



**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 Я.М.

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту Енергозабезпечення селища у Полтавській області  
керівник проекту (роботи) Колієнко А.Г. проф. каф. ТГВ

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від " \_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2021 року \_\_\_\_\_

2. Строк подання студентом проекту 15.06. 2021

3. Вихідні дані до проекту: Кліматологічні характеристики району будівництва, генплан населеного пункту, характеристика населеного пункту, у якості природного газу прийняти газ Радченківського родовища Полтавської обл., характеристика споживачів газу.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Визначення параметрів горючого газу, визначення розрахункових витрат природного газу для потреб населеного пункту, трасування газопроводів низького і середнього тиску., визначення розрахункових витрат газу по ділянкам газопроводів низького і середнього тисків, підбір газового обладнання, підбір обладнання ГРП, гідравлічний розрахунок мереж низького і середнього тиску.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Генеральний план населеного пункту з нанесеними газопроводами низького і середнього тиску, Схема газопроводів з розрахунковими витратами. Схема ГРП з підібраним обладнанням. Будівельний план будинку з встановлення газового обладнання, трасуванням внутрішньодомових газопроводів.

6. Консультанти розділів проекту

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

7. Дата видачі завдання 25.04.2021

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Визначення основних характеристик горючого газу заданого	27.04.2021 р.	
2	Розрахунок процесів горіння природного газу. Визначення об'єму продуктів згорання	03.05. 2021 р.	
3	Визначення розрахункових витрат природного газу населеним пунктом і окремим споживачем.	10.05. 2021 р.	
4	Визначення розрахункових витрат газу.	15.05. 2021 р.	
5	Трасування газопроводів низького і середнього тиску. Визначення витрат газу по ділянкам газопроводів	27.05. 2021 р.	
6	Гідравлічний розрахунок систем газопостачання		
7	Розроблення схеми , креслень ГРП, Підбір обладнання ГРП	06.06. 2021 р.	
8	Розроблення системи газопостачання житлового будинку	12.06.2021 р.	
9	Визначення техніко-економічних показників по проекту	16.06.2021 р.	

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Назаренко Я.М.  
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту \_\_\_\_\_  
(підпис)

Колієнко А.Г.  
(прізвище та ініціали)

## Зміст

Вступ.....	6
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 .....	17
2.4. Визначення годинних витрат газу на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання.....	18
2.5. Визначення витрат газу в кварталах населеного пункту .....	21
2.6. Витрати газу промисловими підприємствами.....	23
2.7. Визначення кількості ГРП та місця їх розташування.....	25
2.8. Трасування та гідравлічний розрахунок розподільної мережі низького тиску.....	26
2.9. Трасування газопроводів високого (середнього тиску) та їх гідравлічний розрахунок.....	35
3. Проектування газорегуляторного пункту.....	39
3.1. Влаштування ГРП.....	39
3.2. Підбір обладнання ГРП .....	40
4. Проект газопостачання житлового будинку.....	43
4.1. Конструювання системи газопостачання. Розміщення газових приладів.....	43
5. Аеродинамічні розрахунки.....	49
5.1 Аеродинамічний розрахунок витяжної вентиляції.....	49
6. Техніка безпеки та охорона праці.....	51
6.1 Заходи з охорони праці при прокладанні газопроводу .....	51
6.2. Техніка безпеки при випробуванні газопроводів .....	55

6.3. Пожежна безпека при виконанні робіт .....	57
Висновок .....	61
Список використаних джерел .....	63
Додаток 1 .....	65

## Вступ

Поліпшення, розвиток виробництва за рахунок застосування більш ефективних засобів та автоматизованих технологічних процесів викликає необхідність підвищення якості теплоносіїв. Якщо порівнювати з іншими видами палива, цьому критерію найбільше відповідає природний газ.

Раціональне використання даного виду палива з компетентною реалізацією його технологічних переваг допоможе отримати вагомий економічний ефект, який пов'язаний зі збільшенням ККД агрегатів і скороченням витрати палива, а також більш м'яким регулюванням температурних полів, складу газового середовища.

Системи газопостачання – це складний комплекс споруд. Система газопостачання повинна забезпечувати безперебійну подачу газу споживачам, бути безпечною в експлуатації, простою і зручною в обслуговуванні, передбачати можливість відключення окремих її елементів або ділянок газопроводів для проведення ремонтних або аварійних робіт.

На вибір системи газопостачання населеного пункту впливає ряд чинників: розмір газифікованої території, особливості її планування, щільності населення, число і характер споживачів та ін. При проектуванні системи газопостачання розробляють ряд варіантів і виробляють їх техніко-економічне порівняння. Як остаточного варіанту беруть найбільш економічний, в порівнянні з іншими. Прийнятий варіант системи повинен передбачати будівництво і введення в експлуатацію системи газопостачання по частинам.

Метою дипломного проекту є проектування газопостачання селища в Полтавській області.

При проектуванні газових мереж селищ необхідно вирішувати наступні питання:

- визначення параметрів горючого газу;

- визначення розрахункових витрат природного газу для потреб населеного пункту;
- трасування газопроводів низького і середнього тиску;
- визначення розрахункових витрат газу по ділянкам газопроводів низького і середнього тисків;
- підбір газового обладнання;
- підбір обладнання ГРП;
- гідравлічний розрахунок мереж низького і середнього тиску.

Графічний матеріал має включати:

1. Генеральний план населеного пункту з нанесеними газопроводами низького і середнього тиску.
2. Схему газопроводів з розрахунковими витратами.
3. Схему ГРП з підібраним обладнанням.
4. Будівельний план будинку з встановлення газового обладнання, трасуванням внутрішньодомових газопроводів.

## 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 -  $t_c = -1,8$ °С;
- тривалість опалювального періоду -  $n_o = 183$  дні;
- барометричний тиск -  $P_6 = 1013$  Па

Повторюваність вітру за сторонами світу в зимовий і літній період року (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 – Повторюваність вітру за сторонами світу в зимовий і літній період року

	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Теплий період	14	15	13	10	5	12	15	16
Холодний період	7	13	16	26	5	13	12	8

Хімічний склад у % за об'ємом природного газу визначається залежно від родовища газу, і має такий вигляд:

Таблиця 1.2 – Хімічний склад газу

ГАЗ	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
%	86,4	6,8	2,3	1,0	0,5	2,5	0,5

Теплота, що виділяється при спалюванні 1 м<sup>3</sup> горючого газу при нормальних умовах та відсутності конденсації продуктів згорання, називається нижчою теплотою згорання і підраховується за формулою

$$Q_H^p = 358,8C_{H_4} + 643C_{H_6} + 932C_{H_8} + 1235C_{H_{10}} + 1564C_{H_{12}} = 358,8 \cdot 86,4 + 643 \cdot 6,8 + 932 \cdot 2,3 + 1235 \cdot 1 + 1564 \cdot 0,5 = 39533,32 \text{ [кДж/нм}^3\text{]},$$

де  $C_{H_4}$ ,  $C_{H_6}$  – об'ємна частка горючих компонентів газу заданого складу у відсотках.

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

$$\rho_T = 0,01 \left( C_{H_4} \cdot \rho_{C_{H_4}} + C_{H_6} \cdot \rho_{C_{H_6}} + C_{H_8} \cdot \rho_{C_{H_8}} + \dots + C_{H_n} \cdot \rho_{C_{H_n}} + CO_2 \cdot \rho_{CO_2} + N_2 \cdot \rho_{N_2} \right),$$

[кг/нм<sup>3</sup>]

де  $C_{H_4}, C_{H_6}, \dots, C_{H_n}, CO_2, N_2$  – об'ємна частка всіх складових компонентів газу заданого складу в % об,

$\rho_{C_{H_4}}, \rho_{C_{H_6}}, \dots$  - густина складових компонентів газу,  $\left(\frac{\text{кг}}{\text{нм}^3}\right)$ .

Визначимо густину газу

$$\rho(C_{H_4}) = \frac{\mu(C_{H_4})}{22,4} = \frac{12+4}{22,4} = 0,7143 \left(\frac{\text{кг}}{\text{нм}^3}\right)$$

$$\rho(C_{H_6}) = \frac{\mu(C_{H_6})}{22,4} = \frac{24+6}{22,4} = 1,3393 \left(\frac{\text{кг}}{\text{нм}^3}\right)$$

$$\rho(C_{H_8}) = \frac{\mu(C_{H_8})}{22,4} = \frac{36+8}{22,4} = 1,9643 \left(\frac{\text{кг}}{\text{нм}^3}\right)$$

$$\rho(C_{H_{10}}) = \frac{\mu(C_{H_{10}})}{22,4} = \frac{48+10}{22,4} = 2,5893 \left(\frac{\text{кг}}{\text{нм}^3}\right)$$

$$\rho(C_{H_{12}}) = \frac{\mu(C_{H_{12}})}{22,4} = \frac{60+12}{22,4} = 3,2143 \left(\frac{\text{кг}}{\text{нм}^3}\right)$$

$$\rho(N_2) = \frac{\mu(N_2)}{22,4} = \frac{28}{22,4} = 1,25 \left(\frac{\text{кг}}{\text{нм}^3}\right)$$

$$\rho(CO_2) = \frac{\mu(CO_2)}{22,4} = \frac{12+32}{22,4} = 1,9643 \left(\frac{\text{кг}}{\text{нм}^3}\right)$$

$$\rho_T = 0,01(86,4 * 0,7143 + 6,8 * 1,3393 + 2,3 * 1,9643 + 1 * 2,5893 + 0,5 * 3,2143 + 2,5 * 1,25 + 1,9643 * 0,5) = 0,8327 \left(\frac{\text{кг}}{\text{нм}^3}\right)$$

де  $\rho_{C_{H_4}}, \rho_{C_{H_6}}, \dots$  – густина складових компонентів газу [кг/нм<sup>3</sup>].

## 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,  $F$  (м<sup>2</sup>/га) або за густотою населення,  $n$  (люд/га) та величиною площі житлової забудови кварталів,  $S$  (га):

$$N_{KB} = \frac{S \cdot F}{f} = S \cdot n, \text{ (люд)} \quad (2.1)$$

Значення величин  $F$  та  $n$  для середньої норми житлової площі  $f = 9 \text{ м}^2$  на одного мешканця наведені в таблиці

Густота житлового фонду,  $F$ , та густота населення,  $n$  (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 – Густота житлового фонду та густота населення

Поверховість забудови	1	5	9
$F$ (м <sup>2</sup> /га)	1260	3200	3900
$n$ (люд/га)	140	422	467

Визначення кількості мешканців проводиться в табличній формі (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Визначення кількості мешканців

Район поверховості	Номер кварталу	Площа кварталу $S$ , га	Густота населення $n$ , (люд/га)	Кількість жителів $N_{KB}$ , (люд)
А	1	14,68	140	2055
	2	6,07	140	851
	3	7,41	140	1038
				$\Sigma$ району А=3944

Продовження таблиці 2.2.

Б	4	11,01	356	3920
	5	11,34	356	4037
	6	4	356	1424
	7	16	356	5696
В				Σрайону Б=15077
	8	7,7	467	3596
	9	4	467	1868
	10	10,68	467	4988

Σрайону В=10452

Σміста=92,9

Σміста=29473

Кількість жителів у районі: А  $N_A = 3944$  люд;

Б  $N_B = 15077$  люд;

В  $N_B = 10452$  люд;

Кількість жителів у місті  $N_M = 29473$  люд.

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 2.3.

