вказують назви приміщень, висоту й об'єм газифікованих приміщень, розташування димоходів, сигналізаторів, повітропроводів, розташування вентиляційних ґраток і їх розміри, футляри в місцях перетину будівельних конструкцій, запірну арматуру на газопроводах, діаметри газопроводів. На перетині та схемі необхідно вказати назву газового обладнання, відмітки осі газопроводів і верха скидного газопроводу, діаметри та довжину газопроводів.

Діаметр стояків приймати $d_y=20$ мм, діаметр відводів до газових приладів – $d_y=15$ мм. Сумарні втрати тиску на внутрішньодомовому газопроводі в будинку до 5-ти поверхів складають 250 Па, із них втрати тиску в газовій плиті становлять 50 Па, водонагрівачі – 100 Па, газовому лічильнику – 10 Па. Розрахунок димоходів і вентканалів виконується для однієї із квартир на першому та на п'ятому поверхах.

Значення коефіцієнтів місцевого опору ζ прийняти за таблицею 15.

Таблиця 15 – Коефіцієнти місцевого опору для турбулентного режиму руху газу ($Re > 3,5 \cdot 10^3$)

Вид місцевого опору	Величина ζ	Вид місцевого опору	Величина ζ
Відводи:		Засувка	0,25...0,5
гнуті плавні	0,2-0,15	Трійник	
зварні сегментні	0,2-0,25	злиття потоків	1,7
Кран пробковий		розділення потоків	1,0
(шаровий)	2,0-3,0	на прохід	1,0
Косинець:		на відгалуження	1,5
$d_y=15$	2,2	Хрестовина	
$d_y=25$	2,0	на прохід	2,0
$d_y=40$	1,6	на відгалуження	3,0
Збирач конденсату	0,5-2,0	Плавне звуження	
		трубопроводу	0,3-0,25
		Плавне розширення	
		трубопроводу	0,8-0,25

Після розроблення схеми внутрішньобудинкового газопроводу, виконують його гідравлічний розрахунок. Він виконується для найбільш віддаленого від вводу і потужного газового приладу.

Номінальну теплову потужність газових приладів приймають за таблицею 16.

Таблиця 16 – Номінальна теплова потужність газових приладів

№	Газовий прилад	N, кВт
1	Плита 2–пальникова з духовою шафою	7,0
2	Плита 4–пальникова з духовою шафою	11,6
3	Газовий водонагрівач ВПГ-21	21,0
4	Газовий водонагрівач ВПГ-23	23,0

Результати гідравлічного розрахунку оформляють у вигляді таблиці 17.

Таблиця 17 – Гідравлічний розрахунок газопроводу

№ діл.	l_{Φ} м	n , шт	k_o	B , $\frac{нм^3}{год}$	$d_H \times S$ мм	R_{∂} $\frac{Па}{м}$	$l_{екв}$ м	$\Sigma \xi$	$l_{ПР}$ м	$\Delta P_{д}$ Па	h м	$H_{Г}$ Па	ΔP Па	№ діл.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1-2	1,2	—	1	2,01	25x2,0	1,52	0,66	7	2*Кос(2)+Тпр(1)+К(2)	5,82	9,367	0	0	9,367
2-3	5,665	1	0,7	2,19	25x2,0	1,87	0,66	5,8	4*L(0,2)+Тпр(1)+2*К(2)	9,49	18,8	1,675	8,54	27,34
3-4	3	2	0,56	3,50	32x3,0	1,81	0,69	1	Тпр(1)	3,69	7,072	3	15,3	22,38
4-5	3	3	0,48	4,50	32x3,0	3,26	0,62	1	Тпр(1)	3,62	12,5	3	15,3	27,8
5-6	3	4	0,43	5,37	32x3,0	4,5	0,65	1	Тпр(1)	3,65	17,39	3	15,3	32,7
6-7	18,79	5	0,4	6,24	38x3,0	2,15	0,79	5,6	13*L(0,2)+К(2)+Тпр(1)	23,2	52,85	0,1	0,51	53,36
	3	5	0,4	6,24	38x3,0	2,1	0,79			3	6,671	0	0	6,671
7-8	0,1	10	0,34	10,62	45x3,0	2,2	1,04	1,7	Тпр(1)+14*L(0,2)	1,87	4,352	0	0	4,352
8-9	1	15	0,3	14,05	45x3,0	3,75	1,1	0		1	3,971	1	5,1	9,072
													60,1	193

де B – розрахункові витрати газу по окремих ділянках газопроводу, визначаються згідно з формулою:

$$B = \sum_{i=1}^m k_{o_i} \cdot B_{ном_i} \cdot n_i \cdot \left(\frac{нм^3}{год} \right), \quad (49)$$

де m – число типів приладів чи груп приладів, приєднаних до газопроводу;

k_{o_i} – коефіцієнт одночасності роботи приладів чи груп приладів згідно

з додатком Д ДБН .2.5-20-2001;

$V_{ном}$ – номінальні витрати газу одним приладом чи однією групою приладів, $\left(\frac{нм^3}{год}\right)$:

$$V_{ном} = \frac{N \cdot 3600}{Q_H^p} = 3,12 \left(\frac{нм^3}{год}\right) \quad (50)$$

n_i – загальна кількість однотипних приладів чи груп приладів, підключених до газопроводу.

Визначення діаметрів та дійсних величин питомих втрат тиску R_o на ділянках газопроводів виконують за допомогою таблиць чи номограм гідравлічного розрахунку газопроводів низького тиску [4] за відомими значеннями втрат газу V та середньої за напрямком величини питомих втрат тиску:

$$R_{II} = \frac{\Delta P}{(2,0 \div 3,0) \cdot l_H}, \left(\frac{Па}{пог.м}\right), \quad (51)$$

де ΔP – сумарна величина втрат тиску на внутрішньодомовому газопроводі, Па;

l_H – довжина розрахункового напрямку (м) від точки підведення газу до найвіддаленішого й найпотужнішого газового приладу ; $2,0 \div 3,0$ – коефіцієнт, величина якого враховує частку втрат тиску на місцевих опорах і залежить від конфігурації газової мережі.

За дійсною величиною питомих втрат тиску R_o визначають аеродинамічний опір по ділянках газопроводу за формулою:

$$\Delta P_i = R_{o_i} \cdot l_{III_i} \cdot \frac{\rho}{\rho_m} + H_{\Gamma} = \Delta P_{Д} + H_{\Gamma}, \quad (Па), \quad (52)$$

де $l_{\text{ПР}}$ – наведена довжина розрахункової ділянки газопроводу. Визначається за фактичною довжиною l_{Φ} та умовною додатковою довжиною, що залежить від коефіцієнта місцевого опору ξ й еквівалентної довжини місцевих опорів, $l_{\text{ПР}} = l_{\Phi} + \sum \xi \cdot l_{\text{екв}}$, (м),

де $l_{\text{екв}}, R_{\partial}, \sum \xi$ визначають за таблицями і номограмами

ρ – дійсна густина газу, $\left(\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}\right)$;

ρ_m – густина газу, для якої складені таблиці та номограми гідравлічного розрахунку, $\left(\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}\right)$;

H_{Γ} – гідростатичний тиск на вертикальних ділянках газопроводу, визначають відповідно до залежності

$$H_{\Gamma_i} = h_i \cdot (1.293 - \rho_{\partial}) \cdot 9.8, \text{ (Па)}, \quad (53)$$

де h_i – різниця у відмітках початку $Z_{\text{П}}$ та кінця $Z_{\text{К}}$ вертикальних ділянок газопроводу, м, $h = Z_{\text{П}} - Z_{\text{К}}$.

Сумарне падіння тиску на всіх ділянках розрахункового напрямку не повинно перевищувати 250 Па – для домового газопроводу житлового будинку до 5 поверхів.

$$\Delta P_{\text{гл}} + \sum_{i=1}^n (R_{\partial_i} \cdot l_{\text{ПР}_i} \cdot \frac{\rho_{\partial}}{\rho_m} + H_{\Gamma_i}) + \Delta P_{\text{ПР}} \quad (54)$$

$$\Delta P_{\text{гл}} = 60,1 + 100 + 50 + 10 = 200,1 \text{ (Па)}$$

де $\Delta P_{\text{ПР}}$ – втрати тиску в останньому по ходу газу приладі. Для газової плити $\Delta P_{\text{ПР}} = 50$ Па, для опалювальних агрегатів та водонагрівачів $\Delta P_{\text{ПР}} = 100$ Па, $\Delta P_{\text{гл}} = 60$ Па, втрати тиску в газовому лічильнику.

5. Аеродинамічні розрахунки

5.1 Розрахунок димоходів

Проведемо розрахунок димоходів водопідігрівачів виходячи із найгіршого випадку: для п'ятого поверху із літніми умовами.

- Прийmemo коефіцієнт надлишку повітря для водопідігрівача рівний $\alpha=2,5$ та температуру продуктів згорання $t_{\text{пр}}=75$. Тоді, температура продуктів згорання на виході із димової труби буде рівна (при падінні температури димових газів у цегляному димоході до даху – 2 град/м і вище – 6) $t_{\text{вих.}}=75-2*0,3-6*2=62,4$ 0С. Середня ж температура – $t_{\text{ср}}=(75+62,4)/2=68,7$ 0С.

