

Міністерство освіти і науки України  
 Національний технічний університет  
 «Дніпровська політехніка»

Геологорозвідувальний  
 (факультет)

Кафедра нафтогазової інженерії та буріння  
 (повна назва)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
 кваліфікаційної роботи ступеню магістра  
 (бакалавра, магістра)

студента Покотило Дмитро Павлович  
 (ПІБ)

академічної групи 185М-19з-1 ГРФ  
 (шифр)

спеціальності 185 Нафтогазова інженерія та технології  
 (код і назва спеціальності)

спеціалізації \_\_\_\_\_

за освітньо-професійною програмою «Нафтогазова інженерія та технології»  
 (офіційна назва)

на тему Технічний проект будинкового газопостачання житлового району м. Харків з удосконаленням конструкції регулятора тиску газу  
 (назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Камишацький О.Ф.			
розділів:				
Економічний	Камишацький О.Ф.			
Технологічний	Камишацький О.Ф.			
Охорона праці	Савельєв Д.В.			
<b>Рецензент</b>	Сокурєнко М.В.			
<b>Нормоконтролер</b>	Расцветаєв В.О.			

Дніпро  
 2020

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**

завідувач кафедри

нафтогазової інженерії та буріння

(повна назва)

Коровяка Є.А.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 року

**ЗАВДАННЯ**  
на кваліфікаційну роботу  
ступеню магістра  
(бакалавра, магістра)

студенту Покотило Дмитро Павловичу академічної групи 185М-19З-1 ГРФ  
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 185 Нафтогазова інженерія та технології

спеціалізації \_\_\_\_\_

за освітньо-професійною програмою «Нафтогазова інженерія та технології»

на тему Технічний проект будинкового газопостачання житлового району м. Харків з удосконаленням конструкції регулятора тиску газу

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 27.10.2020р. №809-с.

Розділ	Зміст	Термін виконання
Технологічний	Аналіз об'єкту газифікації. Розробка проекту газопостачання району населеного пункту Харків. Удосконалення конструкції регулятора тиску газу.	01.12.2020
Економічний	Обґрунтування економічного ефекту від використання удосконаленого регулятора тиску газу	01.12.2020
Охорона праці	Аналіз потенційних небезпек запроєктованого об'єкта і можливостей негативного впливу його на навколишнє природне середовище.	08.12.2020

Завдання видано \_\_\_\_\_

(підпис керівника)

Камишацький О.Ф.

(прізвище, ініціали)

Дата видачі 27.10.2020р.Дата подання до екзаменаційної комісії 14.12.2020р.

Прийнято до виконання \_\_\_\_\_

(підпис студента)

Покотило Д.П.

(прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 88 с., 7 рис., 16 табл., 15 джерел.

ГАЗОПОСТАЧАННЯ МІСТА, СПОЖИВАННЯ ГАЗУ, ТЕПЛОТА ЗГОРАННЯ, ГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК, ТРУБОПРОВІД.

Сфера застосування – побутове газопостачання.

Об'єкт розроблення – техніка та технологія газопостачання району населеного пункту м. Харків.

Мета роботи – розробка проекту газопостачання району населеного пункту м. Харків з удосконаленням конструкції регулятора тиску газу.

Практичні результати:

- виконано аналіз об'єкту газифікації;
- розроблено проект газопостачання району населеного пункту;
- удосконалено конструкцію регулятора тиску газу;
- проведено аналіз з охорони праці та навколишнього середовища.

## Зміст

ВСТУП.....	5
1 Вихідні дані для проектування .....	6
1.1 Кліматологічні характеристики .....	6
1.2 Склад природного газу: % .....	6
1.2 Визначення характеристик палива .....	6
2 Проектування системи газопостачання населеного пункту .....	8
2.1 Характеристика населеного пункту .....	8
2.2 Визначення річних витрат газу на побутові та комунально-побутові потреби..	9
2.3 Визначення годинних витрат газу на побутові та комунально-побутові потреби .....	13
2.4 Визначення годинних витрат газу на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання.....	14
2.5 Визначення витрат газу в кварталах населеного пункту .....	16
2.6 Витрати газу промисловими підприємствами .....	18
2.7 Визначення кількості ГРП та місця їх розташування .....	20
2.8 Гідравлічний розрахунок розподільчої мережі низького тиску.....	21
2.9 Гідравлічний розрахунок газопроводів середнього тиску.....	30
3 Підбір обладнання ГРП .....	35
4 Гідравлічний розрахунок.....	37
5 Аеродинамічні розрахунки.....	40
5.1 Аеродинамічний розрахунок вентиляційного каналу .....	40
5.2 Розрахунок димоходів .....	40
6 Спеціальна частина .....	43
6.1 Технічна характеристика та службове призначення приладу .....	44
6.2 Аналіз існуючих аналогів та критичний огляд літератури.....	48
6.2 Розрахунково – конструкторська частина .....	54
6.3 Удосконалення конструкції регулятора тиску .....	61
6.4 Економічна ефективність удосконаленої конструкції регулятора тиску .....	65
7 Охорона праці .....	66
8 Охорона навколишнього середовища. ....	85
ВИСНОВОК.....	87
Література .....	88

## ВСТУП

Природні горючі гази є найбільш економічними і універсальним паливом, здатним замінити тверде і рідке паливо в побуті, в міському і енергетичному господарстві, в промисловості і транспорті. Заміна газом інших видів палива дозволяє одержати значний економічний та екологічний ефект.

Широкий розмах робіт з газифікації викликав необхідність створення нового виду господарства - газового. Газове господарство є складною інженерною системою, в яку входять газові мережу, різні типи сховищ, природних і зріджених вуглеводневих газів, пристрої для спалювання газу.

Використання газу для технологічних потреб промисловості зменшує вартість палива, підвищує продуктивність праці, сприяє впровадженню нових прогресивних технологій, покращує умови праці. Використання газу для промисловості дозволяє оздоровити повітряний басейн і поліпшити загалом екологічний стан.

Великі вигоди від використання газу в побуті. Газифікація житлово-комунального господарства проводиться як на базі природних газів, так і на базі зріджених вуглеводневих газів (ЗВГ). В останні роки різко зростає роль природного газу і ЗВГ як моторного палива.

## 1 Вихідні дані для проектування

### 1.1 Кліматологічні характеристики

- розрахункова температура для опалення:

$$t_p = -22^{\circ}\text{C}$$

- середня температура опалювального періоду:

$$t_c = -1,1^{\circ}\text{C}$$

- тривалість опалювального періоду:

$$Z_{on.n} = 187 \text{ діб}$$

- барометричний тиск:

$$P_0 = 995 \text{ гПа}$$

- середня температура липня:

$$t_l = 19,8^{\circ}\text{C}$$

### 1.2 Склад природного газу: %

$\text{CH}_4$	$\text{C}_2\text{H}_6$	$\text{C}_3\text{H}_8$	$\text{C}_4\text{H}_{10}$	$\text{C}_5\text{H}_{12}$	$\text{N}_2$	$\text{CO}_2$
85,4	5,4	3,5	1,65	0,65	3,0	0,4

### 1.2 Визначення характеристик палива

Теплота, що виділяється при спалюванні  $1 \text{ нм}^3$  горючого газу при нормальних умовах та відсутності конденсації продуктів згорання, називається нижчою теплотою згорання і підраховується за формулою

$$Q_n^p = 358,8\text{CH}_4 + 643\text{C}_2\text{H}_6 + 932\text{C}_3\text{H}_8 + 1235\text{C}_4\text{H}_{10} + 1565\text{C}_5\text{H}_{12}, \left(\frac{\text{кДж}}{\text{нм}^3}\right)$$

де  $\text{CH}_4, \text{C}_3\text{H}_8, \dots$  - об'ємна частка горючих компонентів газу заданого складу у відсотках.

$$Q_n^p = 358,8 \cdot 85,4 + 643 \cdot 5,4 + 932 \cdot 3,5 + 1235 \cdot 1,65 + 1564 \cdot 0,65 = 40430,07 \left(\frac{\text{кДж}}{\text{нм}^3}\right) = 40 \left(\frac{\text{МДж}}{\text{нм}^3}\right)$$

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

$$\rho_z = 0,01 \cdot (\text{CH}_4 \cdot \rho_{\text{CH}_4} + \text{C}_2\text{H}_6 \cdot \rho_{\text{C}_2\text{H}_6} + \text{C}_3\text{H}_8 \cdot \rho_{\text{C}_3\text{H}_8} + \text{C}_4\text{H}_{10} \cdot \rho_{\text{C}_4\text{H}_{10}} + \text{C}_5\text{H}_{12} \cdot \rho_{\text{C}_5\text{H}_{12}} + \text{CO}_2 \cdot \rho_{\text{CO}_2} + \text{N}_2 \cdot \rho_{\text{N}_2}), \left(\frac{\text{кДж}}{\text{нм}^3}\right)$$

де  $CH_4, C_2H_6, C_3H_8, C_4H_{10}, C_5H_{12}, CO_2, N_2$  – об'ємна частка всіх складових компонентів газу заданого складу в % об.

$\rho_{CH_4}, \rho_{C_2H_6}, \dots$  – густина складових компонентів газу,  $\left(\frac{\text{кг}}{\text{нм}^3}\right)$

$$\begin{aligned}\rho_{CH_4} &= \frac{\mu_{CH_4}}{22,4} = \frac{16}{22,4} = 0,71 \left(\frac{\text{кг}}{\text{нм}^3}\right); & \rho_{C_2H_6} &= \frac{\mu_{C_2H_6}}{22,4} = \frac{30}{22,4} = 1,34 \left(\frac{\text{кг}}{\text{нм}^3}\right); \\ \rho_{C_3H_8} &= \frac{\mu_{C_3H_8}}{22,4} = \frac{44}{22,4} = 1,96 \left(\frac{\text{кг}}{\text{нм}^3}\right); & \rho_{C_4H_{10}} &= \frac{\mu_{C_4H_{10}}}{22,4} = \frac{58}{22,4} = 2,6 \left(\frac{\text{кг}}{\text{нм}^3}\right); \\ \rho_{C_5H_{12}} &= \frac{\mu_{C_5H_{12}}}{22,4} = \frac{72}{22,4} = 3,21 \left(\frac{\text{кг}}{\text{нм}^3}\right); & \rho_{CO_2} &= \frac{\mu_{CO_2}}{22,4} = \frac{44}{22,4} = 1,96 \left(\frac{\text{кг}}{\text{нм}^3}\right); \\ & & \rho_{N_2} &= \frac{\mu_{N_2}}{22,4} = \frac{28}{22,4} = 1,25 \left(\frac{\text{кг}}{\text{нм}^3}\right).\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_2 &= 0,01(85,4 \cdot 0,71 + 5,4 \cdot 1,34 + 3,5 \cdot 1,96 + 1,65 \cdot 2,6 + 0,65 \cdot 3,21 + 0,4 \\ &\quad \cdot 1,96 + 3,0 \cdot 1,25) = 0,85 \left(\frac{\text{кг}}{\text{нм}^3}\right)\end{aligned}$$

Приймаємо природний газ №2 з табличною густиною  $\rho = 0,79(\text{кг}/\text{нм}^3)$ .

## 2 Проектування системи газопостачання населеного пункту

### 2.1 Характеристика населеного пункту

За генпланом, викресленим згідно із завданням, визначаємо площу житлової забудови кварталів, кожному із яких надаємо порядковий номер. Розрахунок площі виконуємо окремо по кожному району поверховості.