Таблиця 2.3 – Рівень комфортності квартир, х

Кількість поверхів у будинках	Частина мешканців, у квартирах яких встановлене вказане газове обладнання, част.од.		
	ПГ+ЦГВ	ПГ+ВПГ	ПГ
7	100	-	-
5	20	80	-
1	-	40	60

Річні витрати газу в житлових будинках визначаються відповідно до залежності:

$$V_{зони}^{жс} = \frac{\sum N_i \cdot x_i \cdot Q_i^{жс}}{Q_H^P \cdot 10^{-3}} = \frac{3944 \cdot 0,8 \cdot 8000 + 3944 \cdot 0,6 \cdot 4800}{39533,32 \cdot 10^{-3}} + \frac{0,35 \cdot 15077 \cdot 2800 + 0,65 \cdot 15077 \cdot 8000 + 10454}{39533,32 \cdot 10^{-3}} = 3703765, \text{ (м}^3\text{/рік), (2.2)}$$

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/нм<sup>3</sup>;

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

Визначення кількості мешканців представлено в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Визначення кількості мешканців.

Район поверховості	Номер кварталу	Кількість жителів	$V_{ж}$ м <sup>3</sup> /рік
(А)1	1	2055	316050
	2	851	130880
	3	1038	159640
(Б)5	4	3920	612794
	5	4037	631084
	6	1424	222607
	7	5696	890428
(В)9	8	3596	254694
	9	1868	132305
	10	4988	353285

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),  $Q_{МП} = 18800$  МДж (для механізованих пралень, уключаючи 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

$$V_{HPI} = \frac{0,02 \cdot N_M \cdot Q_{HM}}{n_{HPI} \cdot Q_H^P} = \frac{0,02 \cdot 29473 \cdot 12600}{2 \cdot 39,53} = 93946,22 \text{ (м}^3\text{/рік)} \quad (2.3)$$

- для механізованих:

$$V_{MPI} = \frac{0,06 \cdot N_M \cdot Q_{MP}}{n_{MPI} \cdot Q_H^P} = \frac{0,06 \cdot 29473 \cdot 18800}{39,533 \cdot 1} = 841042,4 \text{ (м}^3\text{/рік)} \quad (2.4)$$

$$\text{де } n_{HPI} = \frac{0,02 \cdot N_M \cdot 100m}{1000 \cdot 450} = \frac{0,02 \cdot 29473 \cdot 100m}{1000 \cdot 450} = 2 \text{ та}$$

$$n_{MPI} = \frac{N_M \cdot 60}{1000 \cdot 2500} = \frac{29473 \cdot 60}{1000 \cdot 2500} + \frac{50 \cdot 29473}{1000} = 1, \text{ – кількість немеханізованих та}$$

механізованих пралень відповідно.

Витрати газу на лазні визначають із розрахунку, що ними користуються жителі,  $N_M^J = 0,6 \cdot 3944 = 2366,4$ , які не мають у квартирах гарячого водопостачання, тобто 60% мешканців 1-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  $n_L = \frac{N_M^J \cdot 54}{17000} = \frac{2366,4}{20000} = 1$ , приймається із розрахунку обслуговування 15-20 тис. жителів за рік. Річні витрати газу на лазню складають:

$$V_L = \frac{N_M^J \cdot Q_L \cdot 54}{Q_H^P \cdot n_L \cdot 10^{-3}} = \frac{2366,4 \cdot 50 \cdot 54}{39,533 \cdot 1} = 161619 \text{ (м}^3\text{/рік)} \quad (2.5)$$

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 800-1000чол. 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

$$n_C = \frac{0,15 \cdot N_M}{1000} = \frac{0,15 \cdot 29473}{1000} = 4 \text{ шт} \quad (2.6)$$

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

$$V_C = \frac{(0,1 \dots 0,15) \cdot N_M \cdot (Q_{CO} + 2Q_{CB}) \cdot 365}{n_C \cdot Q_H^P \cdot 10^{-3}} = \frac{0,15 \cdot 29473(4,2 + 2 \cdot 2,1) \cdot 365}{4 \cdot 39,533} = 85717,2 \text{ (м}^3\text{/рік)} \quad (2.7)$$

При визначенні витрат газу установами охорони здоров'я річні норми витрат теплоти на одне ліжко приймають  $Q_{Ж} = 3200$  МДж (на приготування

їжі) та  $Q_G = 9200$  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:

$$n_{ЛК} = \frac{N_M \cdot (13...14)}{1000 \cdot (200...300)} = \frac{29473 \cdot 14}{1000 \cdot 200} = 2 \text{ шт} \quad (2.8)$$

Річні витрати газу на них обчислюються за формулою:

$$V_{ЛК}^{нов} = \frac{N_M \cdot (13...14) \cdot (Q_{Ж} + Q_G)}{1000 \cdot Q_H^P \cdot n_{ЛК} \cdot 10^{-3}} = \frac{29473 \cdot 14 \cdot (3200 + 9200)}{1000 \cdot 39,533 \cdot 2} = 64711,9 \text{ (м}^3\text{/рік)} \quad (2.9)$$

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

$$N_{ШК} = \frac{0,19 \cdot N_M}{1200...1500} = \frac{0,19 \cdot 29473}{1200} = 5 \text{ шт} \quad (2.10)$$

Річні витрати газу на одну школу:

$$V_{ШК} = \frac{0,19 \cdot N_M \cdot Q_{ШК}}{n_{ШК} \cdot Q_H^P \cdot 10^{-3}} = \frac{0,19 \cdot 29473 \cdot 50}{5 \cdot 39,53} = 1416,5 \text{ (м}^3\text{/рік)} \quad (2.11)$$

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

Річні витрати газу на потреби підприємств торгівлі, підприємств побутового обслуговування не виробничого 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,  $V_{РІК}$ , по окремих видах споживачів відповідно до формули:

$$V_{ГОД} = K_m \cdot V_{РІК}, \text{ (м}^3\text{/год)} \quad (2.12)$$

де  $K_m$  – коефіцієнт годинного максимуму (коефіцієнт переходу від річної витрати до максимальної розрахункової годинної витрати газу);  $V_{РІК}$  – річна витрата газу, м<sup>3</sup>/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 2.5.

Таблиця 2.5 – 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

Результати розрахунків годинних витрат газу заносять у таблицю 2.6.

Визначення годинних витрат газу				
Споживач газу	Кількість жителів	Річні витрати газу, нм <sup>3</sup> /рік	K <sub>m</sub>	Годинні витрати газу, нм <sup>3</sup> /год
Побутове споживання в житлових будинках				
район А	3944	495628	1/2100	236,013
район Б	15077	1894672	1/2300	823,77
район В	10452	1313465	1/2200	597,03
Немеханізована пральня		93946,2	1/2900	32,3952
Механізована пральня		841042	1/2900	290,015
Лазня		161619	1/2700	59,8589
Лікарня		64711,9	1/3000	21,5706
Школа		1416,51	1/2200	0,64387
Їдальня		68573,8	1/2000	34,2869
Підприємства торгівлі				
район А		24781,4	1/2200	11,2643
район Б		94733,6	1/2200	43,0607
район В		65673,2	1/2200	29,8515
Хлібозавод	29473	638389,07	1/6000	106,39

Таблиця 2.6 – Визначення годинних витрат газу

#### 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 теплопостачання, 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

-для 9 поверховості:

$$V_K = V_{OB} = \frac{(Q_O^{\text{ж}} + Q_O^{\Gamma} + Q_B^{\Gamma} + Q_{ГВ}^{\Gamma}) \cdot 3600}{Q_H^P \cdot \eta_K \cdot 10^{-3}} = \frac{(11,38 + 2,84 + 1,138 + 7,3)3600}{39,533 \cdot 0,8} = 2583,15 \text{ (нм}^3\text{/ГОД)} \quad (2.13)$$

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

$Q_O^{\Gamma}$  – максимальні розрахункові витрати теплоти на опалення громадських будинків

$Q_B^{\Gamma}$  – максимальні розрахункові витрати теплоти на вентиляцію громадських будинків

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

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

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

$$Q_{O_{\geq 5}}^{\text{ж}} = q \cdot F \cdot 10^{-6} = 77,8 \cdot 146328 \cdot 10^{-6} = 11,38 \text{ МВт} \quad (2.14)$$

де  $q=79,4$  Вт/м<sup>2</sup> – показник максимального теплового потоку на опалення житлових будинків на 1м<sup>2</sup> загальної опалюваної площі в Вт/м<sup>2</sup>, приймається залежно від розрахункової зовнішньої температури,

$F_{ж}$  – опалювана загальна площа житлових будинків у м<sup>2</sup>, визначається за нормою житлової площі на одного мешканця  $f=9\div 14$  м<sup>2</sup> та відомою кількістю жителів, N, мешкаючих у зоні дії районних котелень, за формулою:

$$F_{ж\geq 5} = f \cdot N = 14 \cdot 10452 = 146328 \text{ м}^2 \quad (2.15)$$

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

$$Q_{O\geq 5}^r = 0,25 \cdot Q_O^ж = 0,25 \cdot 11,38 = 2,84 \text{ МВт} \quad (2.16)$$

$$Q_{B\geq 5}^r = 0,4 \cdot Q_O^r = 0,4 \cdot 0,25 \cdot Q_O^ж = 0,1 \cdot Q_O^ж = 0,4 \cdot 2,84 = 1,138 \text{ МВт} \quad (2.17)$$

Максимальні витрати теплоти на гаряче водопостачання визначаються за формулою

$$Q_{ГВ} = (2,0 \dots 2,4) \cdot q_{ГВ} \cdot N_{ГВ} = 2,0 \cdot 0,35 \cdot 10^{-3} \cdot 10452 = 7,31 \text{ МВт} \quad (2.18)$$

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  $q_{ГВ} = 0,35 \cdot 10^{-3}$  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 котелень призначають відповідно до номінальних витрат газу та номінальних теплопродуктивностей найбільш поширених водогрійних котлів.

-для 5 поверхховості:

$$F_{ж\geq 5} = f \cdot N = 14 \cdot 15077 \cdot 0,35 = 73877,3 \text{ м}^2$$

$$Q_{O\geq 5}^ж = q \cdot F \cdot 10^{-6} = 77,8 \cdot 73877,3 \cdot 10^{-6} = 5,74 \text{ МВт}$$

$$Q_{O\geq 5}^r = 0,25 \cdot Q_O^ж = 0,25 \cdot 5,74 = 1,43 \text{ МВт}$$

$$Q_{B \geq 5}^I = 0,4 \cdot Q_O^I = 0,4 \cdot 0,25 \cdot Q_O^K = 0,1 \cdot Q_O^K = 0,4 * 1,43 = 0,5747 \text{ МВт}$$

$$Q_{ГВ} = (2,0 \dots 2,4) \cdot q_{ГВ} \cdot N_{ГВ} = 2,0 \cdot 0,35 \cdot 10^{-3} \cdot 0,35 * 15077 = 3,69 \text{ МВт}$$

$$V_K = V_{OB} = \frac{(Q_O^K + Q_O^I + Q_B^I + Q_{ГВ}) \cdot 3600}{Q_H^P \cdot \eta_K \cdot 10^{-3}} = \frac{(5,74 + 1,43 + 0,57 + 3,69) \cdot 3600}{39,533 \cdot 0,8} = 1303 \text{ (нм}^3/\text{год)},$$

Розподілення та комплектація котелень:

Все теплове навантаження по місту доцільно розподілити на 2 котельні виходячи з умов того щоб в котельні було не більше 3 котлів і рівномірного забезпечення всіх споживачів, тоді ми маємо наступне:

- К1 котли: КВГ-6,5  $Q_K = 7,6 \text{ МВт}$ , - 3 шт  $\Sigma Q = 22,8 \text{ МВт}$

- К2 котли: ПТВМ-20  $Q_K = 4,5 \text{ МВт}$ , - 3 шт  $\Sigma Q = 13,5 \text{ МВт}$

$$V_{\text{кот1}} = 2154,8 \text{ нм}^3/\text{год},$$

$$V_{\text{кот2}} = 2154,8 \text{ нм}^3/\text{год},$$

$$V_{\text{кот3}} = 2154,8 \text{ нм}^3/\text{год}.$$

Розрахункові витрати газу в побутових котлах визначаються за формулою для району А:

- квартал 1:

$$V_O = \frac{q \cdot f \cdot (N_M - N) \cdot 3,6}{Q_H^P \cdot \eta_{ПК}} = \frac{170,2 \cdot 30 \cdot 2055}{39533,32 \cdot 0,8} = 331,77 \text{ нм}^3/\text{год} \quad (2.19)$$

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

- квартал 2:

$$V_O = \frac{q \cdot f \cdot (N_M - N) \cdot 3,6}{Q_H^P \cdot \eta_{ПК}} = \frac{170,2 \cdot 30 \cdot 851}{39533,32 \cdot 0,8} = 137,39 \text{ нм}^3/\text{год}$$

- квартал 3:

$$V_O = \frac{q \cdot f \cdot (N_M - N) \cdot 3,6}{Q_H^P \cdot \eta_{ПК}} = \frac{170,2 \cdot 30 \cdot 1038}{39533,32 \cdot 0,8} = 167,58 \text{ нм}^3/\text{год}$$

## 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:

$$V_{KB} = V_{KB}^{\text{Ж}} + V_{KB}^{\text{Г}} + V_{KB}^{\text{М}} + V_{KB}^{\text{О}}, \text{ нм}^3/\text{год} \quad (2.20)$$

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, нм<sup>3</sup>/год. Результати розрахунків (табл. 2.7).