- Приймаючи швидкість руху димових газів рівною 1,5 м/с, визначаємо попередню площу перерізу димаря, об'єм продуктів згорання

$$V_{i\tilde{N}} = B_K V_{i\tilde{N}}^* = 0,000557 * 26,1 = 0,01453 \frac{i \tilde{i}^3}{\tilde{n}} \quad (55)$$

$$F = \frac{V_{i\tilde{N}}(t_{\tilde{n}0} + 273)}{273 * w} = \frac{0,01453(68,7 + 273)}{273 * 1,5} = 0,0121 \tilde{i}^2 \quad (56)$$

- Знайдемо попередній діаметр димаря:

$$d = \sqrt{\frac{4F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0121}{3,14}} = 0,124 \text{ м} = 124 \text{ мм} \quad (57)$$

оскільки діаметр вихідного патрубку рівний 125 мм, то приймаємо за остаточний його.

- Так як ми проектуємо димар у внутрішній цегляній сіні, то необхідно визначити розміри каналу:

$$d_{\text{екв}} = \frac{2ab}{a+b} = \frac{2 \cdot 0,14 \cdot b}{0,14 + b} \Rightarrow b = 0,113 \text{ м} \quad (58)$$

- отже, приймаємо канал 0,14*0,14 м. Тоді, фактична площа перерізу димаря буде дорівнювати:

$$F_o = 0,14 * 0,14 = 0,0196 \tilde{i}^2 \quad (59)$$

- Уточнимо фактичну швидкість газу

$$w = \frac{V_{I\bar{N}}(t_{\bar{n}\bar{o}} + 273)}{273 * F} = \frac{0,01453(68,7 + 273)}{273 * 0.0196} = 0,93 \quad \frac{i}{\bar{n}} \quad (60)$$

- Визначимо тягу, виникаючу при цьому в димарі

$$S = 0.034H \left(\frac{1}{273 + t_{i\bar{a}\bar{a}\bar{e}\bar{n}\bar{o}\bar{a}\bar{a}}} - \frac{1}{273 + t_{\bar{n}\bar{o}}} \right) \delta \quad (61)$$

$$S^{\bar{e}\bar{s}\bar{o}\bar{i}} = 0.034 * 2,3 \left(\frac{1}{273 + 18,9} - \frac{1}{273 + 68,7} \right) 101325 = 3,96 \quad \bar{I} \bar{a}$$

- Визначимо втрати тиску у газовому тракті

- Втрати тиску на місцевих опорах

Даний димар має такі місцеві опори (дивись Лист 2):

- вхід у з'єднувальну трубу з тягопередавача ($\zeta=0,5$)
- раптове розширення потоку при вході у цегляний канал та поворот на 90° ($\zeta=1,2$)
- вихід із димоходу ($\zeta=2$)

Тоді, маємо

$$\rho_{i\bar{n}} = \rho_{i\bar{n}} * \frac{273}{273 + 68,64} = 0,6276 \quad \frac{\bar{e}\bar{a}}{i^3} \quad (62)$$

$$\Delta\delta_i = \frac{w^2}{2} \rho_{i\bar{n}} = \frac{0,93^2}{2} 0,6276(0,5 + 1,2 + 2) = 1,004 \quad \bar{I} \bar{a} \quad (63)$$

Визначимо втрати тиску по довжині димаря виходячи із приблизних втрат тиску у цегляному каналі 0,3 Па/п.м, тобто,

$$\Delta\delta_l = Rl = 0.3 * 2,3 = 0,69 \quad \bar{I} \bar{a} \quad (64)$$

- Тоді, розрідження перед водонагрівачем буде рівне

$$S_{\bar{o}}^{\bar{e}\bar{s}\bar{o}\bar{i}} = S^{\bar{e}\bar{s}\bar{o}\bar{i}} - \Delta\delta_l - \Delta\delta_i = 3,96 - 0,69 - 1,004 = 2,266 \quad \bar{I} \bar{a} \quad (65)$$

5.2 Аеродинамічний розрахунок витяжної вентиляції

- Так як ми прийняли до установки на кухні 4-х комфорочну плиту, то нормуємо витяжка з цього приміщення складає $90 \text{ м}^3/\text{год}$.

- Приймаючи швидкість відпрацьованого повітря як для решітки, так і для каналу, рівною 1 м/с, визначаємо попередню площу живого перерізу

$$F = \frac{G}{3600 * w} = \frac{90}{3600 * 1} = 0,025 \quad i^2 \quad (66)$$

- Остаточно приймаємо канал із розмірами 0,14*0,14 м (F=0,0196 м²) і решітку ASGCO04 із габаритами 330*110 мм (F_{ж.с}=0,0232 м²)

- Уточнюємо фактичні швидкості

- для каналу

$$w = \frac{G}{3600 * F} = \frac{90}{3600 * 0,0196} = 1,27 \quad \frac{i}{\tilde{n}} < 1,5 \quad \frac{i}{\tilde{n}} \quad (67)$$

- для решітки

$$w = \frac{G}{3600 * F} = \frac{90}{3600 * 0,0232} = 1,07 \quad \frac{i}{\tilde{n}} \quad (68)$$

- Найвний природний перепад тиску

$$\begin{aligned} \rho_{18} &= \frac{353}{273+18} = 1,213 \quad \frac{e\tilde{a}}{i^3} \\ \rho_{-22} &= \frac{353}{273-22} = 1,406 \quad \frac{e\tilde{a}}{i^3} \\ \delta_\delta &= \rho g h = (1,406 - 1,213) 10 * 2,3 = 4,439 \quad \checkmark \text{ à} \end{aligned} \quad (69)$$

- Місцеві опори

- вхід через решітку (0,9Па)
- поворот на 90⁰ із зміною перерізу (ζ=1)
- зонт із дифузором (ζ=0,7)

$$\Delta\delta_i = \frac{w^2}{2} \rho_{i\tilde{n}} = \frac{1,27^2}{2} 0,6276(1+0,7+0,9) = 1,32 \quad \checkmark \text{ à} \quad (70)$$

Втрати тиску по довжині вентиляційного каналу

- поправочний коефіцієнт на втрати тиску, що враховують шорсткість матеріалу: для цегли K=4 мм і w_ф=1,27 м/с маємо(згідно Справочник проектировщика Вентиляция и кондиционирование воздуха Под. ред. Староверова И.Г.), п=1,52

- користуючися $d_{\text{еа}} = \frac{2ab}{a+b} = \frac{2*0.14*0.14}{0.14+0.14} = 0,14$ і фактичною швидкістю димових газів, визначаємо питомі втрати тиску — $R = 0,23 \text{ Па/м}$

Тоді, маємо

$$\Delta\delta_l = Rln = 0.23*2.3*1.52 = 0.804 \text{ І а} \quad (71)$$

- Тоді, фактичні втрати тиску

$$\delta_o = \delta_l + \delta_i = 0,804 + 1,32 = 2,124 \text{ І а} < \delta_o = 4,439 \text{ І а} \quad (72)$$

6 Техніка безпеки та охорона праці

6.1 Улаштування та утримання будівельного майданчика, заходи з охорони праці при прокладанні газопроводу

Щоб уникнути доступу сторонніх осіб на будівельний майданчик необхідно передбачити захисну огорожу заввишки 1,5 м. Всі ворота, що забезпечують доступ на будмайданчик, контролюються протягом робочого часу і замикаються після його закінчення.

Біля в'їзду на територію будівельного майданчика встановлена схема внутрішньобудівельних доріг і проїздів із зазначенням місць складування матеріалів і конструкцій, місць розвороту транспортних засобів, об'єктів пожежного водопостачання.

Котловани, ями, траншеї і канали в місцях, де відбувається рух людей і транспорту, огорожені.

У місцях переходу через траншеї, ями, канали встановлені перехідні містки шириною 1 м, огорожені з обох боків поручнями висотою 1,1 м, з суцільною обшивкою знизу на висоту 0,15 м і з додатковою огорожувальною планкою на висоті 0,5 м від настилу .

У темний час доби передбачено освітлення будівельних майданчиків і ділянок робіт, проїздів і підходів до них.

Освітленість рівномірна, без сліпучої дії освітлювальних пристроїв на працюючих. Виробництво робіт в неосвітлених місцях заборонено.

Колодязі, шурфи і всі виїмки закриті кришками, щитами або огорожені. У темний час доби ці огорожі висвітлені електричними сигнальними лампочками.

Для працівників передбачені навіси для укриття від атмосферних опадів.

Для працівників, які працюють на відкритому повітрі при температурі зовнішнього повітря нижче 10 °С, організовані приміщення для обігріву.

Всі працівники забезпечені питною водою, якість якої відповідає санітарним вимогам.

Всі працівники забезпечені засобами індивідуального захисту відповідно до займаної посади, які наведені в таблиці 18.

Таблиця 18 – Засоби індивідуального захисту

Найменування професій і посад	Найменування ЗІЗ	Норма видачі на рік
Газорізальник, газозварник	Костюм бавовняний з вогнезахисним просоченням або костюм зварника; Черевики шкіряні з жорстким підноском; Рукавиці брезентові або краги зварника; Окуляри захисні або щиток захисний; наколінники; Респіратор; Жилет сигнальний 2 класу захисту.	1 1 пара 12 пар до зносу до зносу до зносу 1
Машиніст бульдозера; машиніст крана автомобільного; машиніст екскаватора одноковшового; машиніст екскаватора роторного; водій автомобіля; водій навантажувача;	Комбінезон бавовняний для захисту від загальних виробничих забруднень і механічних впливів або костюм зі змішаних тканин для захисту від загальних виробничих забруднень і механічних впливів; Черевики шкіряні або чоботи гумові; Рукавиці комбіновані або рукавички з полімерним покриттям; Навушники протишумні; Жилет сигнальний 2 класу захисту.	1 1 пара 6 пар до износу 1
Машиніст трубоукладача	Напівкомбінезон бавовняний; Сорочка бавовняна; Рукавиці комбіновані або рукавички з полімерним покриттям; Черевики шкіряні з жорстким підноском; Навушники протишумні (з кріпленням на каску); Респіратор; Жилет сигнальний 2 класу захисту.	1 2 12 пар 1 пара до зносу до зносу 1
Інженер з охорони праці; геодезист; майстер будівельних та монтажних робіт; механік дільниці; начальник дільниці; виконавець робіт (виконроб); старший виконавець робіт (виконроб).	Костюм для захисту від виробничих забруднень і механічних впливів; Плащ непромокальний; Черевики шкіряні; Чоботи гумові; Окуляри захисні; Жилет сигнальний 2 класу захисту;	1 1 на 2 года 1 пара 1 пара до износу 1

6.2. Техніка безпеки при випробуванні газопроводів

Закінчені будівництвом або реконструкцією зовнішні і внутрішні газопроводи слід перевіряти на герметичність повітрям.