Число жителів у кожному кварталі і в цілому по району визначаємо за густотою житлового фонду,  $F(m^2/га)$  або за густотою населення  $n(люд/га)$  та величиною площі житлової забудови кварталів  $S(га)$ :

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

Визначення кількості мешканців проводимо в табличній формі.

Таблиця 1

Район поверховості	Номер кварталу	Площа кварталу $S, га$	Густота населення $n, (люд/га)$	Кількість жителів $N_{KB}, (люд)$
1	2	3	4	5
А	3	13	311	4043
	6	8	311	2488
	7	8	311	2488
Б	1	10	422	4220
	2	13	422	5486
	4	28	422	11816
	8	8	422	3376
	9	16	422	6752
В	5	12	365	4380
	10	16	365	5840

$$\sum N_{KB} = 50889$$



## 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 визначаємо 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.2.5-20-2001 «Газопостачання».

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

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

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

Рівень комфортності квартир залежить від поверховості будинків і приймається в кожній зоні забудови згідно з таблицею 2. Встановлення газових плит у житлових будинках висотою більше 10 поверхів не допускається.

Таблиця 2

*Рівень комфортності квартир, х*

Кількість поверхів у будинках	Частина мешканців, у квартирах яких встановлене вказане обладнання, %		
	ПГ+ЦГВ	ПГ+ВПГ	ПГ
1	2	3	4
6 і більше, але не більше ніж 10	100	-	-
4-5	20...35	80...65	-
2-3	-	65...75	35...25
1	-	40...60	60...40

Річні витрати газу в житлових будинках визначаються відповідно до залежності:

$$V_{зони}^{ж} = \frac{\sum N_i \cdot x_i \cdot Q_i^{ж}}{Q_H^P}, (m^3 / рік),$$

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 2 в дол. од.;

$Q_H^P$ - теплота згорання газу,  $Q_H^P = 40 (МДж / н.м^3)$

$Q_i^{ж}$ - річна норма витрат теплоти, МДж.

$$V_1^A = \frac{4043 * (8000 * 0.65 + 2800 * 0.35)}{40} = 624643.5 (m^3 / рік)$$

Всі подальші розрахунки ведемо в табличній формі.

Таблиця 3

Район поверховості	Номер кварталу	Витрати газу $V, m^3 / рік$
1	2	3
А	3	624643
	6	384396
	7	384396
Б	1	295400
	2	384020
	4	827120
	8	236320
	9	472640
В	5	107310
	10	143080

Для визначення кількості пральнь приймаємо, що 20% всіх мешканців користуються немеханізованими пральними, а ще 10% та громадські організації користуються послугами механізованих пральнь.

Кількість немеханізованих пралень:

$$n_{НП} = \frac{0,2 \cdot N_M \cdot 100}{1000 \cdot (400 + 500)},$$

де  $N_M$  - кількість жителів у місті,  $N_M = 50889$  (чол.)

$$n_{НП} = \frac{0,2 \cdot 50889 \cdot 100}{1000 \cdot 500} = 2 \text{ (шт.)}$$

Кількість механізованих пралень:

$$n_{МП} = \frac{(100 + 50) \cdot N_M \cdot 0,1}{1000 \cdot (2000 + 3000)},$$

$$n_{МП} = \frac{(100 + 50) \cdot 50889 \cdot 0,1}{1000 \cdot 3000} = 1 \text{ (шт.)}$$

Витрати газу для немеханізованих пралень визначаємо за формулою:

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

де  $N_M$  - кількість жителів у місті,  $N_M = 50889$  (чол.);

$Q_{НП}$  - річна норма витрат теплоти на прання,  $Q_{НП} = 12600$  (МДж);

$n_{НП}$  - кількість немеханізованих пралень

$$V_{НП} = \frac{50889 \cdot 0,02 \cdot 12600}{40 \cdot 2} = 160300 \text{ (м}^3 \text{ / рік)}$$

Витрати газу для механізованих пралень становлять:

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

де  $Q_{МП}$  - річна норма витрат теплоти на прання,  $Q_{МП} = 18800$  (МДж);

$n_{МП}$  - кількість механізованих пралень

$$V_{МП} = \frac{0,06 \cdot 50889 \cdot 1800}{40 \cdot 1} = 137400,3 \text{ (м}^3 \text{ / рік)}$$

Кількість лікарень визначаємо відповідно до залежності:

$$n_{ЛК} = \frac{(12 + 14) \cdot N_M}{1000 \cdot (200 + 300)},$$

де  $N_M$  - кількість жителів у місті,  $N_M = 50889$  (чол.);

$$n_{ЛК} = \frac{14 \cdot 50889}{1000 \cdot 300} = 2 \text{ (шт.)}$$

Річні витрати газу на лікарні:

$$V_{ЛК} = \frac{(12 \div 14) \cdot N_M \cdot Q_{ЛК}}{1000 \cdot Q_H^P \cdot n_{ЛК}}, (м^3 / рік)$$

де  $Q_{МП}$  - норма витрат теплоти на лікарню,  $Q_{ЛК} = 3200$ (МДж);

$$V_{ЛК} = \frac{14 \cdot 50889 \cdot 3200}{1000 \cdot 40 \cdot 2} = 28497.8(м^3 / рік)$$

Кількість газифікованих підприємств громадського харчування становить:

$$n_C = \frac{(0,1 \div 0,15) \cdot N_M}{800 \div 1000},$$

$$n_C = \frac{0,14 \cdot 50889}{1000} = 7(шт.)$$

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

$$V_C = \frac{(0,1 \div 0,15) \cdot N_M \cdot (Q_{CO} + 2Q_{CB}) \cdot 365}{Q_H^P \cdot n_C}, (м^3 / рік)$$

де  $Q_{CO}$  - річна норма витрат теплоти на приготування одного обіду,

$$Q_{МП} = 4,2(МДж);$$

$Q_D$  - річна норма витрат теплоти на приготування одного сніданку або вечері,

$$Q_{МП} = 2,1(МДж)$$

$$V_C = \frac{0,14 \cdot 50889 \cdot (4,2 + 2 \cdot 2,1) \cdot 365}{40 \cdot 7} = 78012.8(м^3 / рік)$$

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

$$n_{шк} = \frac{0,19 \cdot N_M}{(1200 \div 1500)} = \frac{0,19 \cdot 50889}{1500} = 6$$

Річні витрати на одну школу:

$$V_{ш} = \frac{0,19 \cdot N_M \cdot Q_{шк}}{Q_H^P \cdot n_{шк}}, (м^3 / рік)$$

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

$$V_{ш} = \frac{0,19 \cdot 50889 \cdot 50}{6 \cdot 40} = 2014,4 (\text{м}^3 / \text{рік})$$

### 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:

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

де  $K_m$ - коефіцієнт годинного максимуму (коефіцієнт переходу від річної витрати

до максимальної розрахункової годинної витрати газу);

$V_{РІК}$ - річна витрата газу,  $\text{м}^3 / \text{рік}$ .

Всі розрахунки ведемо в табличній формі.

Таблиця 4

Визначення годинних витрат газу

Споживач газу	Кількість жителів	Річні витрати газу, $\text{нм}^3 / \text{рік}$	$K_m$	Годинні витрати газу, $\text{нм}^3 / \text{год}$ .
1	2	3	4	5
Побутове споживання в житлових будинках				
район А	9019	1393435	1/2180	639,2
район Б	31650	2215500	1/2410	919,2
район В	10220	250390	1/2200	113,8
Немеханізована пральня	-	160300	1/2900	55,3
Механізована пральня	-	137400	1/2900	47,4
Лікарня	-	28497,8	1/3000	9,5
Їдальня	-	78012,8	1/2000	39
Підприємства	-		1/2200	
Торгівлі	-	192966,25		87,7
Школи	-	2014,4		0,92

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

Витрати газу визначаємо окремо для районів багатоповерхової забудови (більше від 1...3 – поверхів), де потреба в теплоті покривається районними котельнями, що підключаються до розподільчих газопроводів середнього тиску, і 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 розподільчих мереж низького тиску.

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

$$Q_O^{\mathcal{K}} = q \cdot F \cdot 10^{-6}, \text{ (МВт)},$$

де  $q$  - показник максимального теплового потоку на опалення житлових будинків на  $1\text{ м}^2$  загальної опалювальної площі в  $\text{Вт}/\text{м}^2$ ,

для районів А -  $q = 119(\text{Вт}/\text{м}^2)$ ; для району Б, В -  $q = 81(\text{Вт}/\text{м}^2)$ ,

$F$  - загальна опалювальна площа житлових будинків у  $\text{м}^2$ , приймається згідно табл. 1.

$$Q_{O_3}^{\mathcal{K}} = 119 \cdot 130000 \cdot 10^{-6} = 15,47 \text{ (МВт)}$$

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

$$Q_O^{\Gamma} = 0,25 \cdot Q_O^{\mathcal{K}}, \text{ (МВт)};$$

$$Q_B^{\Gamma} = 0,4 \cdot Q_O^{\Gamma} = 0,4 \cdot 0,25 \cdot Q_O^{\mathcal{K}} = 0,1 \cdot Q_O^{\mathcal{K}}, \text{ (МВт)},$$

$$Q_{O_3}^{\Gamma} = 0,25 \cdot 15,47 = 3,87, \text{ (МВт)};$$

$$Q_{B_3}^{\Gamma} = 0,1 \cdot 15,47 = 1,547, \text{ (МВт)}.$$

Максимальні витрати теплоти на гаряче водопостачання визначаємо за формулою:

$$Q_{ГВ} = (2,0...2,4) \cdot q_{ГВ} \cdot N_{ГВ}, \text{ (МВт)},$$

де  $q_{ГВ}$ - укрупнений показник середньо-годинних витрат теплоти на гаряче водо постачання 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 (приймається з урахуванням табл.2).

$$Q_{ГВ3} = 2,0 \cdot 0,35 \cdot 10^{-3} \cdot 4043 \cdot 0,2 = 0,57, \text{ (МВт)}.$$

Для кварталу максимальні годинні витрати газу на опалення, вентиляцію і гаряче водопостачання житлових і громадських будинків визначаються за залежністю:

$$V_{КВ} = \frac{(Q_{О}^{Ж} + Q_{О}^{Г} + Q_{В}^{Г} + Q_{ГВ}) \cdot 3600}{Q_{Н}^P \cdot \eta_{К}}, \text{ (нм}^3/\text{год)},$$

де  $Q_{О}^{Ж}, Q_{О}^{Г}, Q_{В}^{Г}, Q_{ГВ}$ - максимальні розрахункові витрати теплоти відповідно на опалення житлових і громадських будинків, вентиляцію громадських будинків та гаряче водопостачання, МВт;

$Q_{Н}^P$ - нижча теплота згорання газу,  $Q_{Н}^P = 40$  (МДж/нм<sup>3</sup>);

$\eta_{К}$ - ККД районної котельні,  $\eta_{К} = 0,8$ .

$$V_{КВ} = \frac{(15,47 + 3,87 + 1,547 + 0,57) \cdot 3600}{40 \cdot 0,8} = 2413,91 \text{ (нм}^3/\text{год)}$$

Подальші розрахунки ведемо в табличній формі.