Таблиця 2.7 – Результати розрахунків

Розрахунок годинних витрат газу в кварталах населеного пункту								
№ кварталу	Кількість поверхів	Кількість мешканців кварталу, N <sub>кв</sub>	V <sub>кв</sub> , нм <sup>3</sup> /год	Перелік громадських будинків, що розташовані в кварталі	V <sup>Г</sup> <sub>кв</sub>	V <sup>М</sup> <sub>кв</sub>	V <sup>О</sup> <sub>кв</sub>	V <sub>кв</sub>
					нм <sup>3</sup> /год			
1	1	2055	129,1	лазни	15,96	5,869	331,8	482,7
2	1	851	53,45	школа, їдальня	34,92	2,43	137,4	228,2
3	1	1038	65,2			2,965	167,6	235,7
4	5	3920	225,4	школа, лікарня	22,21	11,2	-	258,8
5	5	4037	232,1	школа, їдальня	34,92	11,53	-	278,6
6	5	1424	81,87			4,067	-	85,94
7	5	5696	327,5	школа, їдальня, лікарня	56,49	16,27	-	400,2
8	9	3596	215,7	їдальня, немеханізована пральня	66,67	10,27	-	292,6
9	9	1868	112			5,335	-	117,4
10	9	4988	299,2	немех. пральня, школа, їдальня	67,31	14,25	-	380,7

## 2.6. Витрати газу промисловими підприємствами

Згідно із завданням на території населеного пункту розташовані 5 промислових підприємств з указаними в завданні річними витратами газу  $V_{III}$ ,  $\text{нм}^3/\text{рік}$ . У курсовому проекті 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,  $\text{год}/\text{рік}$ , відповідно до залежності:

$$V_p = \frac{V_{III}}{m}, \text{ нм}^3/\text{ГОД} \quad (2.21)$$

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

$$m_{OK} = 24 \cdot n_{OP} \frac{t_{BH} - t_{CO}}{t_{BH} - t_{PO}} = \frac{24 \cdot 183 \cdot (16 + 1,8)}{16 + 23} = 2004,5 \text{ год/рік} \quad (2.22)$$

де  $n_{OP}$  – тривалість опалювального періоду, 172 діб;

$t_{BH}$  – внутрішня температура у виробничих приміщеннях, приймається рівною  $16^\circ\text{C}$ ;

$t_{CO}$  – середня температура за опалювальний період,  $-0,6^\circ\text{C}$ ;

$t_{PO}$  – розрахункова зовнішня температура повітря,  $-23^\circ\text{C}$ .

Визначення витрат газу промисловими підприємствами представлено

2.8.

Таблиця 2.8 – Визначення витрат газу промисловими підприємствами

Визначення витрат газу промисловими підприємствами								
Шифр промислового підприємства	Число годин роботи за добу	Річні витрати газу, млн.м <sup>3</sup> /рік		К-сть годин користування максимумом, год/рік		Годинні витрати газу, м <sup>3</sup> /год		Загальні розрахункові витрати газу, м <sup>3</sup> /год
		на технологію	на опалення	на технологію	на опалення	на технологію	на опалення	
ПП1	16	11925000	3975000	7000	2004,5	1703,6	1983	3686,6
ПП2	8	12150000	4050000	7000	2004,5	1735,7	2020,4	3756,16
ПП3	8	20475000	6825000	4000	2004,5	5118,8	3404,8	8523,57
ПП4	24	14700000	4900000	4000	2004,5	3675	2444,5	6119,49
ПП5	8	6300000	2100000	4000	2004,5	1575	1047,6	2622,64

Споживання паливного газу хлібозаводами розраховується із норми споживання хлібобулочних виробів 219 т за рік на кожну тисячу мешканців (600г 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

$$n_x = \frac{0,219 \cdot N_M}{(25 \dots 100) \cdot 365} = \frac{0,219 \cdot 29473}{75 \cdot 365} \approx 1 \text{ шт} \quad (2.23)$$

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

$$V_x = \frac{\sum 0,219 \cdot N_M \cdot Q_i^x \cdot r_i}{Q_H^P \cdot n_x \cdot 10^{-3}} = \frac{0,219 \cdot 29473 \cdot (2500 \cdot 0,6 + 5450 \cdot 0,3 + 7750 \cdot 0,1)}{39,5 \cdot 10^{-3}} = 638389,07 \text{ нм}^3 / \text{рік}$$

де  $r_i$  – частка хлібопродуктів певного виду, які випікаються.

Формовий хліб – 60%

Подовий хліб та батони – 30%

Кондитерські вироби – 10%

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,  $V_{ОПГ}$ , за формулою:

$$n_{ГРП} = \frac{\sum V_{KB}}{V_{ОПГ}} = \frac{2761}{2243} = 1,21 \approx 1 \text{ шт} \quad (2.24)$$

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:

$$V_{ОПГ} = \frac{n \cdot e \cdot R^2}{5000} = \frac{317 \cdot 0,09 \cdot 626^2}{5000} = 2243 \quad (2.25)$$

Оптимальний радіус дії ГРП визначається за формулою

$$R = 7,8 \frac{c^{0,388} \cdot (0,1 \cdot \Delta p)^{0,081}}{\varphi^{0,245} \cdot (n \cdot e)^{0,143}} = 7,8 \frac{8000^{0,388} \cdot (0,1 \cdot 1200)^{0,081}}{0,01755^{0,245} \cdot (317 \cdot 0,095)^{0,143}} = 626 \text{ м} \quad (2.26)$$

де  $c$  – вартість одного ГРП, крб. (у цінах до 1980 р.), для курсового проекту рекомендується приймати  $c = 8000$  крб.,

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

$\varphi$  – коефіцієнт густоти мережі низького тиску,

$$\varphi = 0,0075 + 0,003 \frac{n}{100} = 0,0075 + 0,003 \frac{317}{100} = 0,017 \quad (2.27)$$

$e$  – питомі витрати газу низького тиску на одного жителя

$$e = \frac{\sum V_{KB}}{N_M} = \frac{2761}{29473} = 0,093 \text{ нм}^3/\text{люд} \quad (2.28)$$

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

$$n = \frac{N_M}{\sum S} = \frac{29473}{92,9} = 317 \text{ (люд/га)} \quad (2.29)$$

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.

## **2.8. Трасування та гідравлічний розрахунок розподільної мережі низького тиску**

Розподільна мережа низького тиску проектується в курсовому проекті 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:

$$V_{\text{ПІТ}}^{KB} = \frac{\sum V_{KB}}{\sum l}, \text{ нм}^3/\text{1пог.м.} \quad (2.30)$$

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

$\sum V_{KB}$  – сума витрат газу по кварталах забудови з однаковою кількістю поверхів, нм<sup>3</sup>/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:

$$V_{\text{ПІТ}} = V_{\text{ПІТ}}^{\text{КВІ}} + V_{\text{ПІТ}}^{\text{КВІІ}}, \quad (2.31)$$

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

$$V_{\text{Пі}} = V_{\text{ПІТ}_i} \cdot l_i, \quad \text{нм}^3/\text{ГОД} \quad (2.32)$$

де  $V_{\text{Пі}}$  – шляхові витрати газу на ділянці газопроводу довжиною  $l_i$ .

За відомими шляховими визначаються еквівалентні  $V_{\text{ЕКВ}}$  та транзитні  $V_{\text{ТР}}$  витрати газу:  $V_{\text{ЕКВ}_i} = 0,55 \cdot V_{\text{Пі}}$ ,  $\text{нм}^3/\text{ГОД}$ ;

$$V_{\text{ТР}_{i+1}} = \sum (V_{\text{ТР}_i} + V_{\text{Пі}}), \quad \text{нм}^3/\text{ГОД} \quad (2.33)$$

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:

$$V_{\text{Рі}} = V_{\text{ТР}_i} + V_{\text{ЕКВ}_i} \quad (2.34)$$

Визначення розрахункових витрат доцільно вести в табличній формі.

Таблиця 2.9 – Визначення витрат газу по ділянках газопроводу низького тиску

Визначення витрат газу по ділянках газопроводу низького тиску						
Номер ділянки	Довжина ділянки	Питомі витрати на ділянці, $V_{\text{ПІТ}}$	Витрати газу на ділянці			
			$V_{\text{Пуг}}$	$V_{\text{ЕКВ}}$	$V_{\text{ТР}}$	$V_{\text{Р}}$
			нм <sup>3</sup> /ГОД			
1--2	31	-	-	-	2860,1	2860,09
2–3	69	0,4232	29,20366	16,062	2171,2	2187,25
3–4	250	0,3294	82,35967	45,2978	1152,7	1197,99

4-5	450	0,4341	195,3519	107,444	416,38	523,822
5-6	14	0,1712	2,396699	1,31818	291,2	292,515
6-7	500	0,2013	100,6405	55,3523	6,0384	61,3907
7--7	30	0,2013	6,038429	3,32114	0	3,32114
6--8	453	0,3725	168,7306	92,8018	15,788	108,589
4-8	416	0,3483	144,8955	79,6925	13,604	93,2965
8-9	68	0,3784	25,73084	14,152	3,6607	17,8126
9-10	120	0,2814	33,77386	18,5756	0	18,5756

Продовження таблиці 2.9

11--9	416	0,2573	107,0214	58,8618	28,969	87,8307
3--11	423	0,4063	171,8748	94,5311	494,81	589,338
11-12	120	0,2116	25,38857	13,9637	92,481	106,445
12--10	416	0,0802	33,34985	18,3424	0	18,3424
3-13	80	0,3464	27,70854	15,2397	241,75	256,99
13-14	441	0,3464	152,7433	84,0088	89,007	173,016
15-14	461	0,1523	70,22178	38,622	16,263	54,8852
15--16	450	0,2629	118,3152	65,0733	0	65,0733
4-15	467	0,4152	193,9206	106,656	188,54	295,193
5-16	467	0,2629	122,7848	67,5317	0	67,5317
14--17	13	0,194	2,522	1,3871	29,299	30,6859
17-18	151	0,194	29,29881	16,1143	0	16,1143
2-19	381	0,4232	161,255	88,6902	511,58	600,272
19-18	405	0,194	78,58289	43,2206	62,866	106,087
20--18	324	0,194	62,86631	34,5765	0	34,5765
19-21	423	0,4959	209,7665	115,372	101,69	217,065
11-21	450	0,3606	162,2759	89,2517	78,671	167,922
12-22	450	0,1314	59,13158	32,5224	0	32,5224
21-22	120	0,3981	47,77148	26,2743	0	26,2743

19–23	220	0,2667	58,67228	32,2698	144,81	177,084
23–24'	500	0,2667	133,3461	73,3404	11,468	84,8081
24'--24	43	0,2667	11,46776	6,30727	0	6,30727
			2823,3687	похибка=		1,283803

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.

$$\Sigma V_{\Pi_i} = \Sigma (V_{TP} + V_{II})_{ГРП} = \Sigma V_{KB} \pm 5\% \quad (2.35)$$

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  $P_0$ :

$$\Delta P_p = P_{ГРП} - P_0 \quad (2.36)$$

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);

$\Delta P_p$  – 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

$$\Delta P_{\rho_i} = R_i \cdot l_{\Pi_i} \frac{\rho_{Г}}{\rho_{Г}}, \text{ Па} \quad (2.37)$$

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  $R_{II}$ ;

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

$\rho_r$  – дійсна густина газу, що визначена в розділі 1 проекту, кг/нм<sup>3</sup>;

$\rho_T$  – густина газу, для якої складені таблиці та номограми гідравлічного розрахунку, кг/нм<sup>3</sup>;

Величина  $R_{II}$  визначається за залежністю:  $R_{II} = \frac{\Delta P_p}{1,1 \cdot (\Sigma l)_j}$ , (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  $\Delta P_p$ .