Для випробування на герметичність повітрям газопровід відповідно до проекту виконання робіт слід розділити на окремі ділянки, обмежені заглушками або закриті лінійною арматурою і запірними пристроями перед газовикористовуючим обладнанням, з урахуванням допустимого перепаду тиску для арматури (пристроїв) даного типу.

Якщо арматура, устаткування і прилади не розраховані на випробувальний тиск, то замість них на період випробувань слід встановлювати котушки, заглушки.

Газопроводи житлових, громадських, побутових, адміністративних, виробничих будівель і котелень слід розглядати на ділянці від пристрою, що вимикає на ввіді в будинок до кранів вузлів нагрівальних приладів.

Перед випробуванням на герметичність внутрішня порожнина газопроводу повинна бути очищена відповідно до проекту виконання робіт. Очищення порожнини внутрішніх газопроводів і газопроводів ГРП (ГРУ) слід проводити продувкою повітрям перед їх монтажем.

Для проведення випробувань газопроводів застосовують манометри класу точності 0,15. Допускається застосування манометрів класу точності 0,40, а також класу точності 0,6. При випробувальному тиску до 0,01 МПа застосовують V-подібні рідинні манометри (з водяним заповненням).

Випробування підземних газопроводів проводять після їх монтажу в траншеї і присипки вище верхньої твірної труби не менше ніж на 0,2 м або після повної засипки траншеї.

Зварні з'єднання сталевих газопроводів повинні бути заізольовані.

До початку випробувань на герметичність газопроводи витримують під випробувальним тиском протягом часу, необхідного для вирівнювання температури повітря в газопроводі і температури ґрунту.

По завершенні випробувань газопроводу тиск знижують до атмосферного, встановлюють автоматику, арматуру, обладнання, контрольно-вимірювальні прилади і витримують газопровід протягом 10 хвилин під робочим тиском. Герметичність рознімних з'єднань перевіряють мильною емульсією.

Дефекти, виявлені в процесі випробувань газопроводів, слід усувати тільки після зниження тиску в газопроводі до атмосферного.

Після усунення дефектів, виявлених в результаті випробування газопроводу на герметичність, проводять повторне випробування.

Стики газопроводів, зварені після випробувань, повинні бути перевірені фізичним методом контролю.

6.3. Протипожежні заходи на будівельному майданчику

В умовах будівництва основними причинами виникнення пожежі є:

- необережне і недбале поводження з вогнем;
- несправність печей та інших опалювальних приладів і порушення при користуванні ними правил протипожежної безпеки;
- несправності електричних установок (приладів освітлення, електромереж, електродвигунів, електропускової апаратури); несправності технологічного обладнання (наприклад, вогневих сушарок, ацетиленових газогенераторів);
- самозаймання та самозаймання матеріалів, вибухи, грозові розряди.

Щоб уникнути виникнення пожеж на будівельному майданчику передбачено наступне:

1. Між тимчасовими будівлями і спорудами на будівельному майданчику дотримані протипожежні розриви, які запобігають перенесення вогню на сусідню будівлю.

2. Регулярний вивіз з майданчика горючих відходів.

3. Забезпечено під'їзд пожежної автомашини до будь-якого об'єкта на майданчику.

4. У мережі тимчасового водопостачання передбачені пункти пожежного водозабору.

5. Будівельний майданчик забезпечений автонасосами, мотопомпами, ручними насосами, первинними засобами гасіння пожеж.

Кожен пожежний щит оснащений наступними протипожежними засобами: сокири - 2 шт; ломи і лопати - по 2 шт; вогнегасники - 2 шт; багри залізні - 2 шт; відра, пофарбовані в червоний колір - 2 шт. Біля кожного пожежного щита встановлений ящик з піском місткістю 0,5 м³.

Для куріння, розведення вогню, установки опалювальних приладів відведені спеціальні місця.

Найбільш пожежонебезпечною є операція зварювання. Для попередження виникнення пожежі від електричної дуги, іскор і розжарених залишків електродів необхідно відповідним чином організувати робоче місце зварника.

Зварювання можна проводити на відстані не ближче 5 м від твердих горючих речовин, газів і рідин.

При необхідності виробництва зварювання на дерев'яному настилі треба покривати його в місці зварювання переносним сталевим листом або забезпечити зварника підручними засобами пожежогасіння.

У літню пору допускається змочування дерев'яних елементів водою.

Вогненебезпечні речовини при загорянні гасять різними засобами.

Палаюче дерево гасять водою; палаюче масло, нафту, бензин, гас засипають піском або накривають брезентом.

На початку пожежі палаючі речовини можна гасити пінними або вуглекислотними вогнегасниками. Ручні пінні вогнегасники можуть бути використані для гасіння майже всіх предметів, що горять, а також невеликих кількостей горючих і легкозаймистих матеріалів. Так як піна проводить

електричний струм, то пінні вогнегасники не можна застосовувати для гасіння палаючих установок, що знаходяться під дією електричного струму.

Для гасіння пожеж на електроустановках і електрообладнанні придатні вуглекислотні вогнегасники, так як вуглекислота є електроізолюючим речовиною.

Про виниклі пожежах на будівельному майданчику слід повідомляти в пожежну охорону за телефоном 101. Сигнал про пожежу можна подавати дзвоном, але більш досконала електрична сигналізація.

6.4 Пожежна безпека при виконанні робіт

Для виконання вимог забезпечення протипожежним водопостачанням об'єкта на період будівництва на раніше запроектованій базі будмайданчика передбачена установка заглиблених резервуарів 2x60 м³. Ємність встановлених резервуарів забезпечує витрату води в кількості 10 л / сек, при необхідному часу гасінні пожежі 3 години. Заповнення резервуарів проводиться привізною водою спец. автотранспортом.

Так як роботи з прокладання газопроводу здійснюються і в зимовий період часу до установки прийняті утеплені пожежні резервуари. Утеплення резервуарів передбачено керамзитом товщиною 0,5 м з пристроєм глиняного замка товщиною 0,3 м.

Пожежогасіння проводиться пересувною пожежною технікою. Резервуари обладнані спеціальним майданчиком розмірами 15x15 м з твердим покриттям для установки пожежних автомобілів. Для забору води з резервуарів під час пожежі передбачені два колодязя з кришками, розташовані над збірними люками резервуарів.

Для складування і зберігання горючих матеріалів і вантажів в горючій упаковці на період проведення будівельних робіт передбачений спеціальний майданчик.

Об'єкт необхідно забезпечити первинними засобами пожежогасіння та засобами зв'язку для виклику пожежних частин.

Для потреб будівництва використані тимчасові будівлі контейнерного типу, які відповідають вимогам діючих норм, правил і стандартів з пожежної безпеки. Опалення будинків передбачено електричне, від тимчасових мереж електропостачання.

Забороняється захаращувати під'їзди, проїзди і підступи до пожежного інвентарю.

У в'їзду на будмайданчик необхідно вивісити план майданчика із зазначенням місцезнаходження пожежних резервуарів, засобів пожежогасіння і зв'язку. На будмайданчику передбачити покажчик, на якому повинні бути цифри, що вказують відстань до найближчого пожежного резервуара.

Місце проведення вогневих робіт забезпечити засобами пожежогасіння.

Всі види робіт з будівництва, по монтажу технологічного обладнання, в тому числі і роботи з вогнезахисту повинні виконувати організації, що мають ліцензії на відповідні види робіт.

6.5 Заходи з безпеки праці

На всі небезпечні роботи (робота крана в обмежених умовах) необхідно оформляти наряд-допуск, що визначають безпечні умови робіт, з вказівками в них небезпечних зон і необхідних заходів з техніки безпеки.

Організаційно-технологічна схема ведення робіт на окремих ділянках передбачає роботу вантажопідіймальних механізмів в охоронній зоні діючої лінії електропередач ПЛ 1 кВ.

Будівельно-монтажні роботи з застосування машин в охоронній зоні діючої лінії електропередачі виробляти під безпосереднім керівництвом особи, відповідальної за безпеку ін

Охоронна зона для ПЛ 1 кВ становить 2 м по обидва боки лінії електропередачі від крайніх проводів.

При виконанні робіт в охоронних зонах ПЛ з використанням вантажопідіймальних механізмів допустима відстань до струмоведучих частин, що знаходяться під напругою для ВЛ 1 кВ становить 1,5 м до найближчого проводу (небезпечна зона).

Зона виконання робіт повинна бути огорожена.

При виконанні робіт в небезпечну зону роботи крана потрапляють приватні житлові будинки.

Місця проходу людей, що знаходяться поблизу від небезпечних зон, повинні бути огорожені, позначені і в необхідних випадках обладнані захисними пристроями.

Небезпечні зони повинні бути забезпечені попереджувальними знаками, а в нічний час – освітлені.