Таблиця 5

Номер кварталу	$Q_{О}^{Ж}$ , МВт	$Q_{О}^{Г}$ , МВт	$Q_{В}^{Г}$ , МВт	$Q_{ГВ}$ , МВт	$V_{КВ}$ , нм <sup>3</sup> /год
1	2	3	4	5	6
1	8,1	2,03	0,81	2,95	1562,63
2	10,53	2,63	1,053	3,84	2030,96
3	15,47	3,87	1,547	0,57	2413,91
4	22,68	5,67	2,268	8,27	4374,9

5	9,72	2,43	0,972	0,61	1544,85
6	9,52	2,38	0,952	0,35	1485,23
7	9,52	2,38	0,952	0,35	1485,23
8	6,48	1,62	0,648	2,36	1249,65
9	12,96	3,24	1,296	4,73	2500,43
10	12,96	3,24	1,296	0,82	2060,55

$$\sum Q_O^{\text{Ж}} = 117,94; \sum Q_O^{\Gamma} = 29,49; \sum Q_B^{\Gamma} = 11,79; \sum Q_{\Gamma B} = 24,85.$$

Витрати теплоти для котельні:

$$Q_K = \sum Q_O^{\text{Ж}} + \sum Q_O^{\Gamma} + \sum Q_B^{\Gamma} + \sum Q_{\Gamma B} = 117,94 + 29,49 + 11,79 + 24,85 \\ = 184,07(\text{МВт})$$

До встановлення приймаємо 3 котельні, по 4 котли в кожній. В 2-х котельних, котли ТВГ-8 із номінальною теплопродуктивністю  $Q_K = 9,68(\text{МВт})$ , в 3-й - ПТВМ-30 з  $Q_K = 45(\text{МВт})$ .

Витрати газу на котельню з котлами ПТВМ-30:

$$V_K = \frac{Q_K \cdot 3600}{Q_H^P \cdot \eta_K} = \frac{45 \cdot 3 \cdot 3600}{40 \cdot 0,8} = 15187,5(\text{нм}^3/\text{год})$$

Витрати газу на котельню з котлами ТВГ-8:

$$V_K = \frac{Q_K \cdot 3600}{Q_H^P \cdot \eta_K} = \frac{9,68 \cdot 3 \cdot 3600}{40 \cdot 0,8} = 3267(\text{нм}^3/\text{год})$$

## 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 розподільчих 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 за формулами:



$$V_{KB}^{\text{Ж}} = V_{\text{Району}}^{\text{Ж}} \frac{N_{KB}}{N_{\text{Району}}}, \quad (\text{нм}^3/\text{год}),$$

$$V_{KB}^{\text{М}} = V_{\text{Міста}}^{\text{М}} \frac{N_{KB}}{N_{\text{Міста}}}, \quad (\text{нм}^3/\text{год}),$$

де  $V_{\text{Району}}^{\text{Ж}}$ - витрати газу в окремому районі поверховості на побутові потреби;

$V_{\text{Міста}}^{\text{М}}$ - годинні витрати газу у місті на підприємства торгівлі й побутового обслуговування.

$$V_{KB_3}^{\text{Ж}} = 639,2 \cdot \frac{4043}{9019} = 286,54 (\text{нм}^3/\text{год}),$$

$$V_{KB_3}^{\text{М}} = 87,7 \cdot \frac{4043}{50889} = 6,97 (\text{нм}^3/\text{год}).$$

Для кварталів малоповерхової забудови витрати газу по кварталу будуть включати також і витрати газу на опалення:

$$V_{KB}^{\text{О}} = V_{\text{О}} \frac{N_{KB}}{N_{\text{Району}}}, \quad (\text{нм}^3/\text{год}),$$

де  $V_{\text{О}}$ - розрахункові витрати газу в побутових котлах.

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

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

$$V_{KB_1} = 286,54 + 6,97 = 293,51 (\text{нм}^3/\text{год})$$

Результати розрахунку заносимо в таблицю 6, а подальші розрахунки ведемо в табличній формі.

Таблиця 6

Розрахунок годинних витрат газу в кварталах

№ кварталу	Кількість поверхів	Кількість мешканців, $N_{KB}$	$V_{KB}^{\text{Ж}}$ , $\text{нм}^3/\text{год}$	$V_{KB}^{\text{М}}$ , $\text{нм}^3/\text{год}$	$V_{KB}^{\text{О}}$ , $\text{нм}^3/\text{год}$	$V_{KB}$ , $\text{нм}^3/\text{год}$
1	2	3	4	5	6	7
1	8	4220	122,56	7,27	-	129,83
2	8	5486	159,33	9,45	-	168,78
3	4	4043	286,54	6,97	-	293,51

4	8	11816	343,17	20,36	-	363,53
5	5	4380	48,78	7,55	-	56,33
6	4	2488	176,33	4,28	-	180,61
7	4	2488	176,33	4,28	-	180,61
8	8	3376	98,05	9,35	-	107,4
9	8	6752	196,1	11,64	-	207,74
10	5	5840	65,03	10,06	-	75,09

$$\sum V_{KB} = 1863,43$$

## 2.6 Витрати газу промисловими підприємствами

Згідно із завданням на території населеного пункту розташовано 5 промислових підприємств з указаними в завданні річними витратами газу  $V_{ПП}$ ,  $нм^3/рік$ .

Витрати газу на технологічні потреби виробництва визначають за формулою:

$$V_{ТЕХН.} = V_{ПП} \cdot 0,75, (нм^3/рік),$$

$$V_{ТЕХН.} = 5,1 \cdot 10^6 \cdot 0,75 = 3825000 (нм^3/рік)$$

Витрати газу на опалення визначають відповідно до залежності:

$$V_{ОП.} = V_{ПП} \cdot 0,25, (нм^3/рік),$$

$$V_{ОП.} = 5,1 \cdot 10^6 \cdot 0,25 = 1275000, (нм^3/рік)$$

Розрахункові годинні витрати газу підраховуємо за допомогою величини  $m$  – кількості годин користування максимальними витратами газу,  $год/рік$ , відповідно до залежності:

$$V_P = \frac{V_{ПП}}{m}, (нм^3/год),$$

де  $m = 3000(год/рік)$  - для підприємств, що працюють в одну зміну;

$m = 5000(год/рік)$  - для підприємств, що працюють у дві зміни;

$m = 7000(год/рік)$  - для підприємств, що працюють у три зміни.

Для опалювально виробничих котелень кількість годин користування максимальними витратами,  $m$ , визначаємо за залежністю:

$$m_{ОП} = 24 \cdot n_{ОП} \cdot \frac{t_{ВН} - t_{СО}}{t_{ВН} - t_{РО}}, (год/рік),$$

де  $n_{OP}$  - тривалість опалювального періоду,  $n_{OP} = 187$ (дiб);

$t_{BH}$  - внутрішня температура у виробничих приміщеннях,  $t_{BH} = 16$  °С;

$t_{CO}$  - середня температура за опалювальний період,  $t_{CO} = 1,1$  °С;

$t_{PO}$  - розрахункова зовнішня температура повітря,  $t_{PO} = -22$  °С.

$$m_{OP} = 24 \cdot 187 \frac{16-1,1}{16-(-22)} = 1760(\text{год}/\text{рік}),$$

$$V_{P_{TECH}}^{ПП-1} = \frac{3825000}{3000} = 1275(\text{нм}^3/\text{год}),$$

$$V_{P_{OP}}^{ПП-1} = \frac{1275000}{1760} = 724,4(\text{нм}^3/\text{год}).$$

Результати розрахунків заносимо в таблицю 7.

Визначення витрат газу промисловими підприємствами Таблиця 7

Шифр ПП	Число годин роботи за добу	Річні витрати газу $\text{нм}^3/\text{рік}$		Кількість годин користування максимумом, $\text{год}/\text{рік}$		Годинні витрати газу, $\text{нм}^3/\text{год}$		Загальні розрахункові витрати газу $\text{нм}^3/\text{год}$
		на технологію	на опалення	на технологію	на опалення	на технологію	на опалення	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ПП-1	8	3825000	1275000	3000	1760	1275	724,4	1999,4
ПП-2	8	2400000	800000	3000	1760	800	454,5	1254,5
ПП-3	8	5925000	1975000	3000	1760	1975	1122,2	3097,2
ПП-4	16	600000	200000	5000	1760	120	113,6	233,6
ПП-5	24	1050000	350000	7000	1760	150	199	349

Кількість хлібо заводів у населеному пункті визначаємо за формулою:

$$n_x = \frac{0,219 \cdot N_M}{(25 \dots 100) \cdot 365},$$

де  $N_M$ - кількість жителів у місті,  $N_M = 50889$ (чол.);

$$n_x = \frac{0,219 \cdot 50889}{(25 \dots 100) \cdot 365} = 0,61 \approx 1$$

Річні витрати газу на технологічні потреби визначаємо відповідно до залежності:

$$V_x = \frac{\sum 0,219 \cdot N_M \cdot Q_x}{Q_H^p \cdot n_x}, \text{ (нм}^3/\text{рік)},$$

де  $Q_x$ - витрати теплоти,  $Q_x = 5450$ (МДж) - для випічки подового хліба, батонів та здоби.

$$V_x = \frac{0,219 \cdot 50889 \cdot 5450}{40 \cdot 1} = 1518464,1 \text{ (нм}^3/\text{рік)},$$

## 2.7 Визначення кількості ГРП та місця їх розташування

Густота населення визначається як середня величина по району, що обслуговується одним ГРП,

$$n = \frac{N_M}{\sum S'}$$

де  $\sum S'$ - загальна площа житлової забудови кварталів,  $\sum S = 132$ (га)

$$n = \frac{50889}{132} = 386 \text{ (люд/га)}$$

Питомі витрати газу низького тиску на одного жителя дорівнюють:

$$e = \frac{\sum V_{KB}}{N_M} = \frac{1863,43}{50889} = 0,03 \text{ (нм}^3/\text{люд)}$$

Коефіцієнт густоти мережі низького тиску:

$$\phi = 0,0075 + 0,003 \frac{n}{100} = 0,0075 + 0,003 \cdot \frac{386}{100} = 0,019$$

Оптимальний радіус дії ГРП:

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

де  $c$  - вартість одного ГРП,  $c = 5000 \dots 7000$  крб.;

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

$\phi$  - коефіцієнт густоти мережі низького тиску;

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

$$R = 7,8 \cdot \frac{(6000)^{0,388} \cdot (0,1 \cdot 1200)^{0,081}}{0,019^{0,245} \cdot (386 \cdot 0,03)^{0,143}} = 625,2 \text{ (м)}$$

Оптимальне навантаження одного ГРП:

$$V_{OPT} = \frac{n \cdot e \cdot R^2}{5000} = \frac{386 \cdot 0,03 \cdot (625,2)^2}{5000} = 905,3$$

Оптимальна кількість ГРП:

$$n = \frac{\sum V_{KB}}{V_{OPT}} = \frac{1863,43}{905,3} = 2 \text{ (шт)}$$

## 2.8 Гідралічний розрахунок розподільчої мережі низького тиску

Розрахункові витрати газу по окремих ділянках газопроводу визначаємо після нумерації розрахункових ділянок. Її виконуємо, призначаючи поточний номер кожній із точок розгалуження та злиття потоків газу, від ГРП до "нульових точок", по всім можливим напрямкам руху газу.