Розрахунок газопроводів доцільно виконувати у формі таблиці 2.10.

Таблиця 2.10 – Гідравлічний розрахунок газопроводу низького тиску

Гідравлічний розрахунок газопроводів низького тиску							
№ діл.	$V_p, \text{нм}^3/\text{год}$	l, м	$l_{II}=1,11$	$R_{II}$	R	$d_n \cdot s, \text{мм}$	$\Delta P_{д}=R l_{II} \cdot \frac{\rho_r}{\rho_T}$
				Па/пог.м			
1	2	3	4	5	6	7	8
напрямок 1-2-3-4-5-6-7'-7,							
1-2	2860,08662	31	34,1	0,811809	1,0425	377,9	40,41901
2-3	2187,24978	69,1	76,01		0,6626	377*9	57,26344
3-4	1197,98536	250	275		0,7178	299*8	224,4354
4-5	523,822178	450	495		0,732	219*6	411,9756
5-6	292,515267	13,7	15,07		0,7	180*6	11,99407

6-7'	61,3906917	500	550		0,635	102*3	397,0925
7'-7	3,321135781	30	33		1,592	32*3	59,73271
			33		0,86884286		1202,913
напрямок 1-2-3-4-5-16, $\Delta P_T=1200-\Delta P_{2-3-4-5}=465,9\text{Па}$							
5--16	67,53166303	467	513,7	0,90695	0,7706	102*3	450,0842
							450,0842
напрямок 1-2-3-4-5-6-8-9-10, $\Delta P_T=1200-\Delta P_{2-3-4-5-6}=453,9\text{Па}$							
6--8	108,5894005	452,6	497,86	0,642136	0,576	127*3	326,0506

Продовження таблиці 2.10

8--9	17,81264037	70	77		0,4905	70*3	42,94227
9--10	18,57562522	120	132		0,529	70*3	79,39348
							448,3863
напрямок 1-2-3-4-8-9-10, $\Delta P_T=1200-\Delta P_{2-3-4-8-9-10}=755,55\text{Па}$							
4--8	93,29650386	416	457,6	1,651115	1,42	102*3	738,8046
							738,8046
напрямок 1- 2-3-11-9-10, $\Delta P_T=1200-\Delta P_{2-3-9-10}=1023\text{Па}$							
3--11	589,3380738	423,44	465,784		0,91	219*6	481,9269
11--9	87,83070816	416	457,6	1,107881	1,11	102*3.0	577,5163
							0
							1059,443
напрямок 1- 2-3-11-12-10, $\Delta P_T=1200-\Delta P_{2-3-11}=620,39\text{Па}$							
11-- 12	106,4451434	120	132		1,72	102*3	258,1414
12-- 10	18,34241791	416	457,6	1,052222	0,657	70*3	341,8272
							599,9686
напрямок 1- 2-3-4-15-16, $\Delta P_T=1200-\Delta P_{2-3-4}=878\text{Па}$							

4--15	295,1932485	467	513,7	0,870427	1	168*6	584,0699
15-- 16	65,07333697	450	495		0,51	114*4	287,0322
							871,1021
напрямок 1- 2-3-4-15-14, $\Delta P_T=1200-\Delta P_{2-3-4-15}=294\text{Па}$							
15-- 14	54,88516138	461	507,1	0,579767	0,53	89*3.0	305,5798

Продовження таблиці 2.10

напрямок 1- 2-3-13-14, $\Delta P_T=1200-\Delta P_{2-3}=1102\text{Па}$							
3--13	256,989974	80	88	1,922876	1,34	146*4,5	134,0734
13-- 14	173,0157854	441	485,1		1,71	121*4	943,154
							1077,227
напрямок 1- 2-19-23-24, $\Delta P_T=1200-\Delta P_{1-2}=1160,1\text{Па}$							
2--19	600,2720902	381	419,1	0,921805	0,76	219*6	362,1483
19-- 23	177,0836141	220	242		0,77	146*4,5	211,866
23-- 24	84,80811639	500	550		0,72	114*4	450,2466
24'-- 24	6,307270291	43	47,3		2,19	38*3	117,777
							1142,038
напрямок 1- 2-19-18-14, $\Delta P_T=1200-\Delta P_{1-2}=798\text{Па}$							
19-- 18	106,0869032	405	445,5	1,304774	1,06	114*4	536,919
18-- 14	16,1143435	151	166,1		1,2354	57*3	233,3095

							770,2286
напрямок 1- 2-19-21-22, ΔP <sub>T</sub> =1200-ΔP 1-2-19=798Па							
19-- 21	217,065448	423	465,3	1,336012	1,17	146*4,5	618,9765
21-- 22	26,27431611	120	132		1	70*3	150,0822
							769,0587
напрямок 1- 2-3-11-12-22, ΔP <sub>T</sub> =1200-ΔP 1-2-19=362Па							
12-- 22	32,52236842	450	495	0,731313	0,63	83*3	354,5692

Продовження таблиці 2.10

							354,5692
напрямок 1- 2-3-11-21, ΔP <sub>T</sub> =1200-ΔP 1-2-19=620Па							
11-- 21	167,9224208	450	495	1,252525	1,12	133*4.0	630,3452
							630,3452

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:

$$h_{НЕВ} = \frac{\pm \sum \Delta P_{\partial_i}}{0,5 \sum |\Delta P_{\partial_i}|} \cdot 100, \% \quad (2.38)$$

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  $R_1$

$$l_1 = \frac{\Delta P - l \cdot R_2}{R_1 - R_2}, \text{ м} \quad (2.39)$$

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

$$l_2 = l - l_1, \text{ м} \quad (2.40)$$

де  $\Delta P$  – 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

$$\Delta V_I = - \frac{\sum \Delta P_{II}}{1,75 \sum \left| \frac{\Delta P_i}{V_i} \right|_I} + \frac{\frac{\Delta P_i}{V_i} \cdot \Delta V_{II}}{\sum \left| \frac{\Delta P_i}{V_i} \right|_{II}}, \quad (2.41)$$

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

## 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

$$A_{п_j} = \frac{P_H^2 - P_K^2}{1,1(\sum l)_j}, \text{ кПа}^2/\text{пог.м.} \quad (2.42)$$

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:

$$(P_H^2 - P_K^2)_i = A_i \cdot l_{пп_i} \left( \frac{\rho_r}{\rho_T} \right)^2, \text{ кПа}^2 \quad (2.43)$$

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

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

$$l_{пп} = 1,1 \cdot l, \text{ м} \quad (2.44)$$

Тиск газу в кінці розрахункової ділянки визначається за залежністю

$$P_{K_i} = \sqrt{(P_{H_i})^2 - (P_H^2 - P_K^2)_i}, \text{ кПа} \quad (2.45)$$

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.

Таблиця 2.11 – Гідравлічний розрахунок газопроводів середнього тиску

Гідравлічний розрахунок газопроводів середнього тиску									
№ діл.	$V_p$ , нм <sup>3</sup> /год	$l$ , км	$l_{пр}=1,1l$	$A_d$ , ата <sup>2</sup> /км	$d_n*s$ , мм	$P_n^2 - P_k^2$ , ата <sup>2</sup>	$P_n$ , ата	$P_n^2$ , ата	$P_k$ , ата
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
напрямок 1-2-3-4-5-6-7-8-9 $A_n = 1,05 \text{ ата}^2/\text{пог.км}$									
1-2	31834	0,3	0,33	1,2	426*9,0	0,3974	3	9	2,933
2-3	14338	1,713	1,8843	1	325*9,0	1,8909	2,933	8,6026	2,5907
3-4	11755	0,581	0,6391	1,1	299*8,0	0,7055	2,5907	6,7118	2,4508
4-5	8911,6	0,152	0,1672	0,9	273*7,0	0,151	2,4508	6,0063	2,4198
5-6	8805,3	0,083	0,0913	0,9	273*7,0	0,0825	2,4198	5,8553	2,4027
6-7	7502,3	0,316	0,3476	1,25	245*7,0	0,436	2,4027	5,7728	2,3102
7-8	7212,3	0,233	0,2563	1,25	245*7,0	0,3215	2,3102	5,3368	2,2395
8-9	4589,6	0,225	0,2475	0,9	219*6,0	0,2235	2,2395	5,0153	2,189
						0	2,189	4,7918	2,189
напрямок 2-13-12-11-10 $A_n = 2,77 \text{ ата}^2/\text{пог.км}$									
2-12	17496	0,699	0,7689	2,8	245*7,0	2,1604	2,933	8,6026	2,5382
12-11	13810	0,155	0,1705	2,6	219*6,0	0,4448	2,5382	6,4422	2,449
11-10	10053	0,155	0,1705	2,7	245*7,0	0,462	2,449	5,9974	2,3527
10-9	1529,9	0,225	0,2475	2,7	127*3	0,6706	2,3527	5,5354	2,2056

### **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 проясненні 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

$$\Delta P = \Delta P_T \cdot \left( \frac{V}{V_T} \right)^2 \frac{P_T \rho_A}{D \rho_T} = 5000 \cdot \left( \frac{2860}{1665} \right)^2 \cdot \frac{0,6 \cdot 0,83}{2,45 \cdot 0,73} = 4108 \text{ Па} \quad (3.1)$$

де  $\Delta P_T$  – 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  $\rho_T = 0,73$   $\text{кг}/\text{нм}^3$ .

Підбираємо фільтр ФВ з діаметром умовного проходу 100 мм з теоретичними витратами  $1665 \text{ нм}^3 / \text{год}$

Вибір регуляторів тиску здійснюється за величиною пропускної здатності регуляторів,  $V_p$ . Вона повинна становити на 15-20% більше від розрахункових витрат газу через ГРП,  $V_p = (1,2 \dots 1,3)V$ . Пропускна здатність

регуляторів тиску типу РДУК, РД-32М, РД-50М визначається перерахунком паспортних величин пропускної спроможності регуляторів, що наведені в таблиці 3.1, при перепаді тиску  $\Delta P_{II} = 10$  кПа, густині газу  $\rho_{II} = 1$  кг/нм<sup>3</sup> та кінцевому абсолютному тискові  $\Delta P_{2II} = 0,10$  МПа.

Таблиця 3.1 – Характеристика регулятора

Тип регулятора, діаметр умовного проходу	F. см <sup>2</sup>	Кінцевий тиск після регулятора (у межах) $P_2$ , кПа	Пропускна спроможність $V_{II}$ , нм <sup>3</sup> /ГОД.
РДБК 1-100/70	78,5	1...60	1200

Перерахунок пропускної здатності регуляторів здійснюється за залежностями:

- для критичного співвідношення:

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{1.03}{2.45} = 0.42 < 0.55 \quad (3.2)$$

$$V_p = 160 \cdot F \cdot \varphi \cdot \alpha \cdot \frac{P_1}{\sqrt{\rho_A}} = 160 \cdot 78 \cdot 0.47 \cdot 0.206 \cdot \frac{2.45}{\sqrt{0.83}} = 3250 \text{ м}^3/\text{ГОД} \quad (3.3)$$

$P_1$  та  $P_2$  - абсолютний тиск газу, відповідно до і після регулятора, кг/см<sup>2</sup>;

$\rho_r$  - дійсна густина газу при нормальних умовах, кг/нм<sup>3</sup>.