Межі небезпечних зон повинні мати сигнальні огорожі.

Розміри небезпечної зони роботи крана вказані на організаційно - технологічних схемах послідовності робіт на ділянках.

Так як виробництво робіт пов'язано з влаштуванням тимчасових вилучень і здійснюється на території існуючої забудови, передбачено влаштування пішохідних містків з поручнями для проходу до будинків.

Виробництво земляних робіт в охоронній зоні кабелів високої напруги, що діє водопроводу та інших комунікацій, необхідно здійснювати за нарядом - допуском, після отримання дозволу від організації, що експлуатує ці комунікації.

До початку виконання земляних робіт необхідно викликати на місце представників організацій, що експлуатують підземні комунікації, для вжиття заходів, що виключають їх пошкодження.

Розробку ґрунту в безпосередній близькості фундаментів існуючих будівель і споруд, а також поблизу діючих підземних комунікацій.

У місцях перетину газопроводу з підземними комунікаціями земляні роботи проводити вручну і з прийняттям заходів, що виключають пошкодження комунікацій при розтині.

При перетині електричного кабелю і газопроводу, прокладеного відкритим способом, кабель захистити від механічних пошкоджень і провисання за допомогою футлярів з металевих труб, що підвішуються до дерев'яного бруса.

Заходи з безпеки праці крана поблизу приватних будинків

Будівництво об'єкта здійснюється в обмежених умовах міської забудови. При розробці проектних рішень по організації будівництва передбачені наступні заходи:

1. Будівельно-монтажні роботи із застосуванням вантажо-підйомного механізму повинні виконуватися за розробленим проектом виробництва робіт краном, в якому вказані безпечні відстані наближення крана до будівель при скороченні величини небезпечної зони.

2. Виконання будівельно-монтажних і вантажно-розвантажувальних робіт із застосуванням вантажо-підйомного механізму в темний час доби заборонено.

3. Перед початком експлуатації вантажопідіймального механізму (крана) необхідно позначити кордон небезпечної зони на місцевості знаками, що попереджають про роботу крана.

4. Величина небезпечної зони скорочується за рахунок застосування таких технічних і організаційних рішень.

Технічні рішення

- обмеження висоти підйому і зони обслуговування шляхом обмеження повороту стріли або обмеження вильоту;
- застосування подовжених стропів;
- застосування захисних огорожень (екранів).

Організаційні рішення: заходи, що містять додаткові вимоги, пов'язані з забезпеченням виконання робіт (з позначенням на місцевості зон підйому вантажу не на повну висоту), в письмовому вигляді, що видаються кранівникам і стропальникам.

5. Експлуатація будівель на період виконання робіт із застосуванням вантажо-підіймальних механізмів забороняється. При неможливості дотримання цієї умови входи і виходи експлуатованих будівель повинні бути влаштовані за межами небезпечної зони, віконні та дверні прорізи повинні бути закриті захисними огороженнями.

6. Переміщення вантажів у існуючих будівель з глухими або капітальними стінами або стінами з прорізами, закритими захисними огороженнями, може проводитися на відстані не менше 1 м від стіни або виступаючих конструкцій будівель, якщо максимальна висота підйому вантажу менше висоти будівлі і в небезпечній зоні від переміщуваного вантажу відсутні входи в існуючу будівлю.

Висновок

У дипломному проекті виконано розрахунки і креслення двоступеневої системи газопостачання району міста, окремо розташованого, мережного газорегуляторного пункту (ГРП), системи газопостачання житлового багатоповерхового будинку, а також окремого елемента системи газопостачання.

Також в роботі проведені визначення основних характеристик природного газу, розрахунок річних і максимальних годинних (розрахункових) витрат газу окремими видами споживачів (житловими будинками, опалювальними котельнями, промисловими підприємствами), вибір та обґрунтування системи газопостачання населеного пункту.

Трасування газопроводів, поточкорозподілення, вибір нульових точок (точок сходження потоків). Визначення кількості ГРП і розміщення їх на генплані. Гідравлічний розрахунок мереж низького та середнього тиску. Проектування та розрахунок системи газопостачання житлового будинку.

Виконання проекту дало можливість мені поглибити і закріпити теоретичні знання, здобуті у процесі навчання, освоїти методику проектування системи газопостачання, ознайомитися з довідковою та технічною літературою з даної навчальної дисципліни. Основною метою виконання проекту є набуття навиків самостійної роботи в галузі проектування великих систем газопостачання, підбору газового обладнання ГРП, використання нормативної і довідкової літератури при вирішенні інженерних задач.

Графічна частина дипломного проекту виконана на шести листах формату А1. На листах розміщується генплан району міста з розташуванням промислових підприємств, газорозподільної станції (ГРС), газорегуляторного пункту (ГРП), котельних та комунально-побутових підприємств, що підключаються до газопроводу високого (середнього) тиску.

На генплані показано газові мережі високого, середнього і низького тиску, поверховість забудови, кількість населення, номери кварталів.

Розрахункові схеми газопроводів представляють у масштабі 1:5000. На них указують номери розрахункових ділянок, напрям руху газу, довжину, витрати газу, діаметри газопроводів, величину нев'язки втрат тиску в окремих кільцях газової мережі.

На наступному листі розміщено креслення плану першого поверху житлового будинку в масштабі 1:100. На плані вказано розміщення газових приладів, об'єм і висоту приміщень, розташування газопроводів, газового лічильника вентиляційних та димових каналів. Перетин будинку виконується вздовж лінії внутрішнього домового газопроводу.

Аксонетричну схему внутрішньодомового газопроводу представлено у масштабі 1:100. На схемі вказані діаметри газопроводів, запірні арматура, довжини та номери розрахункових ділянок, витрата газу по них, висотні відмітки, типи газових приладів.

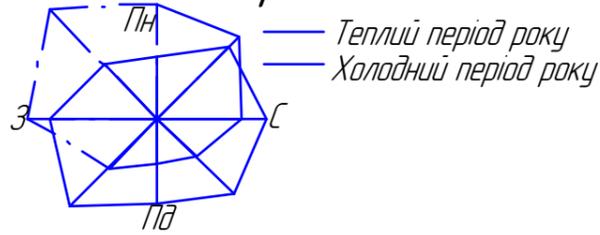
Також в роботі представлені креслення ГРП (план, перетин, аксонетрична схема) й креслення одного з елементів системи газопостачання (згідно із завданням на курсовий проект).

Література

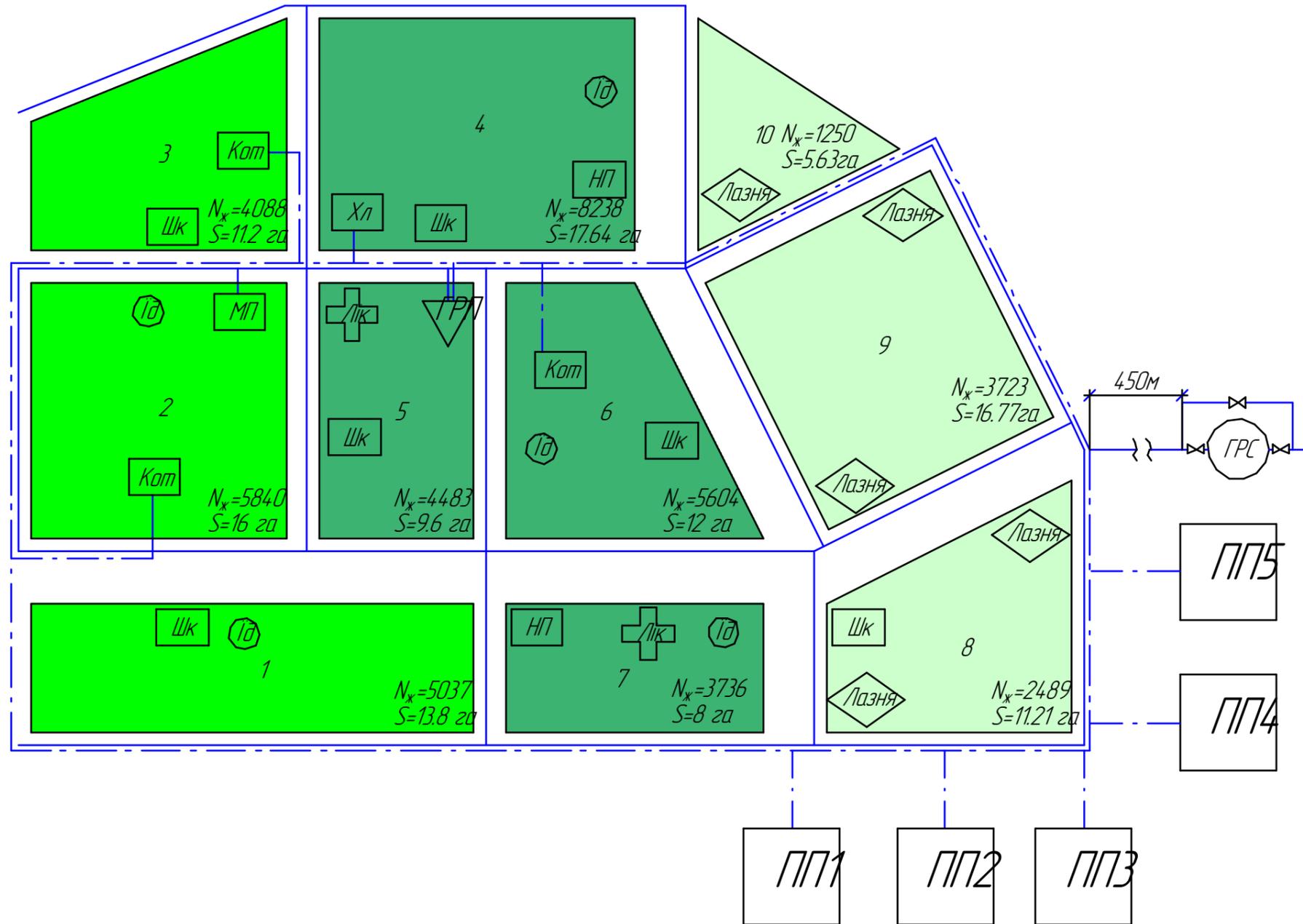
1. Ионин А.А. Газоснабжение. – М.: Высшее образование, 1982. –376 с.
2. Капцов І. І. Конспект лекцій з дисципліни «Газопостачання» Частина 1. «Газопроводи і газосховища. Фізико-хімічні властивості природних газів. Підготовка газу до дальнього транспортування» (для студентів 4 - 5 курсів денної та заочної форм навчання за напрямом підготовки 0921 (6.060101) «Будівництво» спеціальності «Теплогазопостачання і вентиляція»). / І. І. Капцов, А. В. Ромашко; Харьк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х: ХНАМГ, 2010. – 89 с.
3. Борисов С.Н., Даточный В.В. Гидравлические расчеты газопроводов. – М.: Недра , 1972.–109 с.
4. Охримюк Б. Ф. Газопостачання населених пунктів : навч. посіб. / Б. Ф. Охримюк, Т. С. Мацнева. – Рівне : НУВГП, 2012. – 242 с.
5. Справочник проектировщика. Вентиляция и кондиционирование воздуха /Под ред. Н.Н. Павлова, Ю.И. Шиллера. – М.: Стройиздат, 1992. –415 с.
6. Сідак В. С. Курс лекцій з дисципліни „Спецкурс з газопостачання» (для студентів 2-5 курсів усіх форм навчання та слухачів другої вищої освіти з напрямку підготовки 0921 (6.060101) „Будівництво», спеціальності 7.092108 (7.06010107) „Теплогазопостачання і вентиляція») / В. С. Сідак, О. М. Слатова; Харьк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2010. - 224 с.
7. Скафтымов Н.А. Основы газоснабжения. –Л.: Недра, 1985. –170 с.
8. Староверов И.Г. Справочник проектировщика. Вентиляция и кондиционирование воздуха / Под. ред. Староверова И.Г. – М.: Стройиздат, 1977. – 502с.
9. Стаскевич Н.Л. Справочник по газоснабжению и использованию газа. – Л.: Недра, 1990.–564 с.