Після цього визначаємо питомі квартальні витрати газу, що припадають на 1м довжини газопроводу. Розрахунок виконуємо для кожного кварталу, або групи кварталів одного району забудови по формулі:

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

де  $V_{ПИТ}^{KB}$  - питомі квартальні витрати газу;

$\sum V_{KB}$  - сума витрат газу по кварталах забудови з однаковою кількістю поверхів, нм<sup>3</sup>/год (по таблиці 6);

$\sum l$  - сумарна довжина газопроводів що забезпечують подачу газу кварталам,

для яких визначаються питомі витрати.

$$V_{ПИТ}^{KB1} = \frac{129,83}{978} = 0,13 \text{ (нм}^3\text{/1пог.м);}$$

$$V_{ПИТ}^{KB6} = \frac{180,61}{1099} = 0,16 \text{ (нм}^3\text{/1пог.м);}$$

$$V_{\text{ПИТ}}^{\text{КВ2}} = \frac{168,78}{1176} = 0,14 \text{ (нм}^3\text{/1пог. м);}$$

$$V_{\text{ПИТ}}^{\text{КВ7}} = \frac{180,61}{1099} = 0,16 \text{ (нм}^3\text{/1пог. м);}$$

$$V_{\text{ПИТ}}^{\text{КВ3}} = \frac{293,51}{1595} = 0,18 \text{ (нм}^3\text{/1пог. м);}$$

$$V_{\text{ПИТ}}^{\text{КВ8}} = \frac{107,4}{1365} = 0,08 \text{ (нм}^3\text{/1пог. м);}$$

$$V_{\text{ПИТ}}^{\text{КВ4}} = \frac{363,53}{2270} = 0,16 \text{ (нм}^3\text{/1пог. м);}$$

$$V_{\text{ПИТ}}^{\text{КВ9}} = \frac{207,74}{1765} = 0,12 \text{ (нм}^3\text{/}$$

1пог. м);

$$V_{\text{ПИТ}}^{\text{КВ5}} = \frac{56,33}{1625} = 0,03 \text{ (нм}^3\text{/1пог. м);}$$

$$V_{\text{ПИТ}}^{\text{КВ10}} = \frac{75,09}{1326} = 0,06 \text{ (нм}^3\text{/1пог. м);}$$

Питомі витрати газу на розрахункових ділянках газопроводу визначаються по формулам:

- для газопроводів, що забезпечують газом один квартал:

$$V_{\text{ПИТ}} = V_{\text{ПИТ}}^{\text{КВ}}$$

- для газопроводів двохсторонньої роздачі газу двом сусіднім кварталам

$$V_{\text{ПИТ}} = V_{\text{ПИТ}}^{\text{КВІ}} + V_{\text{ПИТ}}^{\text{КВІІ}}$$

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

$$V_{\text{ШЛЯХ}_i} = V_{\text{ПИТ}_i} \cdot l_i, \text{ (нм}^3\text{/год),}$$

де  $V_{\text{ШЛЯХ}_i}$  - шляхові витрати газу на ділянці газопроводу довжиною  $l_i$ .

По відомим шляховими визначаємо еквівалентні  $V_{\text{ЕКВ}}$  та транзитні  $V_{\text{ТР}}$  витрати газу:

$$V_{\text{ЕКВ}_i} = 0,55 \cdot V_{\text{ШЛЯХ}_i}, \text{ (нм}^3\text{/год)}$$

$$V_{\text{ТР}_{i+1}} = \sum (V_{\text{ТР}_i} + V_{\text{ШЛЯХ}_i}), \text{ (нм}^3\text{/год)}$$

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

Розрахункові витрати визначаються як сума транзитних та еквівалентних витрат газу:

$$V_{P_i} = V_{\text{ТР}_i} + V_{\text{ЕКВ}_i}$$

Всі розрахунки ведемо по вище згаданим формулам в табличній формі.

Визначення витрат газу по ділянках газопроводу низького тиску Таблиця 8

Номер ділянки	l, м	V <sub>ПІТ</sub> , нм <sup>3</sup> /год	Витрати газу на ділянці			
			V <sub>ШЛЯХ</sub> , нм <sup>3</sup> /год	V <sub>ЕКВ</sub> , нм <sup>3</sup> /год	V <sub>ТР</sub> , нм <sup>3</sup> /год	V <sub>Р</sub> , нм <sup>3</sup> /год
1	2	3	4	5	6	7
1-2	141	0,34	47,94	26,37	857,18	883,55
2-3	218	0,34	74,12	40,77	397,06	437,83
3-4	218	0,34	74,12	40,77	322,94	363,71
4-5	267	0,29	77,43	42,59	160,12	202,71
5-6	250	0,27	67,5	37,13	47,32	84,45
6-0 <sub>1</sub>	338	0,14	47,32	26,03	-	26,03
4-10	228	0,31	70,68	38,87	14,71	53,58
10-0	231	0,13	30,03	16,52	-	16,52
1-7	109	0,34	37,06	20,38	383,22	403,6
7-8	196	0,34	66,64	36,65	178,34	215
8-9	238	0,18	42,84	23,56	60,14	83,7
9-10	249	0,18	44,82	24,65	15,32	39,97
8-11	255	0,16	40,8	22,44	34,56	57
11-0	216	0,16	34,56	19,01	-	19,01
7-12	216	0,32	69,12	38,02	69,12	107,14
12-0	216	0,32	69,12	38,02	-	38,02
2-13	216	0,24	51,84	28,51	76,16	104,67
13-15	234	0,24	56,16	30,89	20	50,89
15-0 <sub>1</sub>	250	0,08	20	11	-	11
16-14	216	0,30	64,8	35,64	70,2	105,84
14-0 <sub>1</sub>	234	0,30	70,2	38,61	-	38,61
2-16	250	0,24	60	33	198	231
5-0 <sub>2</sub>	151	0,30	45,3	24,92	-	24,92
16-0 <sub>3</sub>	225	0,28	63	34,65	-	34,65
17-18	352	0,19	66,88	36,78	166,24	203,02
18-19	243	0,17	41,31	22,72	40,33	63,05
19-20	250	0,14	35	19,25	47,32	66,57
20-0 <sub>1</sub>	338	0,14	47,32	26,03	-	26,03

18-0 <sub>2</sub>	282	0,30	84,6	46,53	-	46,53
17-21	83	0,19	15,77	8,67	316,19	324,86
21-0 <sub>3</sub>	225	0,28	63	34,65	-	34,65
21-25	216	0,18	38,88	21,38	96,12	117,5
25-26	234	0,18	42,12	23,17	54	77,17
26-27	225	0,12	27	14,85	27	41,85
27-0 <sub>4</sub>	225	0,12	27	14,85	-	14,85
21-22	222	0,09	19,98	11	98,21	109,21
22-23	239	0,09	21,51	11,83	76,7	88,53
23-28	216	0,06	12,96	7,13	7,14	14,27
28-0	216	0,06	12,96	7,13	-	7,13
23-24	238	0,03	7,14	3,93	49,46	53,39
24-19	249	0,03	7,47	4,11	41,99	46,1

$$\Sigma V_{\text{ШЛЯХ}} = 1896,3$$

Нев'язка:

$$\varepsilon = \frac{1896,3 - 1863,43}{1863,43} \cdot 100 = 1,8\% < 5\%$$

Гідравлічний розрахунок газопроводів починаємо з найбільш віддаленого напрямку руху від ГРП до нульової точки. Подальші розрахунки виконуємо по напрямкам довжина яких буде меншою за попередньо розраховану.

Розрахункові витрати тиску від ГРП до кожної із нульових точок визначаються по різниці тиску газу за ГРП  $P_{\text{ГРП}}$  і в нульовій точці  $P_0$ :

$$\Delta P_p = P_{\text{ГРП}} - P_0$$

де  $P_{\text{ГРП}}$  - тиск газу після ГРП, приймається рівним 3 кПа;

$P_0$  - тиск в нульовій точці розподільчого газопроводу складає 1,8 кПа;

$\Delta P_p$  - розрахункові витрати тиску в газопроводі низького тиску,  $\Delta P_p = 1200$  Па.

$$\Delta P_p = 3000 - 1800 = 1200(\text{Па})$$

Падіння тиску на будь-якій ділянці газопроводу визначається з врахуванням поправки на відмінність дійсної густини газу від густини, для якої складені



таблиці, чи номограми для гідравлічного розрахунку по формулі:

$$\Delta P_{дi} = R_i \cdot l_{Пi} \frac{\rho_{Г}}{\rho_{Т}}, \quad (Па)$$

де  $R_i$  - питомі втрати тиску на 1 пог.м. довжини газопроводу, Па/пог.м;  
визнача-

ються для кожної ділянки розрахункового напрямку за таблицями і  
номограмами по значенням витрат газу  $V_p$  та середньої величини  
питомої

втрати тиску  $R_{П}$ ;

$l_{ПР}$  - приведена довжина розрахункової ділянки газопроводу, з  
врахуванням

втрат тиску на місцевих опорах приймається на 10% більшою за  
фактичну

довжину газопроводу  $l_{ПРi} = 1,1 \cdot l_i$ , м;

$\rho_{Г}$  - дійсна густина газу, кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_{Т}$  - густина газу, для якої складені таблиці та номограми гідравлічного  
розра-

хунку, кг/м<sup>3</sup>;

Величина  $R_{П}$  визначається за залежністю:

$$R_{Пj} = \frac{\Delta P_p}{1,1 \cdot (\Sigma l)_j}, \quad (Па/пог.м.)$$

де  $(\Sigma l)_j$  - сума фактичних довжин ділянок газопроводів по одному напрямку  
руху

від ГРП до нульової точки;

Розрахунок виконуємо 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 виконуємо в формі таблиці.