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  $d_y = 200$  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

$$V_p = V \frac{P_{\text{бар}}}{P_{\text{бар}} + P_{\text{надл}}} \cdot \frac{T_{\text{н}}}{T_{\text{л}}} = 2860 \cdot \frac{1}{2,45} \cdot \frac{290}{273} = 1253 \text{ м}^3/\text{год} \quad (3.4)$$

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 ввіді в ГРП та втрат 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,  $\text{м}^3/\text{год}$ ;

$T_{\text{н}}$  – 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.

Приймаємо до установки 2 лічильники ЛГ-К-200-1000

$$V_{\text{в}} = 2860 \cdot i^3 / \tilde{\alpha} \tilde{\alpha}$$

$$V_{\text{в}} = 1414 \cdot i^3 / \tilde{\alpha} \tilde{\alpha}$$

Характеристики лічильника представлена в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Характеристики лічильника

Тип лічильника і діаметр умовного проходу	Витрати газу, $\text{м}^3/\text{год}$	
	$V_{\text{MAX}}$	$V_{\text{MIN}}$
РГ-К-1000	1250	100

## **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 координаційні 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 оголовоків 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  $\zeta$  прийняти за таблицею 4.1.

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

Таблиця 4.1 – Значення коефіцієнтів місцевого опору  $\zeta$

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

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

Номінальну теплову потужність газових приладів приймають за таблицею 4.2.

Таблиця 4.2 – 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 представлені в Додатку 1.

Гідравлічний розрахунок газопроводу де

$V$  – розрахункові витрати газу по окремих ділянках газопроводу, визначаються згідно з формулою:

$$V = \sum_{i=1}^m k_{o_i} \cdot V_{ном_i} \cdot n_i \cdot \left( \frac{нм^3}{год} \right), \quad (4.1)$$

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 .2.5-20-2018;

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

$$V_{ном} = \frac{N \cdot 3600}{Q_H^P} \cdot \left( \frac{нм^3}{год} \right) \quad (4.2)$$

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

Визначення діаметрів та дійсних величин питомих втрат тиску  $R_0$  на ділянках газопроводів виконують за допомогою таблиць чи номограм гідравлічного розрахунку газопроводів низького тиску [4] за відомими значеннями втрат газу  $B$  та середньої за напрямком величини питомих втрат тиску:

$$R_{\Pi} = \frac{\Delta P}{(2,0 \div 3,0) \cdot l_H}, \left( \frac{\text{Па}}{\text{пог.м}} \right), \quad (4.3)$$

де  $\Delta P$  – 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  $R_0$  визначають аеродинамічний опір по ділянках газопроводу за формулою:

$$\Delta P_i = R_{0_i} \cdot l_{\text{ПП}_i} \cdot \frac{\rho}{\rho_m} + H_{\Gamma} = \Delta P_{\text{Д}} + H_{\Gamma}, \quad (\text{Па}) \quad (4.4)$$

де  $l_{\text{ПП}}$  – наведена довжина розрахункової ділянки газопроводу. Визначається за фактичною довжиною  $l_{\Phi}$  та умовною додатковою довжиною, що залежить від коефіцієнта місцевого опору  $\xi$  й еквівалентної довжини місцевих опорів:

$$l_{\text{ПП}} = l_{\Phi} + \sum \xi \cdot l_{\text{екв}}, \quad (\text{м}), \quad (4.5)$$

де  $l_{\text{екв}}, R_0, \sum \xi$  визначають за таблицями і номограмами

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

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

$H_{\Gamma}$  – гідростатичний тиск на вертикальних ділянках газопроводу, визначають відповідно до залежності

$$H_{\Gamma_i} = h_i \cdot (1.293 - \rho_{\partial}) \cdot 9.8, \quad (\text{Па}), \quad (4.6)$$

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

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

$$\Delta P_{\text{гл}} + \sum_{i=1}^n (R_{\partial_i} \cdot l_{\text{ПП}_i} \frac{\rho_{\partial}}{\rho_m} + H_{\Gamma_i}) + \Delta P_{\text{ПП}} = 60,1 + 100 + 50 + 10 = 200,1 \text{ (Па)} \quad (4.7)$$

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

## 5. Аеродинамічні розрахунки

### 5.1 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  $1 \text{ м/с}$ , визначаємо попередню площу живого перерізу:

$$F = \frac{G}{3600 \cdot w} = \frac{180}{3600 \cdot 1} = 0,05 \text{ м}^2 \quad (5.1)$$

Остаточно приймаємо канал із розмірами  $0,27 \times 0,27 \text{ м}$  ( $F=0,073 \text{ м}^2$ ) і решітку Р 300 із габаритами  $300 \times 300 \text{ мм}$  ( $F_{\text{ж.с}}=0,0588 \text{ м}^2$ )

Уточнюємо фактичні швидкості

- для каналу

$$w = \frac{G}{3600 \cdot F} = \frac{180}{3600 \cdot 0,073} = 0,68 < 1,0 \text{ м/с} \quad (5.2)$$

- для решітки

$$w = \frac{G}{3600 \cdot F} = \frac{180}{3600 \cdot 0,0588} = 0,85 < 1,0 \text{ м/с} \quad (5.3)$$

Наявний природний перепад тиску

$$\begin{aligned} \rho_{18} &= \frac{353}{273+18} = 1,213 \frac{\text{éä}}{\text{ì}^3} \\ \rho_{-22} &= \frac{353}{273-22} = 1,406 \frac{\text{éä}}{\text{ì}^3} \\ \delta_o &= \rho gh = (1,406 - 1,213) 10 \cdot 2,3 = 4,439 \text{ Ĩ ä} \end{aligned} \quad (5.4)$$

Місцеві опори

- вхід через решітку ( $\zeta=2$ )
- поворот на  $90^\circ$  ( $\zeta=1,2$ )
- зонт із дифузором ( $\zeta=1,3$ )

$$\Delta p_{\text{м}} = \frac{w^2}{2} \rho_{\text{nc}} = \frac{0,68^2}{2} \cdot 1,213 \cdot (2 + 1,2 + 1,3) = 1,137 \quad (5.5)$$

Втрати тиску по довжині вентиляційного каналу:

- поправочний коефіцієнт на втрати тиску, що враховують шорсткість матеріалу: для цегли  $K=4$  мм і  $w_\phi=0,68$  м/с маємо  $\mu=1,52$ ;
- користуючися і фактичною швидкістю димових газів, визначаємо питомі втрати тиску —  $R= 0,04$  Па/м.

Тоді, маємо:

$$\Delta p_l = R \ln = 0.04 \cdot 2.5 \cdot 1.36 = 0.136 \quad (5.6)$$

Тоді, фактичні втрати тиску:

$$p_\phi = p_l + p_m = 0,136 + 1,137 = 1,273 < p_p = 4.439 \text{ Па} \quad (5.7)$$

## **6. Техніка безпеки та охорона праці**

### **6.1 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 6.1.

Таблиця 6.1 – 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

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.

## **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. Пожежна безпека при виконанні робіт**

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 м<sup>3</sup>.

Для виконання вимог забезпечення протипожежним водопостачанням об'єкта на період будівництва на раніше запроектованій базі будмайданчика передбачена установка заглиблених резервуарів 2x60 м<sup>3</sup>. 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 захарашувати 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.

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.

Вогнебезпечні 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.

## 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 арматури, 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).

## Список використаних джерел

1. ДБН В.2.5-20-2018 Газопостачання.
2. ДБН В.2.5-39:2008 Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі.
3. ДБН А.3.2-2-2009 Охорона праці і промислова безпека в будівництві.
4. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія.
5. Правила безпеки систем газопостачання України.–К.: Техніка, 1998.–369 с.
6. Ионин А.А. Газоснабжение. – М.: Высшее образование, 1982. – 376 с.
7. Борисов С.Н., Даточный В.В. Гидравлические расчеты газопроводов. – М.: Недра , 1972.–109 с.
8. Охримюк Б. Ф. Газопостачання населених пунктів : навч. посіб. / Б. Ф. Охримюк, Т. С. Мацнева. – Рівне : НУВГП, 2012. – 242 с.
9. Справочник проектировщика. Вентиляция и кондиционирование воздуха /Под ред. Н.Н. Павлова, Ю.И. Шиллера. – М.: Стройиздат, 1992. –415 с.
10. 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; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2010. - 224 с.
11. Скафтымов Н.А. Основы газоснабжения. –Л.: Недра, 1985. –170 с.
12. Староверов И.Г. Справочник проектировщика. Вентиляция и кондиционирование воздуха / Под. ред. Староверова И.Г. – М.: Стройиздат, 1977. – 502с.

13. Стаскевич Н.Л. Справочник по газоснабжению и использованию газа. – Л.: Недра, 1990.–564 с.

14. 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.

15. 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.

Додаток 1

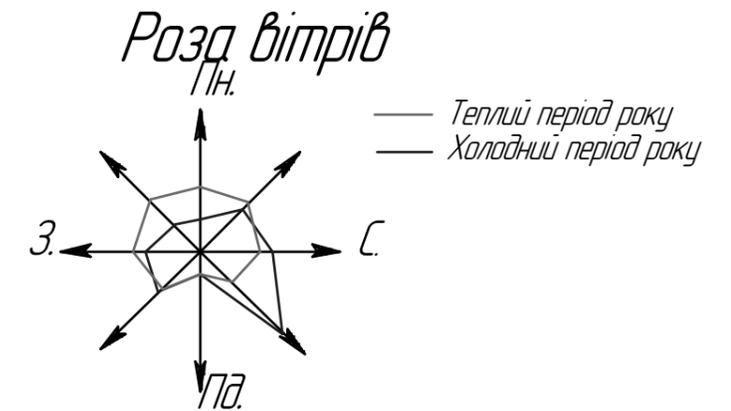
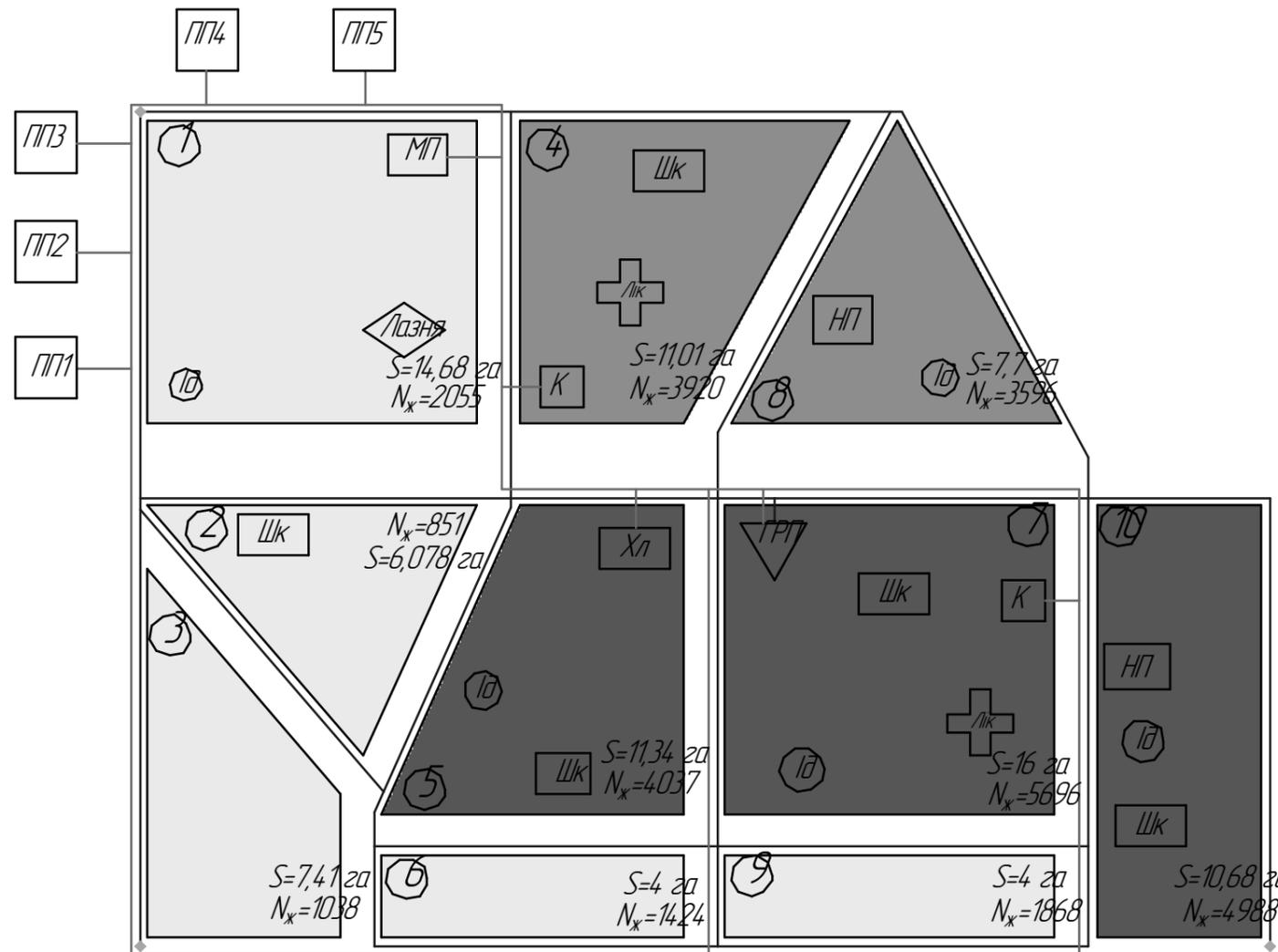
Результати гідравлічного розрахунку