10. Ткаченко В. А. Проектування газопостачання населених пунктів, житлових і громадських будинків : Навч. посіб. / В. А. Ткаченко, О. М. Склярєнко, К. М. Предун; Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт. - К., 2000. - 114 с.
11. Єнін П. М. Газопостачання населених пунктів і об'єктів природним газом : Навч. посіб. для студ. / П. М. Єнін, Г. Г. Шишко, К. М. Предун; Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт. - К. : Логос, 2002. - 198 с.
12. ДБН В.2.5-20-2018 «Газопостачання».
13. ДБН В.2.5-39:2008 Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі.
14. ДБН А.3.2-2-2009 Охорона праці і промислова безпека в будівництві.
15. Правила безпеки систем газопостачання України.–К.: Техніка, 1998.–369 с.
16. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія.

Роза вітрів



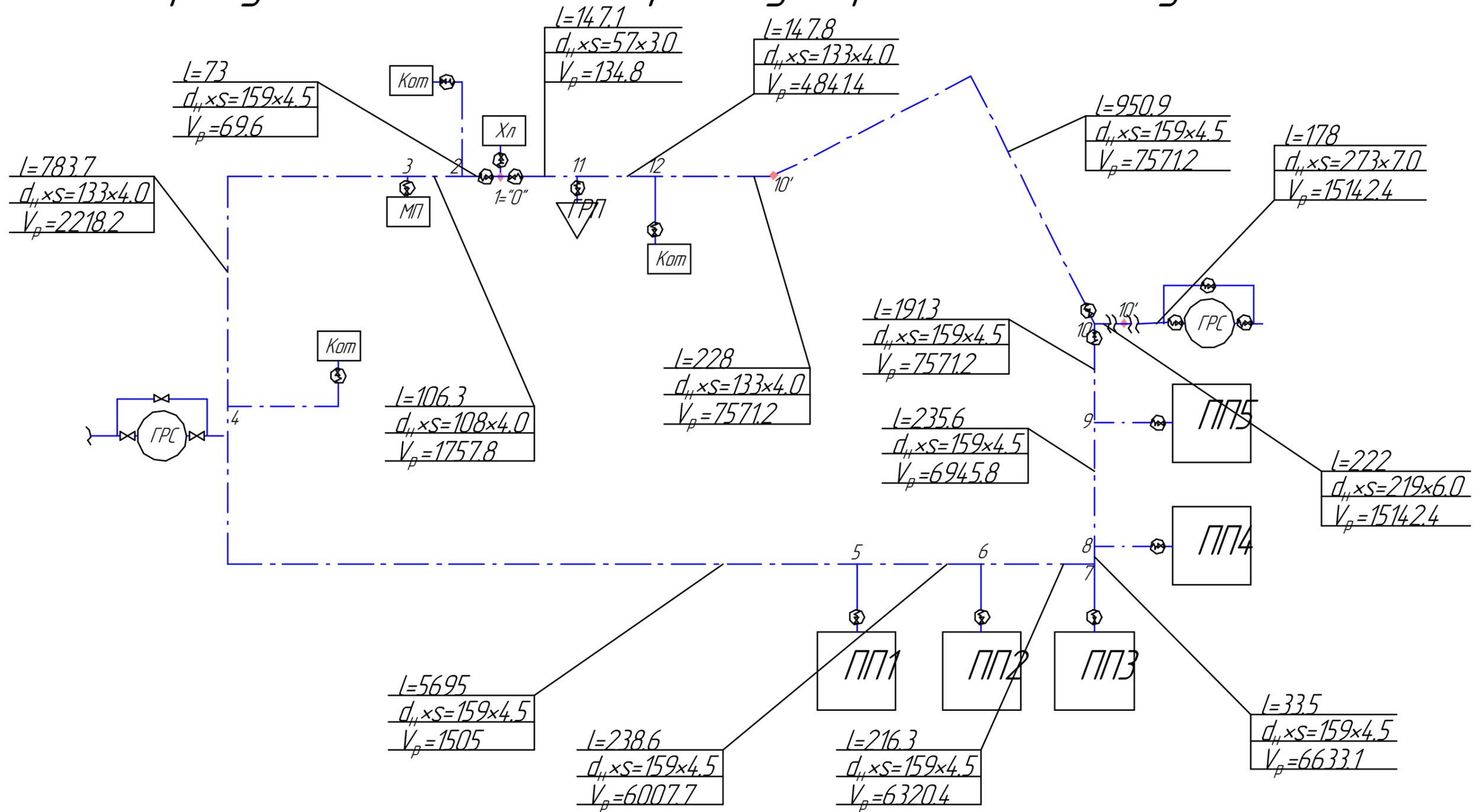
Генплан міста М1:5000



Согласовано	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

						144 Теплоенергетика			
						Теплоенергетичне проектування			
						системи паливозабезпечення міста Лубенського району			
Изм.	Кол.ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Газопостачання	Стадия	Лист	Листов
Виконав		Назаренко НМ				Газопостачання	ДП	1	6
Перевірив		Гічов Ю.О.					Генеральний план	Національний університет "Полтавська політехніка" ім. Юрія Кондратюка"	
						Формат А3			

Розрахункова схема газопроводу середнього тиску М1:5000



Легенда генплану

- | | | | |
|--|--------------|--|----------------|
| | Школа | | Лазня |
| | Лікарня | | Немех. пральня |
| | Ідальня | | Хлібзавод |
| | Мех. пральня | | Котельня |

144 Теплоенергетика							
Теплоенергетичне проектування системи паливозабезпечення міста Лубенського району							
Изм.	Кол.ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		
Виконав	Назаренко Н.М.						
Перевірів	Гішов Ю.О.						
Газопостачання					Стадія	Лист	Листов
Схема газопроводів середнього тиску					ДП	2	6
					Національний університет "Полтавська політехніка ім. Юрія Кондратюка"		
					Формат А3		