## Гідравлічний розрахунок газопроводу низького тиску

Таблиця 9

№ діл.	$V_p$ , нм <sup>3</sup> /год	$l$ , м	$l_{ГП} =$ 1,1 $l$ , м	$R_{П}$ , Па/ног.м	$R_d \cdot \frac{\rho_c}{\rho_m}$ , Па/ног.м	$d_H \times S$ , мм	$\Delta P_{\partial i} = R_i \cdot$ $l_{ГП i} \frac{\rho_{Г}}{\rho_{Г}}$ , Па
1	2	3	4	5	6	7	8
Напрямок ГРП-1-2-3-4-5-6-0 <sub>1</sub>				$\Delta P_p = 1200(\text{Па})$			
ГРП-1	1325,4	52,5	57,75	0,73	0,87	299 × 8,0	50,2
1-2	883,55	141	155,1	0,73	0,7	273 × 7,0	108,57
2-3	437,83	218	239,8	0,73	0,57	219 × 6,0	136,67
3-4	363,71	218	239,8	0,73	0,79	194 × 6,0	188,02
4-5	202,71	267	293,7	0,73	0,76	159 × 4,5	223,21
5-6	84,45	250	275	0,73	0,76	114 × 4,0	209
6-0 <sub>1</sub>	26,03	338	371,8	0,73	0,76	75,5 × 3,75	282,57
Нев'язка -0,1 %				$\sum \Delta P = 1198,24$			
Напрямок ГРП-1-7-8-9-10-0				$\Delta P_p = 1149,8(\text{Па})$			
1-7	403,6	109	119,9	1,02	0,92	194 × 6,0	110,3
7-8	215	196	215,6	1,02	0,97	152 × 4,5	209,13
8-9	83,7	238	261,8	1,02	1,2	102 × 3,0	314,16
9-10	39,97	249	273,9	1,02	0,92	83 × 3,0	251,95
10-0	16,52	231	254,1	1,02	1,08	60 × 3,5	274,43
Нев'язка 0,9 %				$\sum \Delta P = 1159,97$			

Напрямок ГРП-1-2-3-4-5-0 <sub>2</sub> $\Delta P_p = 493,33(Па)$							
5-0 <sub>2</sub>	24,92	151	166,1	2,97	2,92	57 × 3,0	485
Нев'язка -1,7 %							$\sum \Delta P = 485$
Напрямок ГРП-1-2-3-4-10-0 $\Delta P_p = 442,11(Па)$							
4-10	53,58	228	250,8	1,76	1,73	83 × 3,0	433,88
Нев'язка -1,9 %							$\sum \Delta P = 433,88$
Напрямок ГРП-1-2-16-0 <sub>3</sub> $\Delta P_p = 1041,23(Па)$							
2-16	231	250	275	2,0	2,0	127 × 3,0	550
16-0 <sub>3</sub>	34,65	225	247,5	2,0	1,8	70 × 3,0	445,5
Нев'язка -4,6 %							$\sum \Delta P = 995,5$
Напрямок ГРП-1-2-16-14-0 <sub>4</sub> $\Delta P_p = 491,23(Па)$							
16-14	105,84	216	237,6	1,0	1,2	114 × 4,0	285,12
14-0 <sub>4</sub>	38,61	234	257,4	1,0	0,87	83 × 3,0	223,94
Нев'язка 3,6 %							$\sum \Delta P = 509,06$
Напрямок ГРП-1-2-13-15-0 <sub>4</sub> $\Delta P_p = 1041,23(Па)$							
2-13	104,67	216	237,6	1,35	1,08	114 × 4,0	256,61
13-15	50,89	234	257,4	1,35	1,2	88,5 × 4,0	308,88
15-0 <sub>4</sub>	11	250	275	1,35	1,8	45 × 3,0	495
Нев'язка 1,8 %							$\sum \Delta P = 1060,49$

Продовження табл. 9

№ діл.	$V_p,$ $нм^3/год$	$l,$ м	$l_{ПР} =$ $1,1l,$ м	$R_{П},$ $Па/ног.м$	$R_{\partial} \cdot \frac{\rho_c}{\rho_m},$ $Па/ног.м$	$d_H \times S,$ мм	$\Delta P_{\partial_i} = R_i \cdot$ $l_{ПР_i} \frac{\rho_{Г}}{\rho_{Г}},$ $Па$
1	2	3	4	5	6	7	8
Напрямок ГРП-1-7-8-11-0 $\Delta P_p = 830,37(Па)$							
8-11	57	255	280,5	1,6	1,73	83 × 3,0	485,27
11-0	19,01	216	237,6	1,6	1,5	60 × 3,5	356,4
Нев'язка 1,4 % $\sum \Delta P = 841,67$							
Напрямок ГРП-1-7-12-0 $\Delta P_p = 1039,5(Па)$							
7-12	107,14	216	237,6	2,19	2,16	102 × 3,0	513,22
12-0	38,02	216	237,6	2,19	2,1	70 × 3,0	498,96
Нев'язка -2,7 % $\sum \Delta P = 1012,18$							
Напрямок ГРП-17-18-19-20-0, $\Delta P_p = 1200(Па)$							
ГРП-17	565,08	67,5	74,25	0,87	0,94	245 × 7,0	63,45
17-18	203,02	352	387,2	0,87	0,97	152 × 4,5	375,58
18-19	63,05	243	267,3	0,87	0,76	102 × 3,0	203,15
19-20	66,57	250	275	0,87	1,2	95 × 4,0	330
20-0 <sub>1</sub>	26,03	338	371,8	0,87	0,75	76 × 3,0	278,85
Нев'язка 4,2 % $\sum \Delta P = 1251,03$							
Напрямок ГРП-17-18-0 <sub>2</sub> $\Delta P_p = 760,97(Па)$							
18-0 <sub>2</sub>	46,53	282	310,2	2,45	2,5	70 × 3,0	775,5
Нев'язка 1,9 % $\sum \Delta P = 775,5$							
Напрямок ГРП-17-21-22-23-24-19-20-0, $\Delta P_p = 527,7(Па)$							
17-21	324,86	83	91,3	0,47	0,50	194 × 6,0	45,65

21-22	109,21	222	244,2	0,47	0,49	127 × 3,0	119,66
22-23	88,53	239	262,9	0,47	0,51	121 × 4,0	134
23-24	53,39	238	261,8	0,47	0,52	102 × 3,0	136,14
24-19	46,1	249	273,9	0,47	0,43	102 × 3,0	117,78
Нев'язка 4,8 %							$\sum \Delta P = 553,23$
Напрямок ГРП-17-21-22-23-28-0 $\Delta P_p = 837,24(\text{Па})$							
23-28	14,27	216	237,6	1,76	1,08	57 × 3,0	256,61
28-0	7,13	216	237,6	1,76	2,6	38 × 3,0	617,76
Нев'язка 4,4 %							$\sum \Delta P = 874,37$
Напрямок ГРП-17-21-25-26-27-0 <sub>1</sub> $\Delta P_p = 1090,9(\text{Па})$							
21-25	117,5	216	237,6	1,1	1,2	121 × 4,0	285,12
25-26	77,17	234	257,4	1,1	1,1	102 × 3,0	283,14
26-27	41,85	225	247,5	1,1	1,1	83 × 3,0	272,25
27-0 <sub>4</sub>	14,85	225	247,5	1,1	0,9	60 × 3,5	222,75
Нев'язка -2,6 %							$\sum \Delta P = 1063,26$
Напрямок ГРП-17-21-25-26-21-0 <sub>3</sub> $\Delta P_p = 1090,9(\text{Па})$							
21-0 <sub>3</sub>	34,65	225	247,5	4,4	4,5	60 × 3,5	1113,75
Нев'язка 2,1 %							$\sum \Delta P = 1113,75$

Після визначення величин сумарного падіння тиску по всіх напрямках руху від ГРП до кінцевих точок перевіряємо нев'язку втрат тиску по кожному кільцю мережі згідно залежності:

$$h_{HEB} = \frac{\pm \sum \Delta P_{\partial i}}{0,5 \sum |\Delta P_{\partial i}|} \cdot 100, \quad \%$$

При визначенні нев'язки витрати газу і падіння тиску по ділянкам з рухом

газу за часовою стрілкою приймаємо додатними, а проти – від'ємними.

Нев'язка втрат тиску по кільцю 2-16-14-0<sub>1</sub>-15-13-2:

$$h_{\text{НЕВ}} = \frac{550 + 285,12 + 223,93 - 256,61 - 308,88 - 495}{0,5 \cdot (550 + 285,12 + 223,93 + 256,61 + 308,88 + 495)} \cdot 100 = 0,13\%$$

Нев'язка втрат тиску по кільцю 5-6-0<sub>1</sub>-20-19-18-0<sub>2</sub>-5:

$$h_{\text{НЕВ}} = \frac{209 + 282,57 + 775,5 - 485 - 203,15 - 330 - 278,85}{0,5 \cdot (209 + 282,57 + 775,5 + 485 + 203,15 + 330 + 278,85)} \cdot 100 \\ = -2,3\%$$

Нев'язка втрат тиску по кільцю 4-5-0<sub>1</sub>-18-17-21-0<sub>1</sub>-16-2-3-4:

$$h_{\text{НЕВ}} = \frac{136,67 + 188,02 + 223,21 + 485 + 45,65 + 1113,75 - 550 - 445,5 - 375,58 - 775,5}{0,5 \cdot (136,67 + 188,02 + 223,21 + 485 + 45,65 + 1113,75 + 550 + 445,5 + 375,58 + 775,5)} \cdot 100 = 2,1\%$$

## 2.9 Гідралічний розрахунок газопроводів середнього тиску

Гідралічний розрахунок виконуємо від ГРС до точки сходження по кожному напрямку руху газу. Нульову точку назначаємо так, щоб навантаження по кожному напівкільцю відрізнялись не більше ніж на 15-20%. Для цього витрати газу для споживача, що знаходиться в нульовій точці, можна розподілити нерівномірно по напівкільцям.

Тиск газу після ГРС приймаємо 300 кПа, а тиск у останнього по ходу газу споживача приймаємо рівним 0,22 МПа, для промислових підприємств і 0,16 МПа, для ГРП та котельних.

Втрати тиску на місцевих опорах визначаємо, як 10% від втрат на тертя.

Середню по напрямку питому величину втрат квадрату тиску визначаємо згідно залежності:

$$A_{\Pi j} = \frac{P_H^2 - P_K^2}{1,1(\Sigma l)_j}, \text{ (кПа}^2\text{/пог.м.)}$$

де  $P_H$  - початковий тиск газу, кПа;

$P_K$  - кінцевий тиск в нульовій точці, кПа;

$\Sigma l$  - довжина розрахункового напрямку, м.

Після підбору діаметра труби по кожній розрахунковій ділянці вибраного напрям-

ку руху, визначаємо величину квадрату дійсного падіння тиску на ділянці газопроводу по формулі:

$$(P_H^2 - P_K^2)_i = A_i \cdot l_{\text{ПП}i} \left( \frac{\rho_{\Gamma}}{\rho_T} \right)^2, \quad (\text{кПа}^2)$$

де  $A_i$  - дійсна величина квадрату питомих втрат тиску, приймається згідно діаграм для гідравлічного розрахунку газопроводів середнього тиску;  
 $l_{\text{ПП}i}$  - приведена довжина розрахункової ділянки газопроводу,

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

Тиск газу в кінці розрахункової ділянки визначається по залежності:

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

Одержана величина кінцевого тиску попередньої ділянки газопроводу приймається рівною початковому тиску на наступній по ходу газу ділянці. Таким чином виконуємо розрахунок по всім ділянкам, а тиск, одержаний в кінці одного розрахункового напрямку, порівнюємо з величиною кінцевого тиску по другому напівкільцю.

Всі розрахунки ведемо в табличній формі.