№	lфакт	n, шт	K0	V,м3/год	dn*S	Rд,Па/м	lекв,м	$\sum \xi$	Вид КМС	lпр,м	$\Delta P_d$ ,ПА	h,м	Hг,Па	$\Delta P$ ,Па
1	3,3	1	1	1,0707692	18*2,0	2,394	0,408	6	Кран пробковий; 2 косинця	3,708	10,093	1,55	-7,033	17,1259
2	4,36	2	0,65	1,392	25*2,0	0,4076	0,527	6	3 повороти;	4,8868	2,2647	1,45	6,579	-4,3145
3	3	4	0,35	1,4990769	25*2,0	0,44	0,57	1	трійник на прохід	3,57	1,786	3	13,61	-11,826
4	3	6	0,28	1,7988923	25*2,0	1,19	0,66	1	трійник на прохід	3,66	4,952	3	13,61	-8,6602
5	3	8	0,265	2,2700308	25*3,0	2,051	0,66	1	трійник на прохід	3,66	8,535	3	13,61	-5,0772
6	22,8	10	0,254	2,7197538	32*3,0	0,996	0,748	1	3 повороти; трійник; звуження	23,548	26,667	0	0	26,6667
7	22,8	20	0,235	5,0326154	32*3,0	4	0,64	1,5	трійник; звуження	23,44	106,6	0	0	106,604
8	35	30	0,231	7,4204308	45*3,0	1,2	1	1,45	трійник; звуження; поворот	36	49,118	0	0	49,1178
9	4,3	60	0,22	14,134154	45*3,0	3,82	1,1	3,2	трійник; кран; поворот	5,4	23,454	3,3	14,97	8,48033

101,6

178,116

# Генплан селища М1:5000



## Легенда генплану

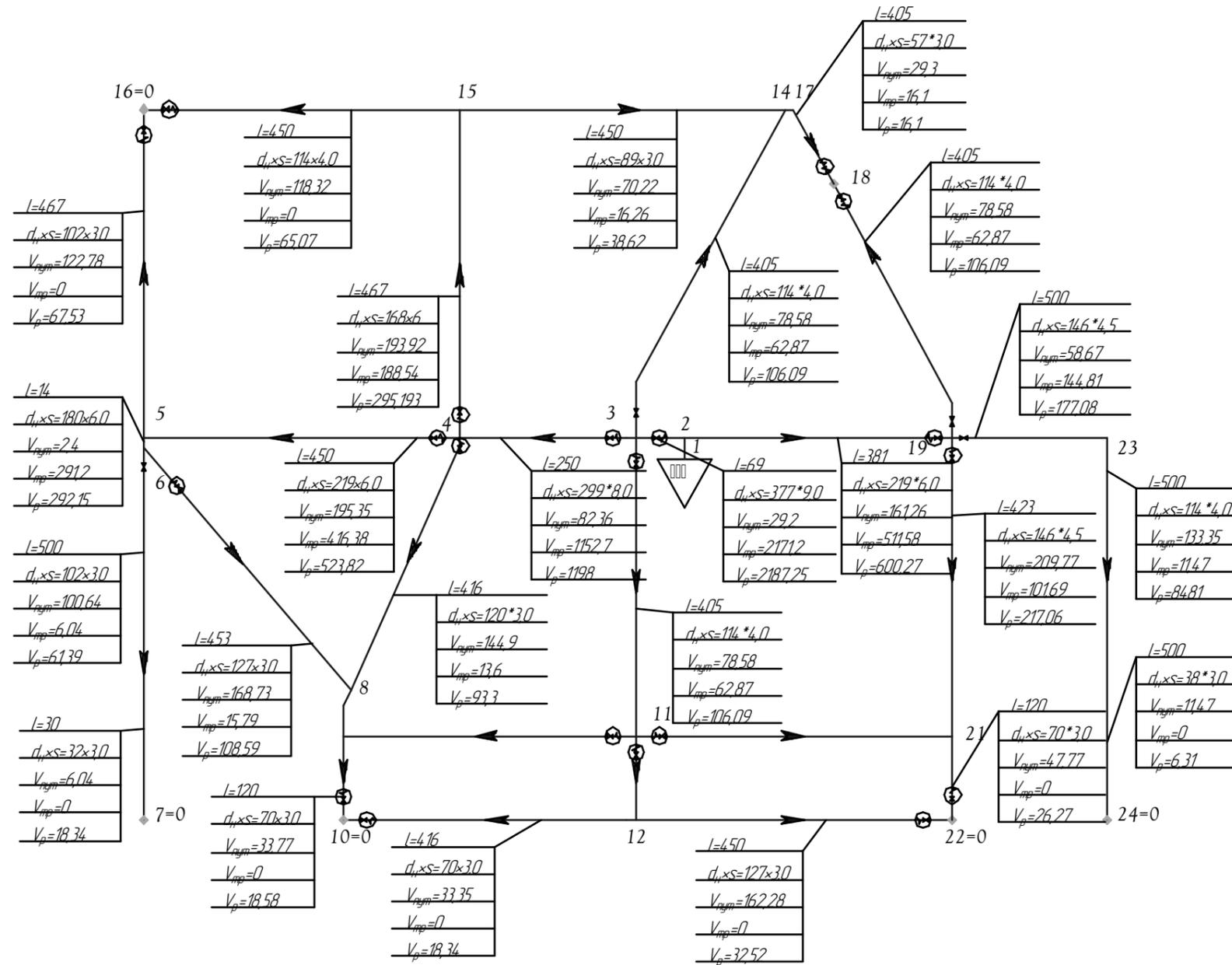
- Шк Школа
- Лп Лікарня
- Нп Немех. пральня
- Хп Хлібзавод
- Мп Мех. пральня
- К Котельня
- Лазня Лазня

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

						<b>144 Теплоенергетика</b>			
						<b>Енергозабезпечення селища</b>			
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	<b>Енергопостачання</b>	Стадия	Лист	Листов
Виконав	Назаренко ЯМ						ДР	1	6
Перевірив	Колієнко АГ					<b>Генеральний план</b>	Національний університет "Полтавська політехніка ім. Юрія Кондратюка"		
							Формат А3		



# Розрахункова схема газопроводу НИЗЬКОГО тиску М1:5000

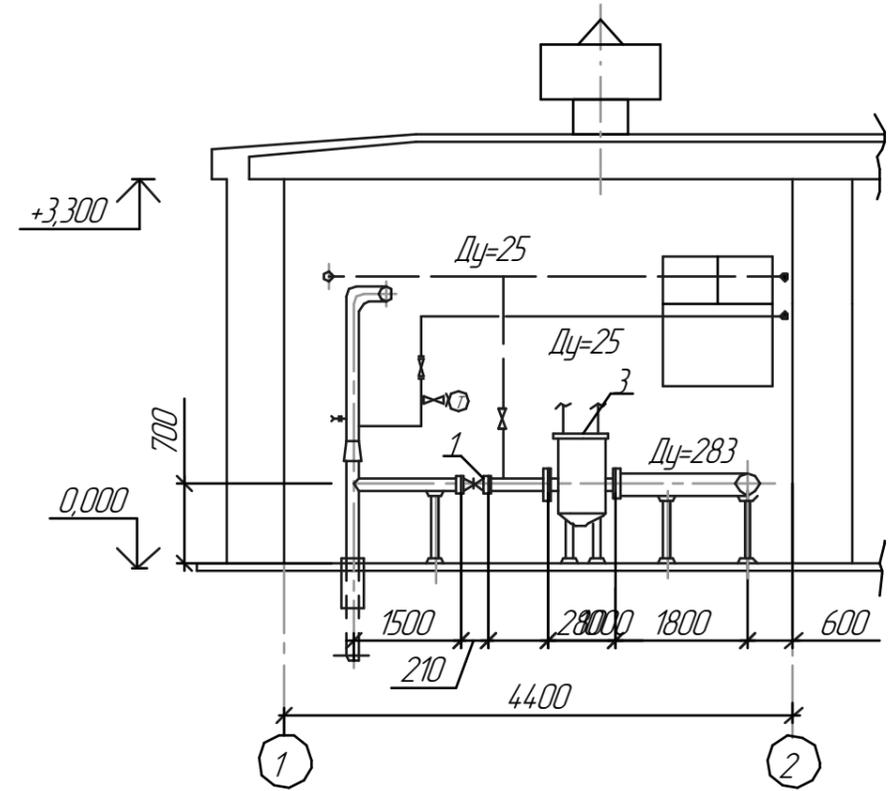
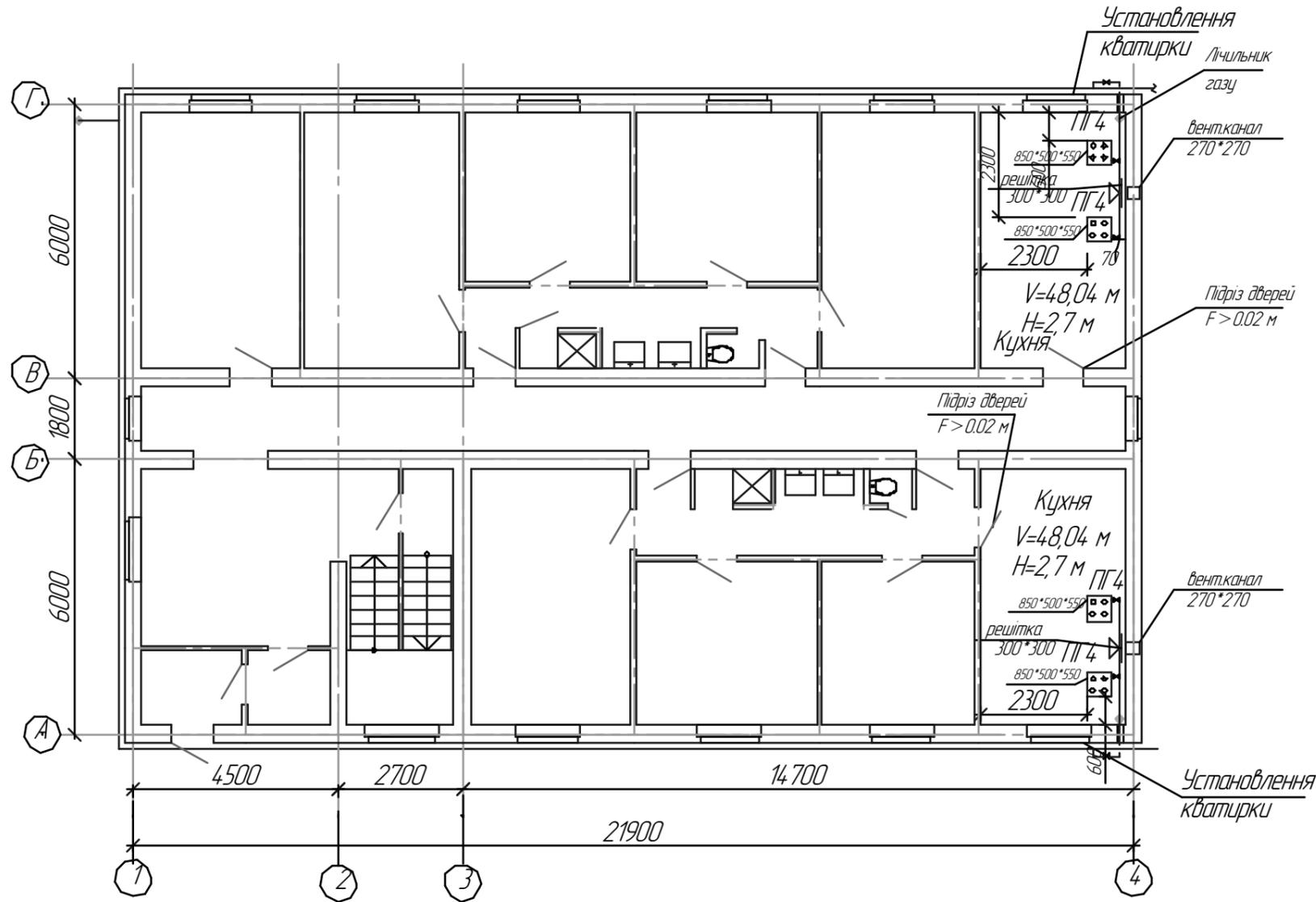