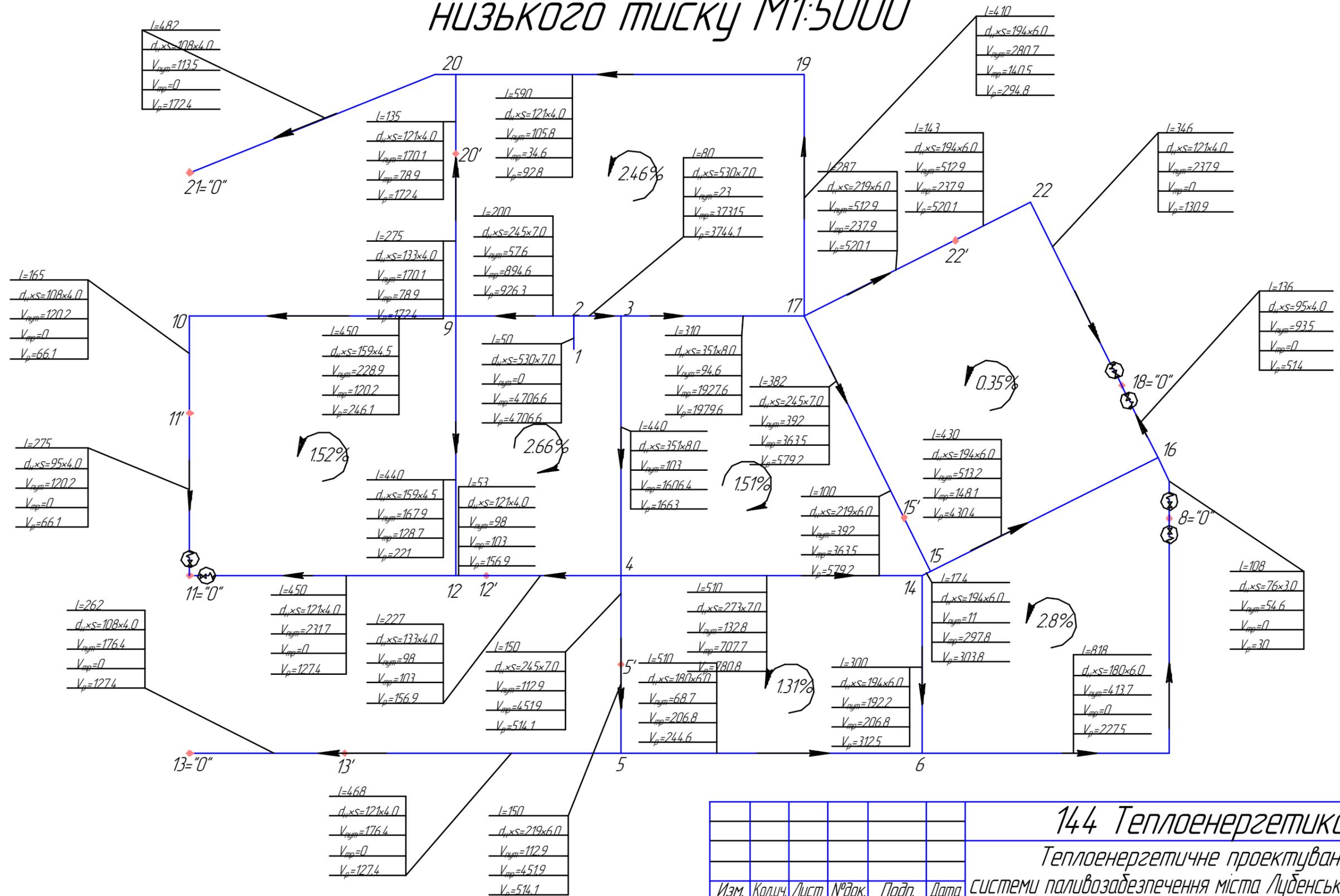
Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

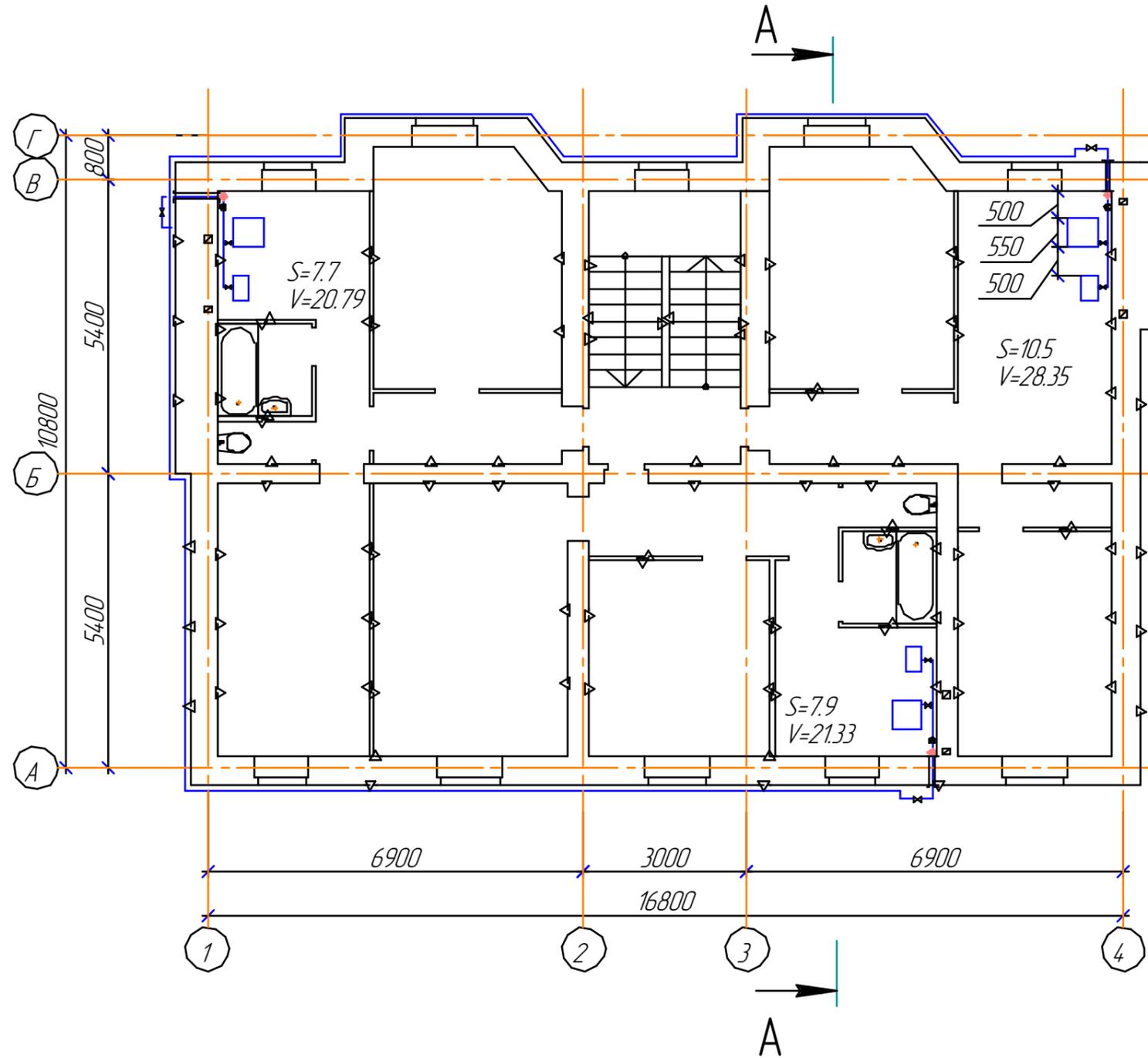
Розрахункова схема газопроводу НИЗЬКОГО ТИСКУ М1:5000



Согласовано	Взам. инв. №	Подп. и дата	
Инв. № подл.			

144 Теплоенергетика					
Теплоенергетичне проектування системи паливозабезпечення міста Лубенського району					
Изм.	Кол.ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Виконав	Назаренко НМ				
Перевірів	Гішов Ю.О.				
Газопостачання				Стадія	Лист
				ДП	3
				Листов	6
Схема газопроводів низького тиску					Національний університет "Полтавська політехніка ім. Юрія Кондратюка"
Формат А3					