Таблиця 10

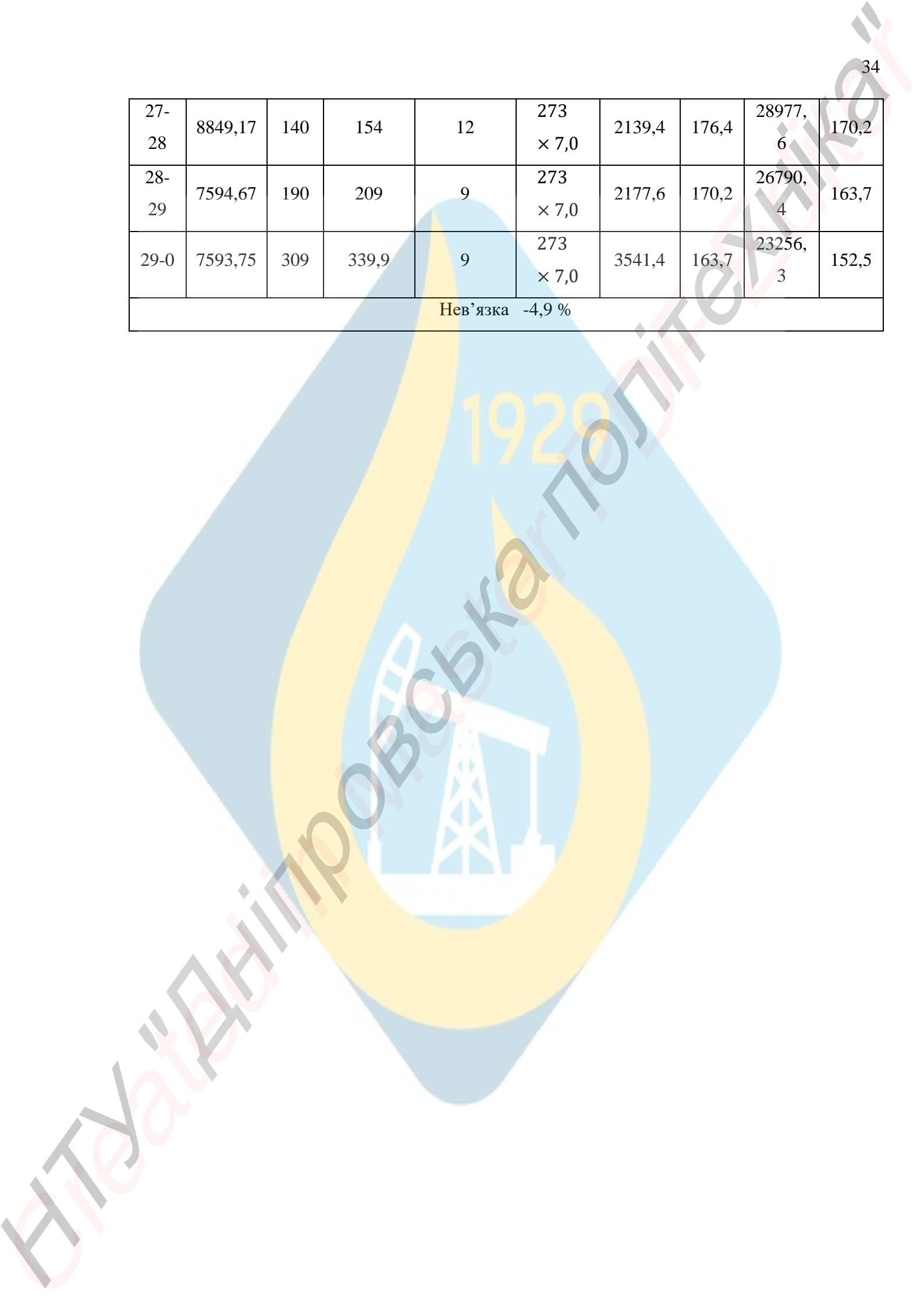
## Гідравлічний розрахунок газопроводу середнього тиску

№ діл.	$V_p$ , нм <sup>3</sup> /год	$l$ , м	$l_{\text{ГР}} =$ $1,1l$ , м	$A_0$ , кПа <sup>2</sup> /пог.м	$d_H \times S$ , мм	$P_H^2 -$ $P_K^2$ , кПа <sup>2</sup>	$P_H$ , кПа	$P_K^2$ , кПа <sup>2</sup>	$P_K$ , кПа
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Напрямок ГРС-1-2-3-4-5-6-20-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-0 $A_{\text{П}} = 11,7(\text{кПа}^2/\text{пог.м})$									
ГРС-1	31254,3	300	330	13	426 × 10	4966,4	300	85033,6	291,6
1-2	15329,9	471	518,1	12	325 × 8,0	7197,4	291,6	77833,2	279
2-3	12062,9	628	690,8	8,5	325 × 8,0	6797,6	279	71043,4	266,5
3-4	12007,6	334	367,4	8,5	325 × 8,0	3615,3	266,5	67407	259,6
4-5	11968,6	404	444,4	8	325 × 8,0	4115,7	259,6	63276,5	251,5
5-6	11967,7	347	381,7	8	325 × 8,0	3535,1	251,5	59717,2	244,4
6-7	11958,2	325	357,5	8	325 × 8,0	3311	244,4	56420,4	237,5
7-8	11393,1	212	233,2	7	325 × 8,0	1889,8	237,5	54516,5	233,5
8-9	11345,7	186	204,6	7	325 × 8,0	1658	233,5	52864,3	230
9-10	11092,6	195	214,5	7	325 × 8,0	1738,2	230	51161,8	226,2
10-11	11053,6	231	254,1	7	325 × 8,0	2059,1	226,2	49107,3	221,6
11-12	11052,7	143	157,3	7	325 × 8,0	1274,7	221,6	47831,9	218,7
12-	10997,4	291	320,1	18	273 × 7,0	6670,2	218,7	41159,	202,9



13	7							5	
13-14	10958,4 7	228	250,8	18	273 × 7,0	5226,2	202,9	35942, 2	189,6
14-15	9633,07	216	237,6	14	273 × 7,0	3850,9	189,6	32097, 3	179,2
15-16	9594,07	146	160,6	14	273 × 7,0	2602,9	179,2	29509, 7	171,8
16-17	9593,15	139	152,9	14	273 × 7,0	2478,1	171,8	27037, 1	164,4
17-0	7593,75	201	221,1	9	273 × 7,0	2303,6	164,4	24723, 8	157,2
Нев'язка -1,8 %									
Напрямок 1-18-19-20-21-22-23-24-25-26-27-28-29-0 $A_{II} = 13,2(\text{кПа}^2/\text{пог.м})$									
1-18	15924,3 1	197	216,7	14	325 × 8,0	3512,1	291,6	81518, 5	285,5
18-19	15923,3 9	262	288,2	14	325 × 8,0	4671	285,5	76839, 3	277,2
19-20	15884,3 9	1157	1272,7	14	325 × 8,0	20627,1	277,2	56212, 7	237,1
20-21	15845,3 9	290	319	13	325 × 8,0	4800,8	237,1	51415, 6	226,8
21-22	15844,4 7	534	587,4	13	325 × 8,0	8840,2	226,8	42598	206,4
22-23	15834,9 7	114	125,4	12,8	325 × 8,0	1858,2	206,4	40742, 8	201,8
23-24	15485,9 7	94	103,4	12,8	325 × 8,0	1532,2	201,8	39191	198
24-25	12218,9 7	360	396	9	325 × 8,0	4125,9	198	35078, 1	187,3
25-26	11985,3 7	264	290,4	9	325 × 8,0	3025,7	187,3	32055, 6	179
26-27	8888,17	178	195,8	4,8	325 × 8,0	939,8	179	31101, 2	176,4

27-28	8849,17	140	154	12	273 × 7,0	2139,4	176,4	28977, 6	170,2
28-29	7594,67	190	209	9	273 × 7,0	2177,6	170,2	26790, 4	163,7
29-0	7593,75	309	339,9	9	273 × 7,0	3541,4	163,7	23256, 3	152,5
Нев'язка -4,9 %									



### 3 Підбір обладнання ГРП

Для очистки газу від механічних домішок рекомендуються чавунні фільтри волосяні ФВ та сталеві фільтри ФГ. Фільтри підбирають по тиску та діаметру умовного проходу таким чином, щоб перепад тиску на касеті фільтра не перевищував  $\Delta P = 3000 - 5000 \text{ Па}$  при заданих величинах тиску, витрат та густини газу.

До установки приймаємо фільтр ФВ-200.

Перепад тиску на касеті фільтра визначається згідно залежності:

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

де  $\Delta P_T$  - допускаєма величина втрат тиску на фільтрі,  $\Delta P_T = 5 (\text{кПа})$ ;

$V$  - витрати газу через ГРП,  $V = 1325,4 (\text{нм}^3/\text{год})$ ;

$V_T$  - таблична пропускна спроможність фільтра при відомій величині тиску

$P_T = 600 (\text{кПа})$  та густині газу  $\rho_T = 0,73 (\text{кг}/\text{нм}^3)$ ,  $V_T = 6500 (\text{нм}^3/\text{год})$ ;

$P$  - тиск газу перед фільтром,  $P = 160 (\text{кПа})$ ;

$\rho_G$  - дійсна густина газу при нормальних умовах,  $\rho_G = 0,8 (\text{кг}/\text{нм}^3)$

$$\Delta P = 5 \cdot \left( \frac{1325,4}{6500} \right)^2 \frac{600 \cdot 0,85}{160 \cdot 0,73} = 0,91 (\text{кПа}) = 910 (\text{Па})$$

Вибір регуляторів тиску здійснюється за величиною пропускної здатності регуляторів,  $V_P$ . Вона повинна становити на 15-20% більше розрахункових витрат газу через ГРП:

$$V_P = (1,15 \dots 1,2) \cdot V = 1,2 \cdot 1325,4 = 1590,5 (\text{нм}^3/\text{год})$$

До установки приймаємо регулятор тиску РДУК 2В-100.

Перерахунок пропускної здатності регуляторів здійснюємо за залежністю:

$$V_P = \frac{0,855 \cdot V_T \cdot P_1}{P_{1T} \cdot \sqrt{\rho_G}}, \quad (\text{м}^3/\text{год}),$$

де  $V_T$  - таблична пропускна спроможність регулятора,  $V_T = 1200 (\text{нм}^3/\text{год})$ ;

$P_1$  - тиск перед регулятором,  $P_1 = 0,16 (\text{МПа})$ ;

$$P_{1T} = 0,1(\text{МПа});$$

$\rho_T$  - дійсна густина газу при нормальних умовах,  $\rho_T = 0,85(\text{кг}/\text{нм}^3)$

$$V_P = \frac{0,855 \cdot 1200 \cdot 0,16}{0,1 \cdot \sqrt{0,85}} = 1780,5(\text{м}^3/\text{год}),$$

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

Підбір клапану здійснюємо по діаметру умовного проходу регулятора. Таким чином до установки приймаємо запірний запобіжний клапан ПКН-100.