Согласовано				
Взам. инв. №				
Подп. и дата				
Инв. № подл.				

<b>144 Теплоенергетика</b>				
<b>Енергозабезпечення селища</b>				
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.
Виконав	Назаренко Я.М.			
Перевірив	Колієнко А.Г.			
<b>Енергопостачання</b>			Стадія	Лист
ДР			3	6
Схема газопроводів низького тиску			Національний університет "Полтавська політехніка ім. Юрія Кондратюка"	
Формат А3				

# План 1-го поверху М 1:100

## Б-Б



### Умовні позначення

- Футляр
- Вивід у атмосферу продувочного та сбросного газопроводів
- Продувочний газопровід

### Специфікація обладнання ГРП

№ п/п	Позначення	Найменування	Од. вим.	Кількість
1	304178к	Засувка Dу=350	шт	7
2	304178к	Засувка Dу=300	шт	3
3	ФВ-100	Фільтр волосяної	шт	1
4	ПКН-200	Запобіжний запірний клапан	шт	1
5	РДБК 1-100/70	Регулятор тиску	шт	1
6	ПСК-50	Запобіжний скидний клапан	шт	1
7	РГ-К-1000	Газовий лічильник	шт	1

<b>144 Теплоенергетика</b>					
<b>Енергозабезпечення селища</b>					
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Виконав	Назаренко Я.М.				
Перевірив	Колієнко А.Г.				
<b>Енергопостачання</b>			Стадія	Лист	Листов
План першого поверху будинку			ДР	4	6
			Національний університет "Полтавська політехніка ім. Юрія Кондратюка"		
			Формат А3		

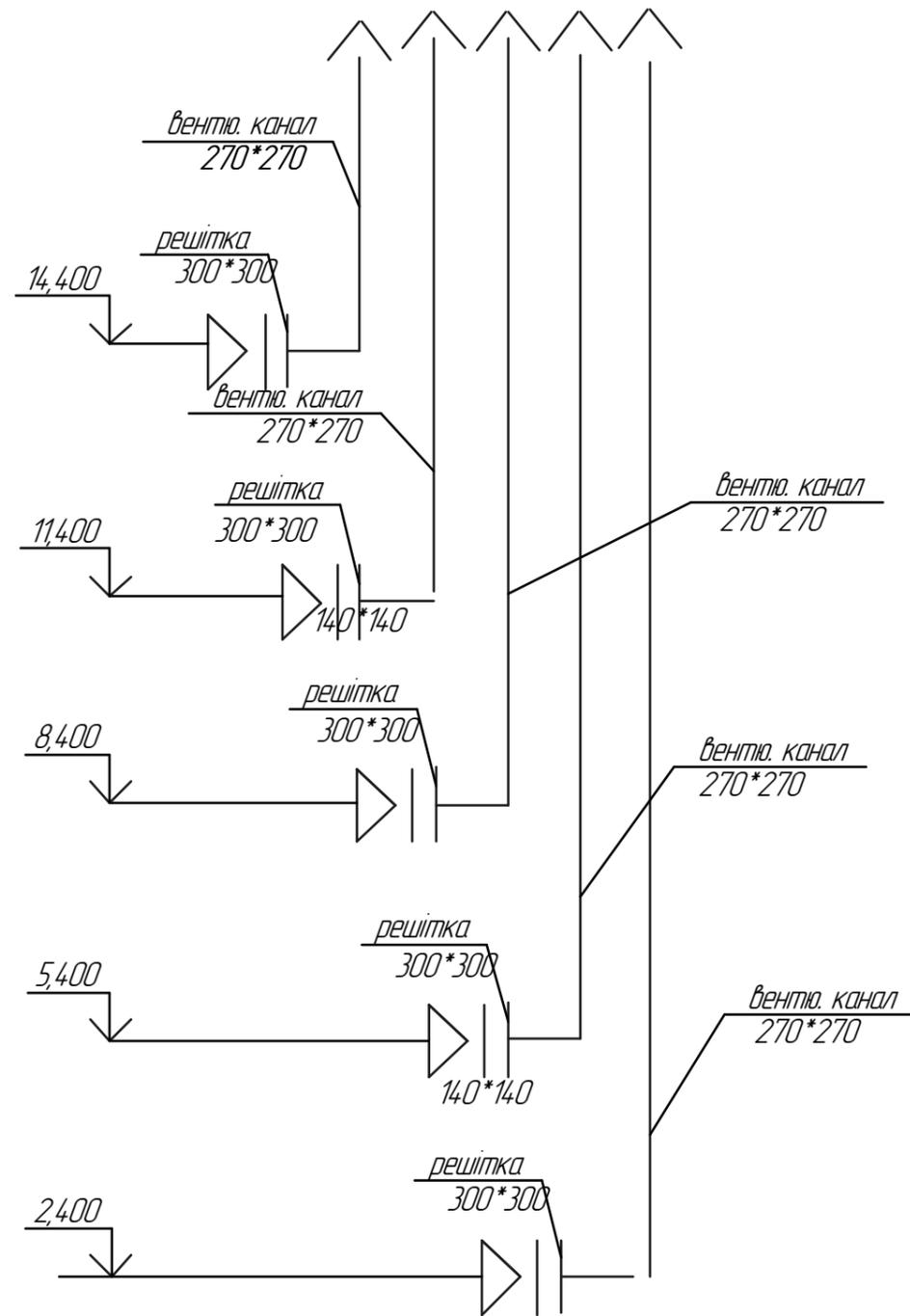
Согласовано

Взам. инв. №

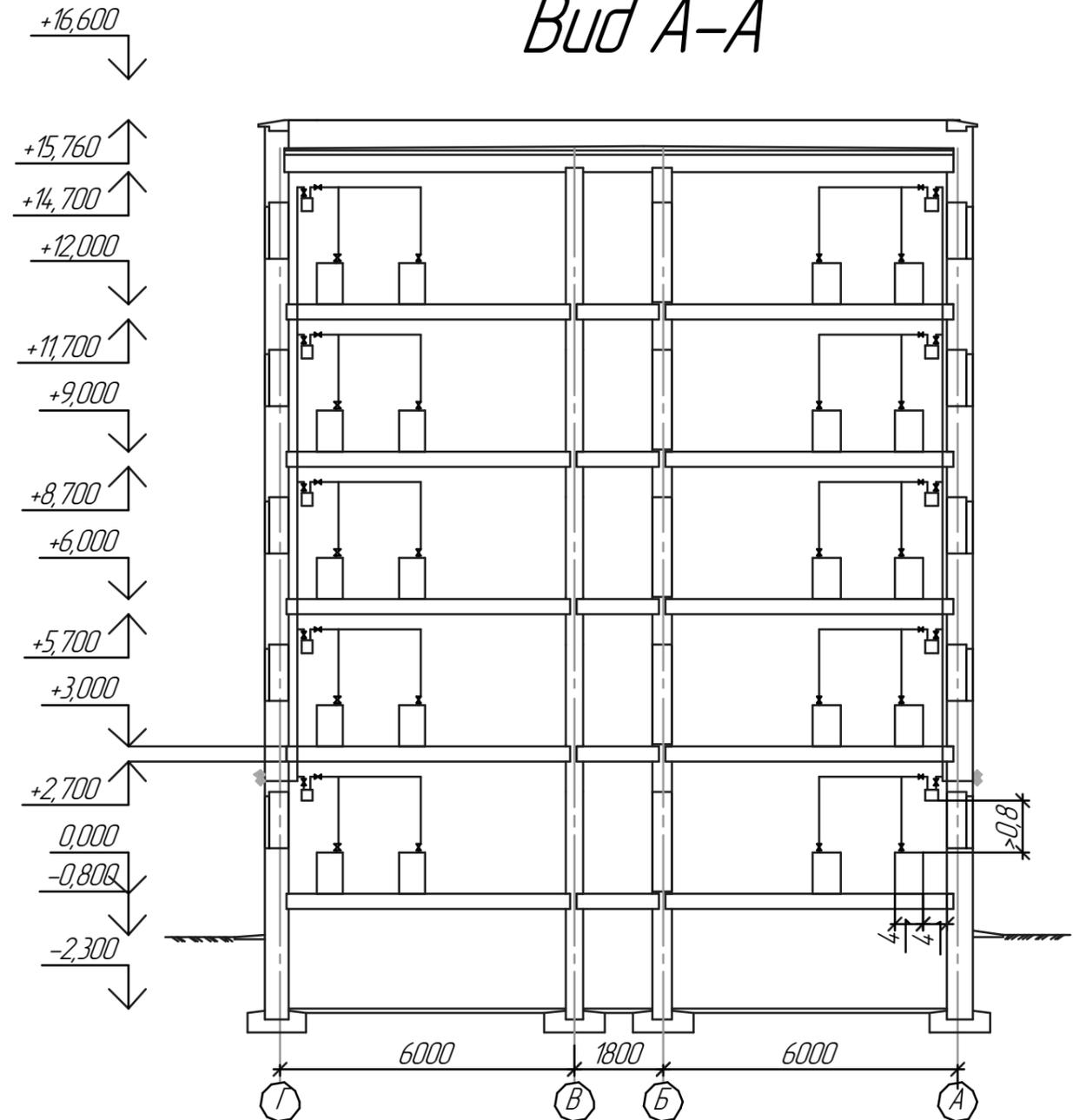
Подп. и дата

Инв. № подл.