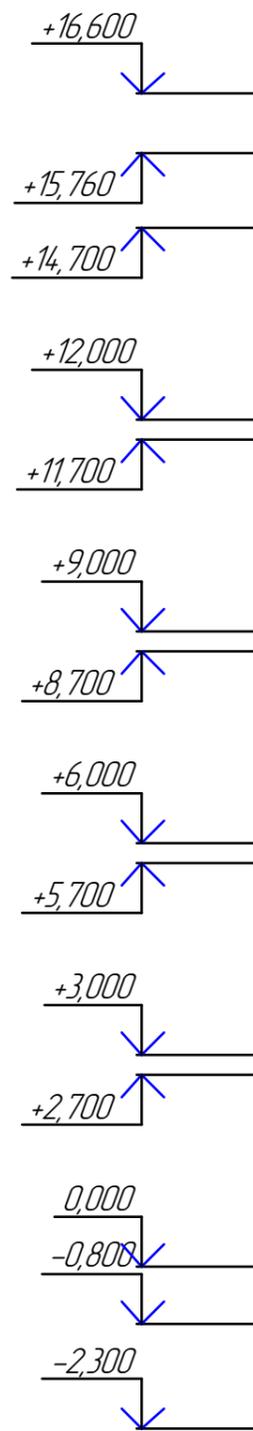
План першого поверху М1:100



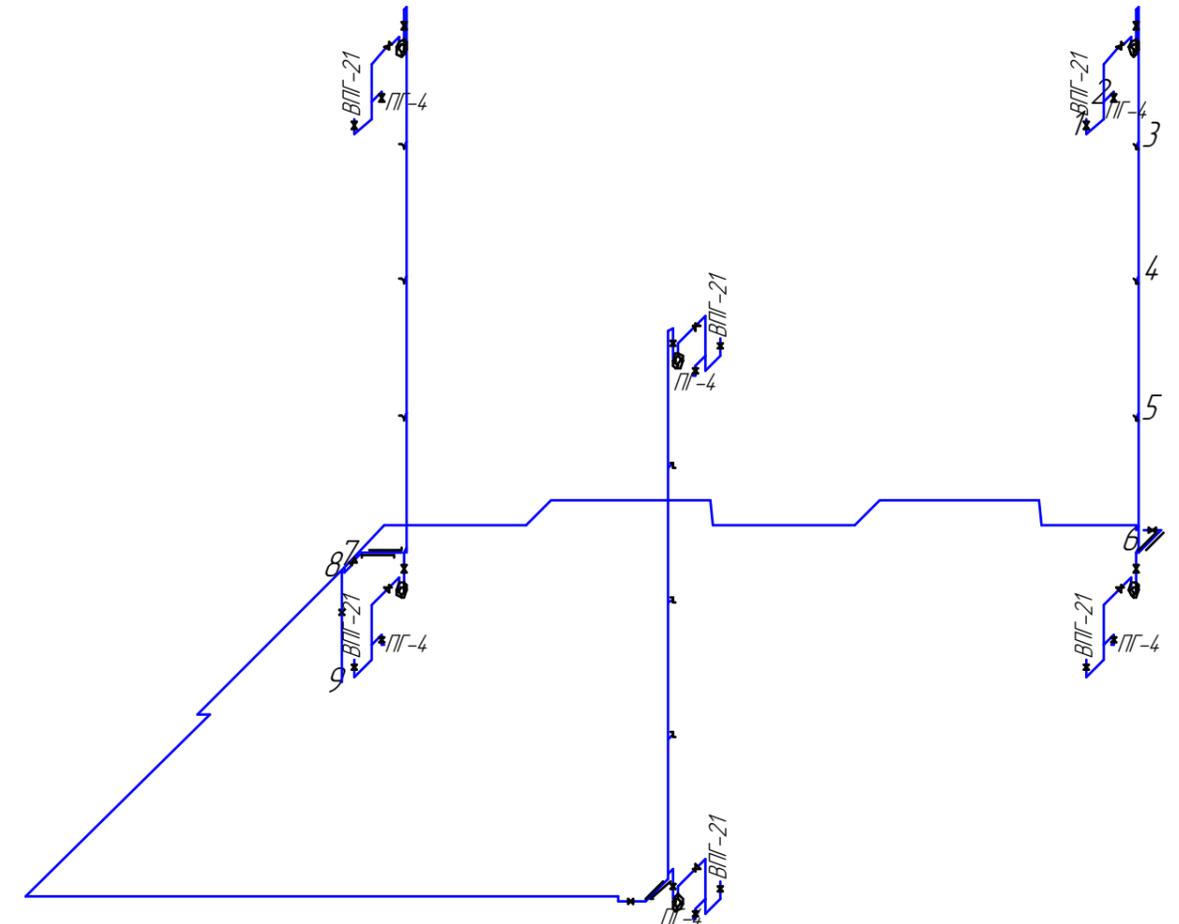
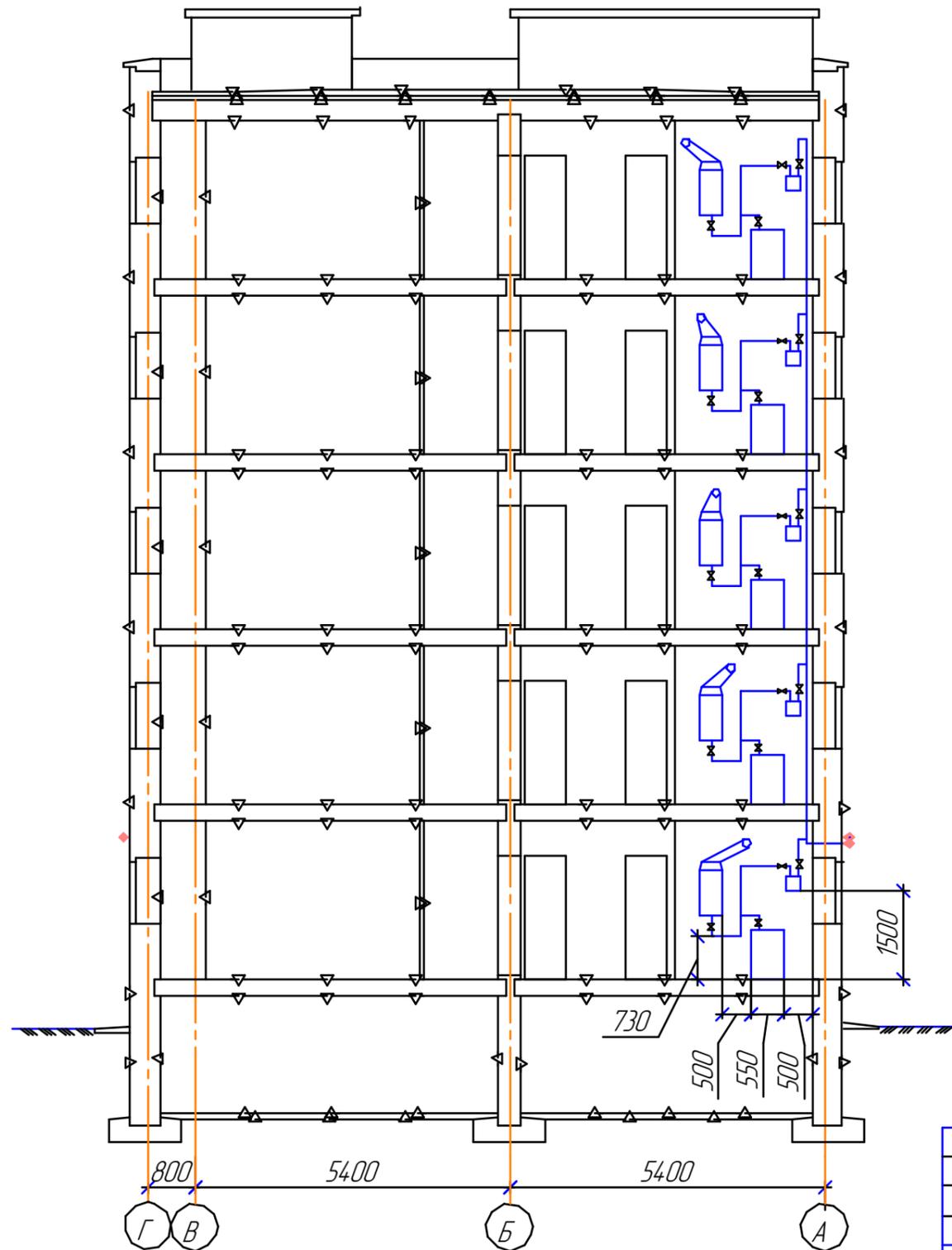
Согласовано					
Взам. инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					

						144 Теплоенергетика			
						Теплоенергетичне проектування системи паливозабезпечення міста Лубенського району			
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Газопостачання	Стадия	Лист	Листов
Виконав	Назаренко НМ						ДП	4	6
Перевірив	Гічов Ю.О.					План першого поверху житлового будинку	Національний університет "Полтавська політехніка ім. Юрія Кондратюка"		
							Формат А3		

Схема домового газопроводу



Вид А-А

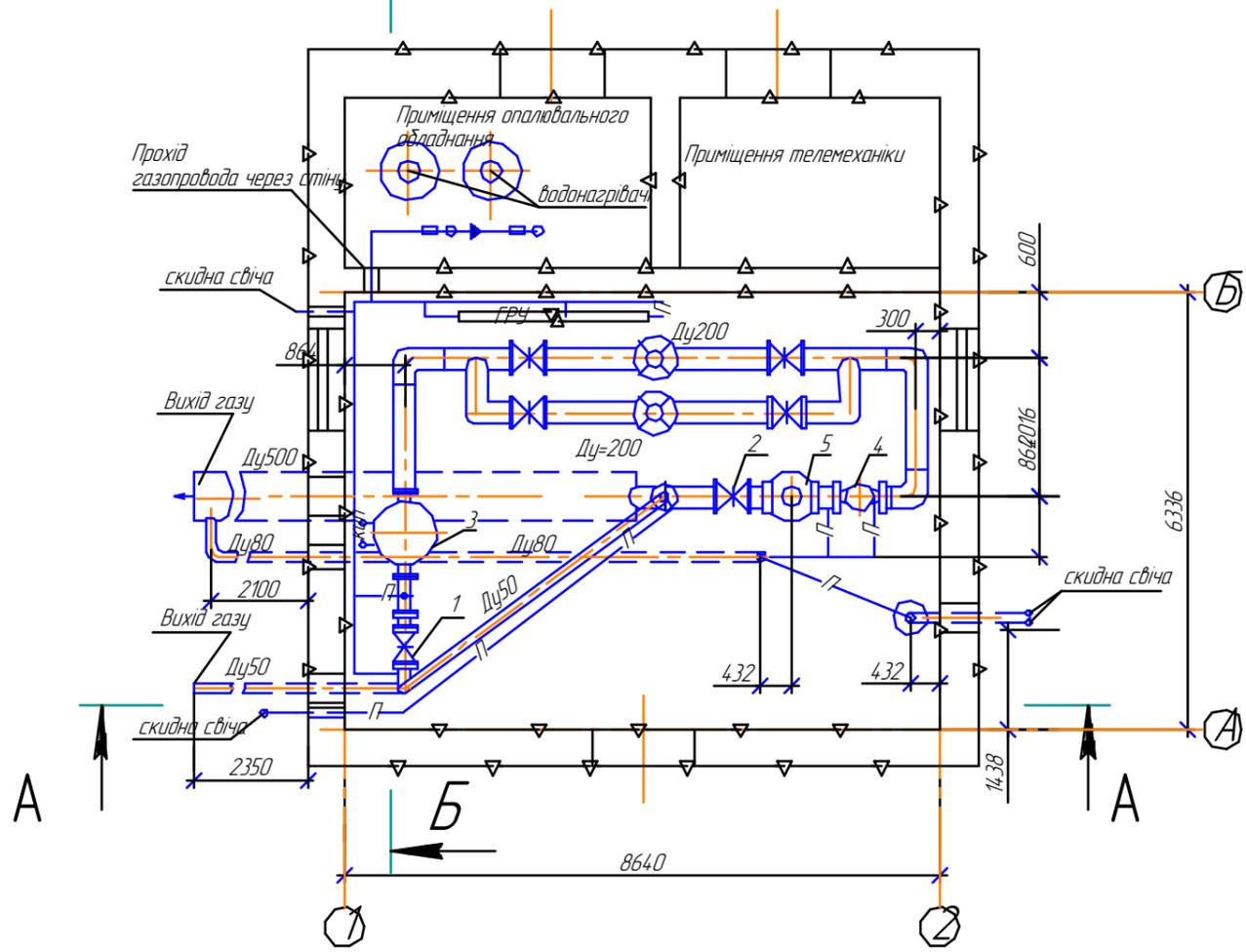


Примітка: на всіх поверхах по кожному стояку встановлені однакові прилади і трасування газопроводу однакове.