Підбір лічильника здійснюємо за величиною витрат газу, приведених до тиску газу в місці вимірювання витрат згідно залежності:

$$V_P = V \frac{P_{\text{БАР}}}{P_{\text{БАР}} + P_{\text{Л}}^{\text{НАДЛ}}} \cdot \frac{T_{\text{Л}}}{T_{\text{НУ}}}, \quad (\text{м}^3/\text{год})$$

де  $P_{\text{БАР}}$  - барометричний тиск при нормальних умовах,  $P_{\text{БАР}} = 101,3(\text{кПа})$ ;  
 $P_{\text{Л}}^{\text{НАДЛ}}$  - надлишковий тиск газу в місці встановлення лічильника, кПа, визначається по різниці величин тиску газу на вводі в ГРП та втрат тиску газу від вводу до місця встановлення лічильника:

$$P_{\text{Л}}^{\text{НАДЛ}} = 160 - 0,91 = 159,1(\text{кПа})$$

$V$  - витрати газу через лічильник при нормальних умовах,  $V = 1325,4(\text{нм}^3/\text{год})$

$T_{\text{НУ}}$  - температура при нормальних умовах, 273,15 °К;

$T_{\text{Л}}$  - температура газу в місці встановлення лічильника, 303,15 °К.

$$V_P = 1325,4 \cdot \frac{101,3}{101,3 + 159,1} \cdot \frac{303,15}{273,15} = 572(\text{м}^3/\text{год})$$

До установки приймаємо лічильник ЛГ-К-200-1000:  $V_{\text{МАХ}} = 1600(\text{м}^3/\text{год})$ ,  
 $V_{\text{МІН}} = 80(\text{м}^3/\text{год})$

Лічильник повинен забезпечувати вимірювання витрат газу в діапазоні:

$$0,2 \cdot V_{\text{МАХ}} \leq V_P \leq V_{\text{МАХ}}$$

$$320 \leq 572 \leq 1600$$

#### 4 Гідравлічний розрахунок внутрішньо-домового газопроводу

Визначаємо витрати газу газовими приладами:

- для газового водонагрівача ВПГ-21:

$$V_{ном} = \frac{N_{зв} \cdot 3600}{Q_H^P}, \left( \frac{нм^3}{год} \right)$$

де  $N_{зв}$ - теплова потужність газового водонагрівача,  $N_{зв} = 21(кВт)$

$Q_H^P$ - нижча теплота згорання палива,  $Q_H^P = 40430,07(кДж/нм^3)$

$$V_{ном} = \frac{21 \cdot 3600}{40430,07} = 1,87 \left( \frac{нм^3}{год} \right)$$

- для газової плити ПГ-4:

$$V_{ном} = \frac{N_{ПГ} \cdot 3600}{Q_H^P}, \left( \frac{нм^3}{год} \right)$$

де  $N_{ПГ}$ - теплова потужність газової плити ПГ-4,  $N_{ПГ} = 11,6(кВт)$

$$V_{ном} = \frac{11,6 \cdot 3600}{40430,07} = 1,03 \left( \frac{нм^3}{год} \right)$$

Після визначення витрат газу на кожний прилад та складання аксонометричної схеми газопроводів визначаємо розрахункові витрати по окремих ділянках газопроводу згідно з формулою:

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

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

$k_{oi}$ - коефіцієнт одночасності роботи приладів чи груп приладів;

$V_{ном_i}$ - номінальні витрати газу одним чи групою приладів,  $(нм^3/год)$ ;

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

Визначення діаметрів та дійсних величин питомих втрат тиску  $R_d$  на ділянках газопроводів виконуємо за допомогою таблиць чи номограм гідравлічного розрахунку газопроводів низького тиску за відомими значеннями втрат газу  $V$  та середньої

за напрямком величини питомих втрат тиску  $R_{\Pi}$ :

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

де  $\Delta P$  – сумарна величина втрат тиску на внутрішньодомовому газопроводі,

$$\Delta P = 250 - 110 = 140 (\text{Па})$$

$l_H$  - довжина розрахункового напрямку від точки підведення газу до найвіддаленішого й найпотужнішого газового приладу,  $l_H = 67,31 (\text{м})$ ;

$2,0 \div 3,0$  - коефіцієнт, величина якого враховує частку втрат тиску на місцевих

опорах і залежить від конфігурації газової мережі.

$$R_{\Pi} = \frac{140}{3,0 \cdot 67,31} = 0,7 \left( \frac{\text{Па}}{\text{пог.м}} \right)$$

За дійсною величиною питомих втрат тиску  $R_D$  визначаємо аеродинамічний опір по ділянках газопроводу за формулою:

$$\Delta P_i = R_{D_i} \cdot l_{\text{ПР}_i} \cdot \frac{\rho}{\rho_m} + H_{\Gamma} = \Delta P_D + H_{\Gamma}, \quad (\text{Па}),$$

де  $l_{\text{ПР}}$ - приведена 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  $l_{\text{екв}}$ :

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

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

$\rho$  - дійсна густина газу,  $(\text{кг}/\text{м}^3)$ ;

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

$H_{\Gamma}$ - гідростатичний тиск на вертикальних ділянках газопроводу, визначаємо

відповідно до залежності:

$$H_{\Gamma_i} = h_i \cdot (1,293 - \rho_D) \cdot 9,8, \quad (\text{Па}),$$

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 140 Па.

Всі розрахунки ведемо в табличній формі по вище згаданим формулам.

Гідралічний розрахунок газопроводів

Таблиця 11

№ діл	$l_{\phi}$ , м	$n$ , шт	$k_o$	$B$ , $\text{нм}^3/\text{год}$	$d_H \times S$ , мм	$R_{\partial}$ , Па/м	$l_{\text{екв}}$ , м	$\sum \xi$	$l_{\text{ПР}}$ , м	$\Delta P_{\text{Д}}$ , Па	$h$ , м	$H_{\Gamma}$ , Па	$\Delta P$ , Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1-2	1,8	1	1	1,87	25 × 2,0	1,3	0,66	3,6	4,18	5,85	1,2	5,2	11,05
2-3	4,7	2	0,7	2,03	25 × 2,0	1,57	0,66	4,6	7,74	13,0 7	-3	- 13,0 2	0,05
3-4	3	4	0,5 6	3,25	25 × 2,0	4,8	0,54	1	3,54	18,2 8	-3	- 13,0 2	5,26
4-5	3	6	0,4 8	4,18	25 × 2,0	8,1	0,51	1	3,51	30,6	-3	- 13,0 2	17,58
5-6	3	8	0,4 3	5,0	32 × 3,0	3,94	0,64	1	3,64	15,4 3	-3	- 13,0 2	2,41
6-7	25,1	10	0,4	5,8	38 × 3,0	1,9	0,79	4,8	28,9	59	-	-	59
7-8	0,7	20	0,3 4	9,86	45 × 3,0	1,98	1,03	1	1,73	3,68	-	-	3,68
8-9	24,3	30	0,3	13,05	57 × 3,0	0,85	1,4	2	27,1	24,7 8	-	-	24,78
9-10	1,95	40	0,2 8	16,24	57 × 3,0	1,25	1,44	1,7	4,4	5,9	1,9 5	8,47	14,37
Нев'язка -1,3 %											$\sum \Delta P = 138,18$		

## 5 Аеродинамічні розрахунки

### 5.1 Аеродинамічний розрахунок вентиляційного каналу

Розрахунки будемо проводити для найгіршого випадку, тобто, для п'ятого поверху і теплого періоду року. Так як ми прийняли до установки на кухні 4-х комфорочну плиту, то нормативна витяжка з цього приміщення складає 90 м<sup>3</sup>/год.

Втрати тиску визначають за формулою:

$$\Delta P = R \cdot l \cdot n + Z, (\text{Па})$$

Потери давления на местных сопротивлениях определяют по формуле:

$$Z = \frac{v^2}{2} \cdot \rho \cdot \sum \xi, (\text{Па})$$

Визначаємо гравітаційний тиск за формулою:

$$\Delta P_{gp} = g \cdot (H_{ш} - H_p) \cdot (\rho_n - \rho_v), (\text{Па}),$$

де,  $H_{ш}$ - позначка шахти вентиляційного каналу,  $H_{ш} = 15,5(\text{м})$ ;

$H_p$ - позначка решітки,  $H_p = 14,5(\text{м})$ ;

$\rho_n$ - густина зовнішнього повітря,  $\rho_n = 1,21(\text{кг}/\text{м}^3)$ ;

$\rho_v$ - густина внутрішнього повітря,  $\rho_v = 1,18(\text{кг}/\text{м}^3)$ .

$$\Delta P_{gp} = 9,81 \cdot (15,5 - 14,5) \cdot (1,21 - 1,18) = 0,3(\text{Па})$$

№ діл.	l, м	a × b, см	d <sub>екв</sub> , мм	F, м <sup>2</sup>	V, м/с	R, Па/м	K <sub>з</sub>	n	Rl · n, Па	ΔP <sub>Д</sub> , Па	∑ ξ	Z, Па	ΔP, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1-2	1	14x27	184	0,038	0,6	0,03	4	1,33	0,04	0,22	1,2	0,27	0,31
Нев'язка 3,3%													

### 5.2 Розрахунок димоходів

Прийmemo коефіцієнт надлишку повітря для котла рівний  $\alpha=2,5$  та температуру продуктів згорання  $t_{пс}=75$ . Тоді, температура продуктів згорання на виході із димової труби буде рівна (при падінні температури димових газів у цегляному димоході до даху –  $2 \div 6$  град/м і вище –  $6 \div 10$  град/м)  $t_{вих.}=75$ -



$2 \cdot 4 - 6 \cdot 1 = 61$  °C. Середня ж температура –  $t_{cp} = (75 + 61) / 2 = 68$  °C.

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

$$F = \frac{0,002 \cdot N}{\sqrt{H}} = \frac{0,02 \cdot 21}{\sqrt{3}} = 0,002(\text{м}^2)$$

$$V_{ПС} = B_{ВПГ} \cdot V_{ПС} = 0,00052 \cdot 26,5 = 0,014(\text{нм}^3/\text{с})$$

Знайдемо попередній діаметр димоходу:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,02}{3,14}} = 0,16(\text{м}) = 160(\text{мм}),$$

Оскільки діаметр вихідного патрубку рівний 130 мм, то приймаємо його за остаточний.

Так як наш димохід прокладений у внутрішній цегляній стіні, то при визначеній площі, канал буде мати такі розміри  $140 \times 140(\text{мм})$ , Тоді, фактична площа перерізу димаря буде дорівнювати  $F_{\phi} = 0,14 \cdot 0,14 = 0,02(\text{м}^2)$ .

Визначимо фактичну швидкість газу

$$w = \frac{V_{ПС} \cdot (t_{cp} + 273)}{273 \cdot F} = \frac{0,014 \cdot (68 + 273)}{273 \cdot 0,02} = 0,87 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right)$$

Визначимо тягу, виникаючу при цьому в димоході

$$S = 0,034 \cdot H \cdot \left[ \frac{1}{(273 + t_n)} - \frac{1}{(273 + t_{cp})} \right] \cdot P_0, \quad (\text{Па})$$

де,  $H$  – висота ділянки димоходу, що створює тягу, м;

$t_n$  – температура навколишнього повітря, в яке відводять продукти згорання, °C.

$t_{cp}$  – середня температура газів на ділянці димоходу, що створює тягу, °C.

$$S = 0,034 \cdot 3 \cdot \left[ \frac{1}{(273 + 19,8)} - \frac{1}{(273 + 68)} \right] \cdot 101325 = 5,0(\text{Па})$$

Визначимо втрати тиску у газовому тракті.

Втрати тиску на місцевих опорах

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

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

Тоді, маємо:

$$\rho_{nc} = \frac{353}{273 + t_{nc}} = \frac{353}{273 + 68} = 1,04 \left( \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right)$$

$$\Delta p_m = \frac{w^2}{2} \cdot \rho_{nc} \cdot \sum \xi = \frac{0,87^2}{2} \cdot 1,04 \cdot (0,5 + 1,2 + 2) = 1,46 (\text{Па})$$

Визначимо втрати тиску по довжині димоходу виходячи із приблизних втрат тиску у цегляному каналі  $0,3 \text{ Па/пог.м}$ , тобто,

$$\Delta p_l = R \cdot l = 0,3 \cdot 3 = 0,9 (\text{Па})$$

Тоді, розрідження перед водонагрівачем буде рівне:

$$S_p^{limo} = S - \Delta p_l - \Delta p_m = 5,0 - 0,9 - 1,46 = 2,64 (\text{Па})$$

## 6 Спеціальна частина

Регулятор тиску - це прилад, який призначений для автоматичного зниження і підтримання тиску газу на певному, заздалегідь заданому рівні. Регулювання здійснюється зміною протікаючої через регулюючий клапан кількості газу.