# Схема витяжної вентиляції



# Вид А-А

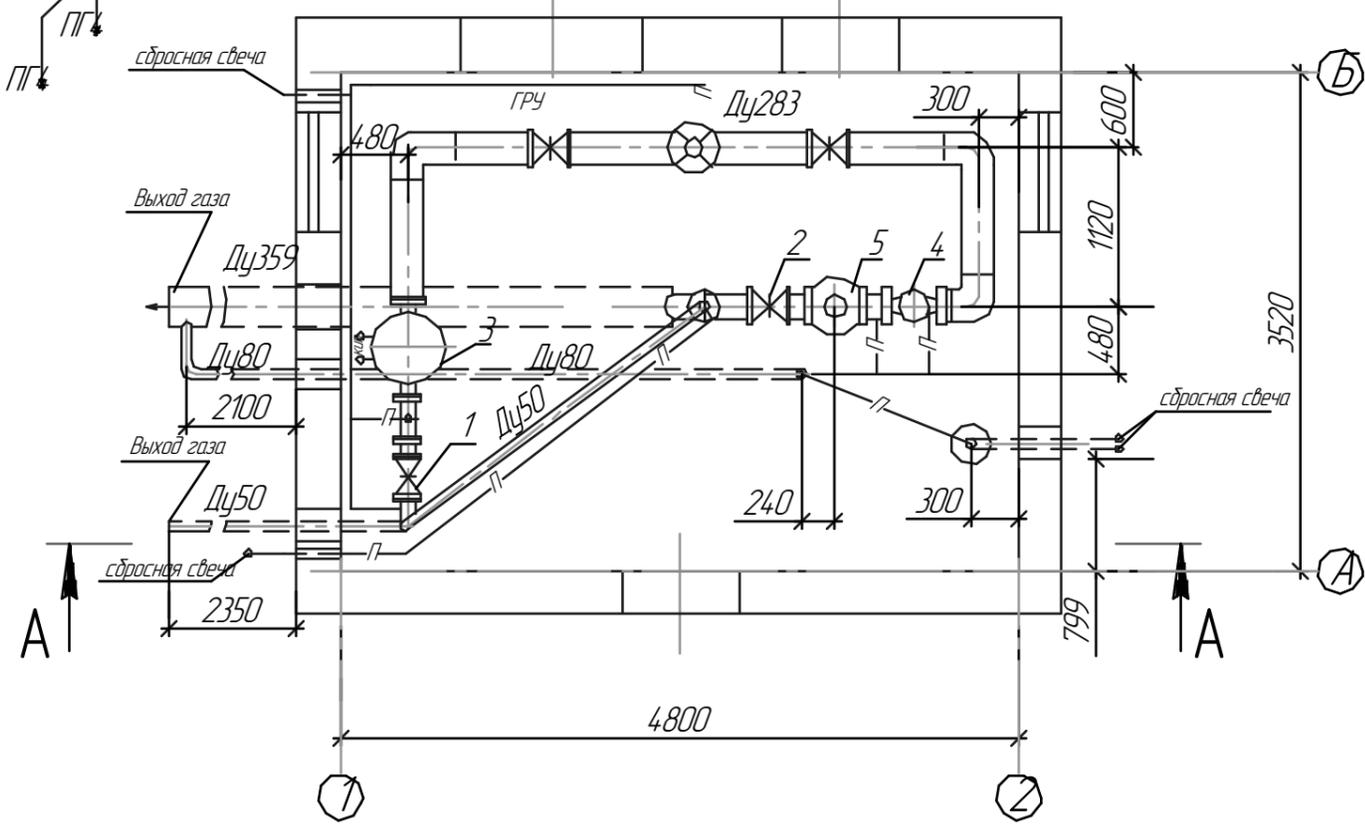
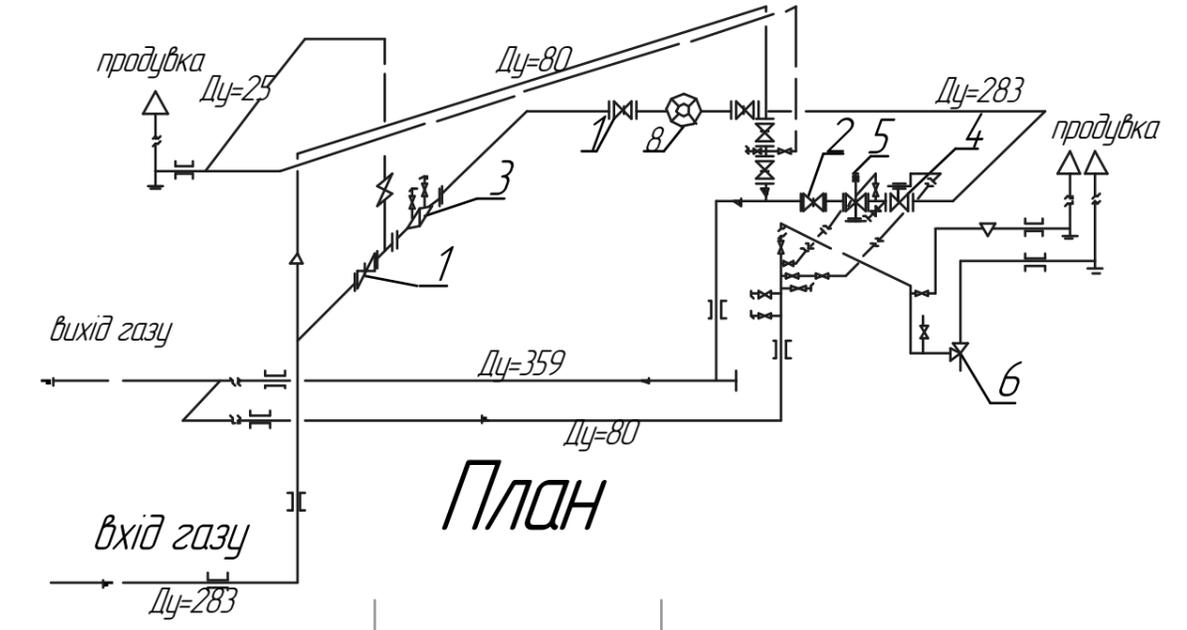
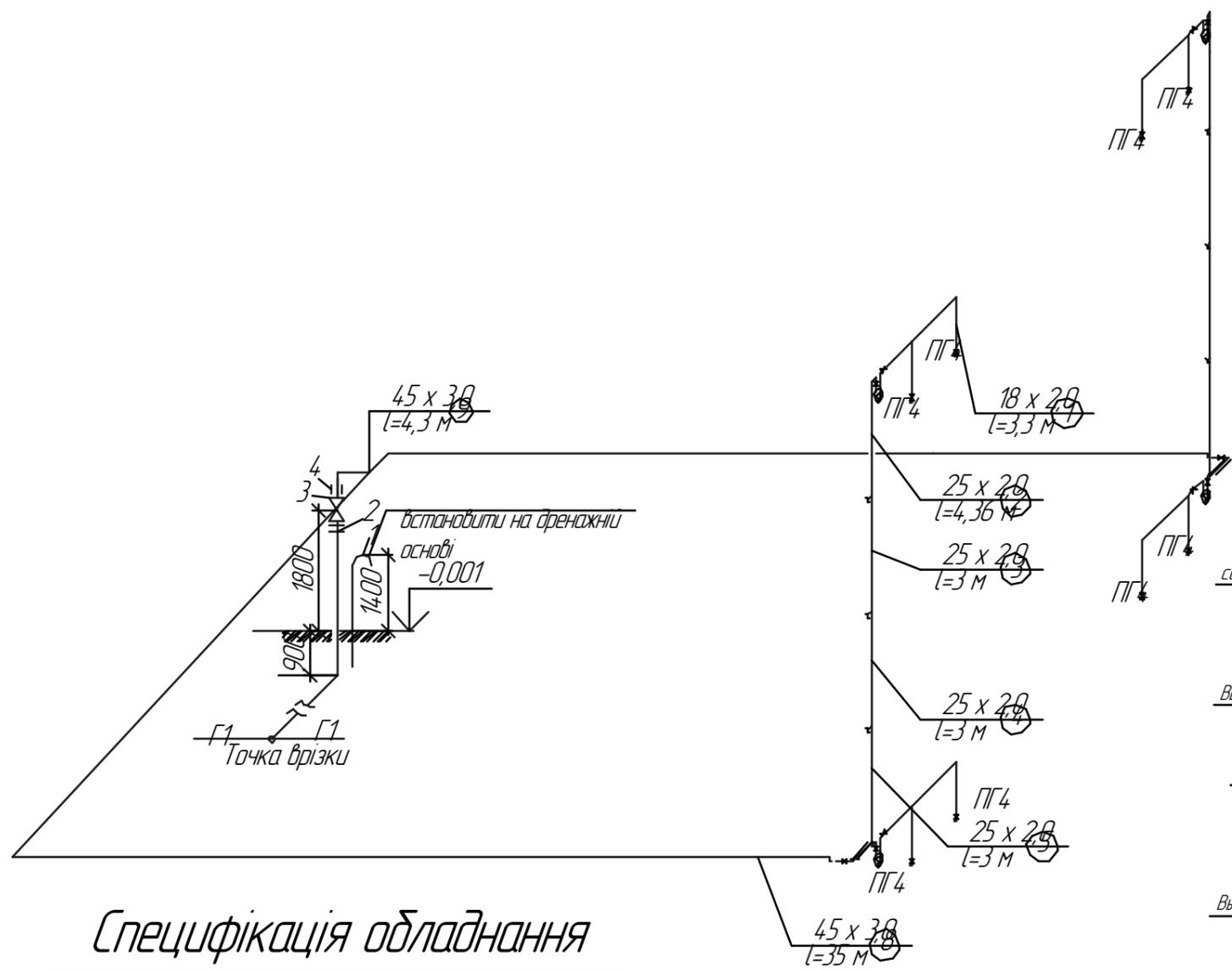


Согласовано	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

						<b>144 Теплоенергетика</b>			
						<b>Енергозабезпечення селища</b>			
Изм.	Колуч.	Лист	№докл.	Подп.	Дата	<b>Енергопостачання</b>	Стадія	Лист	Листов
Виконав	Назаренко Я.М.						ДР	5	6
Перевірив	Колієнко А.Г.					Розріз житлового будинку. Схеми витяжної вентиляції		Національний університет "Полтавська політехніка ім. Юрія Кондратюка"	
						Формат А3			

# АксонOMETРИЧНА СХЕМА СИСТЕМИ ГАЗОХОДІВ

# Схема трубопроводів ГРП



## Специфікація обладнання

№	Найменування	Кількість	Примітка
1	Фланець електроізолюючий Ду - 40	1 шт	0,25кг, ГОСТ 12,820-80
2	Вентиль Ду-25	1 шт	0,9 кг ТУ-26-07-14-22
3	Кран пробковий муфтовий Ду-15	60 шт	0,25 кг ТУ-26-07-14-22
4	Труба електрзварювальна стальна 25*2,0	l=13,36 м	ГОСТ 10704-63
5	Труба електрзварювальна стальна 32*3,0	l=4,56м	ГОСТ 10704-63
6	Вент. решітка	1 шт	300*300
7	Газовий лічильник	30 шт	ЛГ-2,5
8	Сигналізатор загазованості	30 шт	СГБ-1
11	Плита газова 4-х камфорчна	60 шт	ДСТУ 2204-93

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

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

					<b>144 Теплоенергетика</b>				
					<b>Енергозабезпечення селища</b>				
Изм.	Колуч.	Лист	№док.	Подп.	Дата	<b>Енергопостачання</b>	Стадия	Лист	Листов
Виконав	Назаренко ЯМ.						ДР	6	6
Перевірив	Колієнко АЛ.					<b>Схема газопроводів ГРП. План ГРП. Специфікації</b>		Національний університет "Полтавська політехніка ім. Юрія Кондратюка"	
							Формат А3		