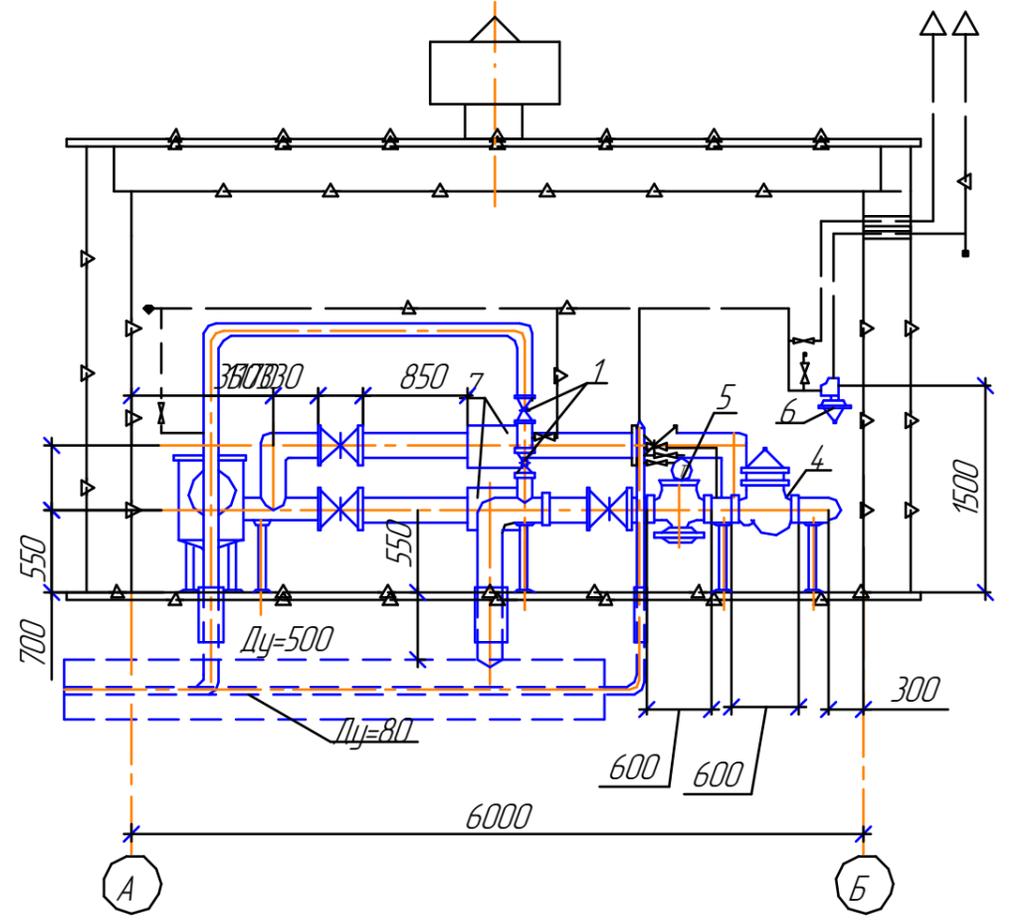
Согласовано	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

						144 Теплоенергетика			
						Теплоенергетичне проектування системи паливозабезпечення міста Лубенського району			
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Газопостачання	Стадія	Лист	Листов
Виконав	Назаренко НМ						ДП	5	6
Перевірив	Гічов Ю.О.					Розріз житлового будинку. Схема газопроводу	Національний університет "Полтавська політехніка" ім. Юрія Кондратюка		
						Формат А3			

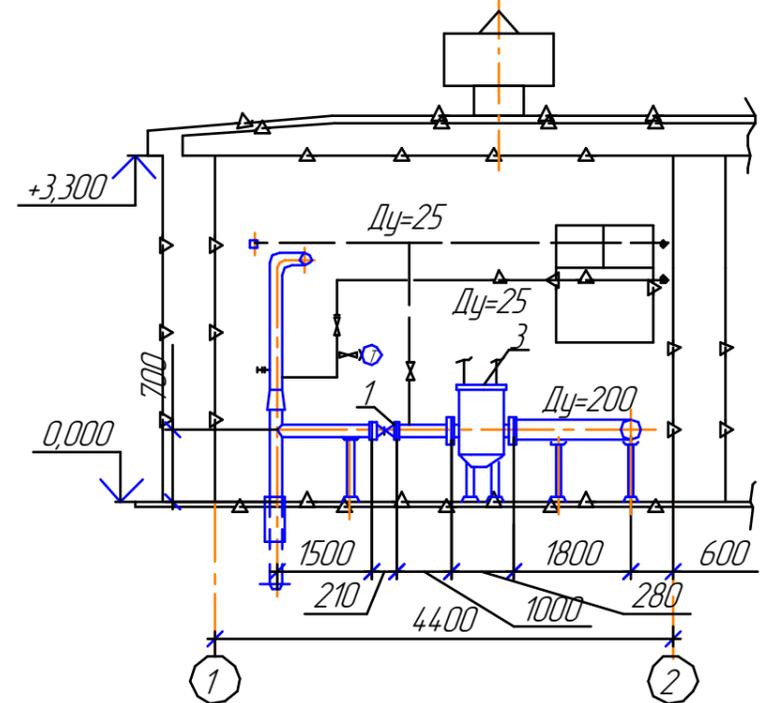
План



A-A



Б-Б



Согласовано			
Взам. инв. №			
Подп. и дата			
Инв. № подл.			

144 Теплоенергетика					
Теплоенергетичне проектування системи паливозабезпечення міста Лубенського району					
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Виконав	Назаренко НМ				
Перевірів	Гічов Ю.О.				
Газопостачання				Стадія	Лист
Газорегуляторний пункт				ДП	6
				Листов	6
Національний університет "Полтавська політехніка ім. Юрія Кондратюка"					
Формат А3					

Специфікація трубопроводів низького тиску

№	Позначення	Найменування	Од. вим.	Кількість
1	ГОСТ 10704-63	530x7.0	м	130
2	ГОСТ 8732-58**	351x8.0	м	750
3	ГОСТ 8732-58**	273x7.0	м	510
4	ГОСТ 8732-58**	245x7.0	м	732
5	ГОСТ 8732-58**	219x6.0	м	537
6	ГОСТ 8732-58**	194x6.0	м	1300.4
7	ГОСТ 8732-58**	180x6.0	м	1328
8	ГОСТ 8732-58**	159x4.5	м	890
9	ГОСТ 8732-58**	133x4.0	м	502
10	ГОСТ 8732-58**	121x4.0	м	2042
11	ГОСТ 8732-58**	108x4.0	м	909
12	ГОСТ 8732-58**	95x4.0	м	411
13	ГОСТ 10704-63	76x3.0	м	108
Компенсатори двулінзові				
1	КН	70	шт	1
2	КН	80	шт	2
3	КН	100	шт	2
4	КН	150	шт	1
Засувка із висувним шпинделем, фланцева				
1	30с4 1нж	70	шт	1
2	30с4 1нж	80	шт	2
3	30с4 1нж	100	шт	2
7	30с4 1нж	150	шт	1

Специфікація обладнання ГРП

№ п/п	Позначення	Найменування	Од. вим.	Кількість
1	30ч17дж	Засувка Ду=80	шт	7
2	30ч17дж	Засувка Ду=200	шт	5
3	ФГ-50	Фільтр волосяної	шт	1
4	ПКН-200	Запобіжний запірний клапан	шт	1
5	РДУК 2Н 200/105	Регулятор тиску	шт	1
6	ПСК-50	Запобіжний скидний клапан	шт	1
7	ЛГ-К-200-1000	Газовий лічильник	шт	1

Специфікація трубопроводів середнього тиску

№	Позначення	Найменування	Од. вим.	Кількість
1	ГОСТ 10704-63	57x3.0	м	202.1
2	ГОСТ 8732-58**	273x7.0	м	178
3	ГОСТ 8732-58**	219x6.0	м	222
4	ГОСТ 8732-58**	159x4.5	м	3371.2
5	ГОСТ 8732-58**	133x4.0	м	1159.5
6	ГОСТ 8732-58**	108x4.0	м	106.3
Компенсатори двулінзові				
1	КН	50	шт	9
2	КН	80	шт	4
3	КН	150	шт	1
4	КН	200	шт	1
5	КН	250	шт	2
Засувка із висувним шпинделем, фланцева				
1	30с4 1нж	50	шт	9
2	30с4 1нж	80	шт	4
3	30с4 1нж	150	шт	1
4	30с4 1нж	200	шт	1
5	30с4 1нж	250	шт	2

144 Теплоенергетика					
Теплоенергетичне проектування системи паливозабезпечення міста Лубенського району					
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Виконав	Назаренко НМ				
Перевірив	Гічов Ю.О.				
Газопостачання				Стадія	Лист
Специфікації				ДП	7
				Листов	-
				Національний університет "Полтавська політехніка ім. Юрія Кондратюка"	
				Формат А3	

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.