Регулювання тиску протікає наступним чином. При відхиленні кінцевого тиску від заданого змінюється положення чутливого елемента приводу, який безпосередньо або через передаточні механізми здійснює потрібну зміну прохідного січення дросельного органу, в результаті чого проходить відновлення порушеної рівноваги між поступанням і розходом газу. Теоретично чутливий орган кожен раз після відновлення порушеної рівноваги повертається в початкове положення. В дійсності цього не спостерігається через нечутливість, що виникає в результаті тертя і інерційних зусиль рухомих частин, що викликають запізнення відкриття і закриття клапана. Тому при регулюванні відбувається почергове переповнення і випорожнення газопроводу, а відповідно, і відхилення тиску від заданого. Таким чином, регулювання тиску - коливальний процес, що характеризується періодом, частотою і амплітудою коливань. Якщо коливання регульованого тиску протікає зі зростанням амплітуди, то процес регулювання нестабільний. Степінь нерівномірності регулювання - відношення різниці між максимальним і мінімальним регульованим тиском і його середньому значенню. Вона залежить від конструкції і схеми регулятора і визначає його статичну характеристику.

Незалежно від принципу дії регулятори повинні забезпечувати стійке регулювання. Це відбувається тоді, коли регульований тиск здійснює затухаючі або гармонічні незатухаючі коливання з постійною малою амплітудою. Коливання регульованого (вихідного) тиску газу не повинно перевищувати 10% (без переналаштування при зміні розходу газу у всьому діапазоні регулювання), а вхідного тиску (до регулятора) 25%. Мінімальний регульований розхід газу

для односідлих клапанів повинен бути не більше 2. Відносна нерегульована протічка газу через закриті затвори для односідлого клапана не допускається.

У зв'язку з тим, що регулятори не мають постійного обслуговуючого персоналу, надійність їх роботи має першочергове значення. Важливо також, щоб вона не залежала від стороннього джерела енергії. Для цього використовується енергія тиску транспортованого газу.

При роботі регулятора тиску виходять з того, що для нормальної роботи в експлуатаційних умовах його розрахункова пропускна здатність повинна складати не більше 80, а при мінімальному розході - не менше 10% від максимальної пропускної здатності при заданому вихідному і вхідному тиску, тобто необхідно, щоб регулятор забезпечував задане регулювання при малих (мінімальних) розходах. Ця вимога особливо важлива для регуляторів, що застосовуються для газопостачання побутових споживачів, у яких розхід газу різко змінюється з часом, а в нічний час буває мінімальним. Для регулювання мінімальних розходів рекомендується використовувати односідлі регулятори, наприклад РДГС-10. Двохсідлі регулятори не можуть забезпечувати щільну посадку клапанів, через що прохід газу може виявитись більш необхідним для мінімального розходу (вночі), що неодмінно призведе до підвищення тиску. Тому двухсідлі регулятори небажано встановлювати на тупикових мережах, від яких споживаються побутові споживачі.

### **6.1 Технічна характеристика та службове призначення приладу**

Регулятори тиску являються основним елементом газорегуляторних пунктів, призначені для автоматичного пониження тиску тазу від початкового (вхідного) до розрахункового (вихідного) і підтримання останнього у заданому діапазоні (з урахуванням нерівномірності регулювання) незалежно від зміни розходу газу і коливань вхідного тиску в певних межах. Конструктивне виконання і розміри регуляторів визначаються умовами їх експлуатації,

розрахунковою пропускною здатністю, вхідним і вихідним тиском.

Регулятор може підтримувати заданий тиск газу в певній точці газопроводу, розміщеній після регулятора або до нього. В першому випадку регулятор називають регулятором «після себе», в другому - регулятором «до себе». Домовий газовий регулятор РДГС-10 належить до першої групи.

За принципом дії розрізняють регулятори прямої і непрямой дії. В регуляторах прямої дії зміна кінцевого (вихідного) тиску газу створює зусилля, необхідне для здійснення регулювання його величини. Основними елементами найпростішого регулятора, окрім корпусу, являються клапан і робоча мембрана. Під дією вантажу і власної ваги мембрана разом з клапаном опускається вниз і утворює отвір для проходу газу, в результаті чого після регулятора (клапана) тиск постійно підвищується. Цей тиск за допомогою з'єднуючої трубки передається в під мембранний простір і здійснює дію на мембрану. Мембрана з клапаном опускається до тих пір, доки після регулятора не створюється тиск, здатний врівноважити задане навантаження. При подальшому підвищенні тиску за регулятором тиск газу починає поборювати навантаження, мембрана піднімається і зменшує величину відкриття клапану. При зниженні тиску за регулятором, навпаки, мембрана з клапаном починає опускатися вниз, за рахунок чого збільшується прохідний отвір, а разом з тим збільшується прохід газу через регулятор і підвищується тиск. Таким чином, зміна вихідного тиску передається на мембрану, яка, опускаючись чи піднімаючись, відкриває прохідний отвір клапану і тим самим здійснюється регулювання величини тиску. Практично не залежно від розходу газу тиск після регулятора залишається постійним.

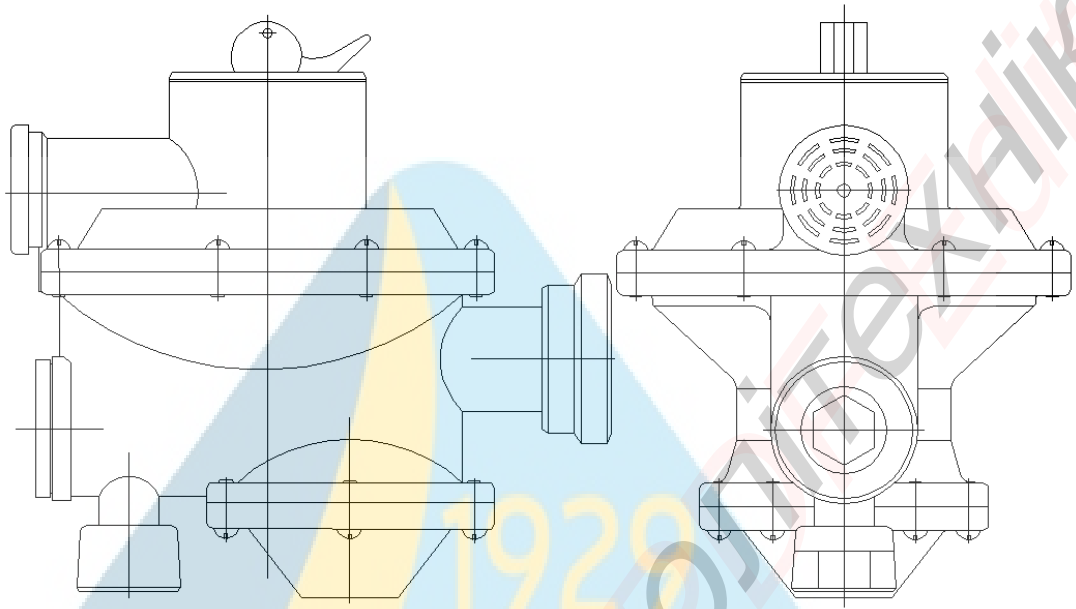


Рисунок 6.1 РДГС – 10

У регуляторів непрямої дії зміна кінцевого (вихідного) тиску безпосередньо не створює зусиль для здійснення процесу регулювання. Воно лише приводить в дію розподільчий механізм (командний прилад) для включення джерела енергії, за допомогою якого здійснюється регулююча дія. Джерелом енергії можуть слугувати повітря і газ високого тиску (пневматичні регулятори), масло чи інша рідина (гідравлічні регулятори) і т.п.

Регулятори прямої дії порівняно з регуляторами непрямої дії відрізняються меншою чутливістю. Проте, не дивлячись на кращу характеристику регуляторів непрямої дії, в міському господарстві найбільше розповсюдження отримали регулятори прямої дії, які мають просту конструкцію, невелику вартість і є зручними в обслуговуванні.

В залежності від роду навантаження на мембрану розрізняють три типи регуляторів: з ваговим навантаженням, з пружинним навантаженням і з навантаженням, що створюється тиском газу.

Розрізняють регулятори також за типом і конструкцією дросельних органів. Дросельними органами регуляторів називають пристрої, за допомогою яких регулюється кількість протікаючого через них газу. Зміна кількості газу

здійснюється дроселюванням, тобто зменшенням чи збільшенням отвору, через який протікає газ,

В якості дроселів в регуляторах прямої дії найбільше розповсюдження отримали клапани. Поворотні втулки, не дивлячись на простоту конструкції, широкого розповсюдження не отримали і застосовуються головним чином на газопроводах низького тиску великих діаметрів при малих перепадах тиску. Основним недоліком втулок являється те, що вони не забезпечують хорошої герметичності при відсутності розходу газу. Крім того, поворотні втулки не придатні для регулювання малих витрат у зв'язку з тим, що не володіють здатністю регулювати прохідні січення малих розмірів. Тому безпосередньо на міських мережах поворотні втулки не встановлюються. Клапани регуляторів бувають односідлі та двоохідлі. В двоохідлих клапанах газ проходить двома потоками (через два отвори), тому пропускна здатність їх при інших рівних умовах значно більша односідлих.

Регулятор РДГС призначений для зниження середнього тиску газу на низький і автоматичної підтримки низького тиску на заданому рівні в комунально-побутовому газопостачанні.

Регулятор розрахований на безперебійну роботу при температурі навколишнього середовища від мінус 40 до плюс 45 °С.

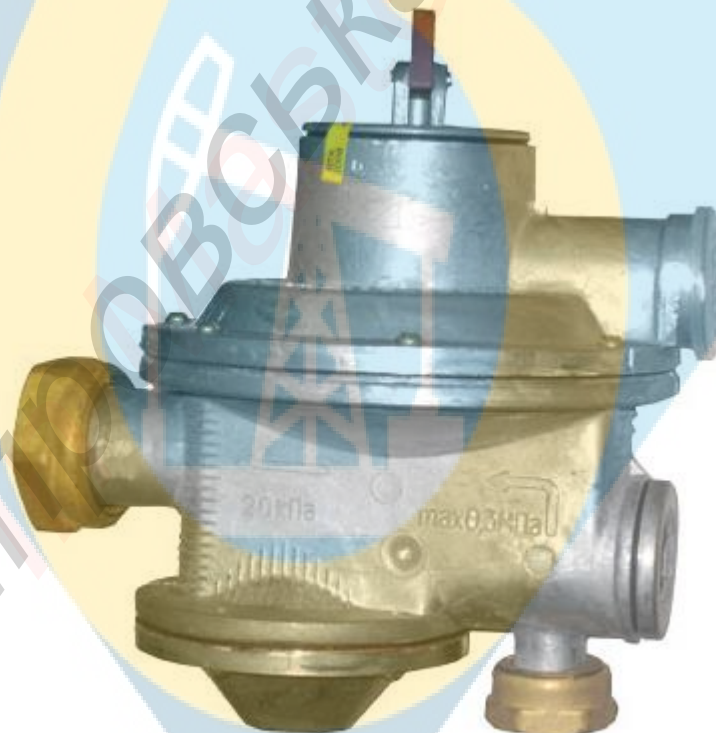
## 6.2 Аналіз існуючих аналогів та критичний огляд літератури

### Регулятор тиску типу РДС

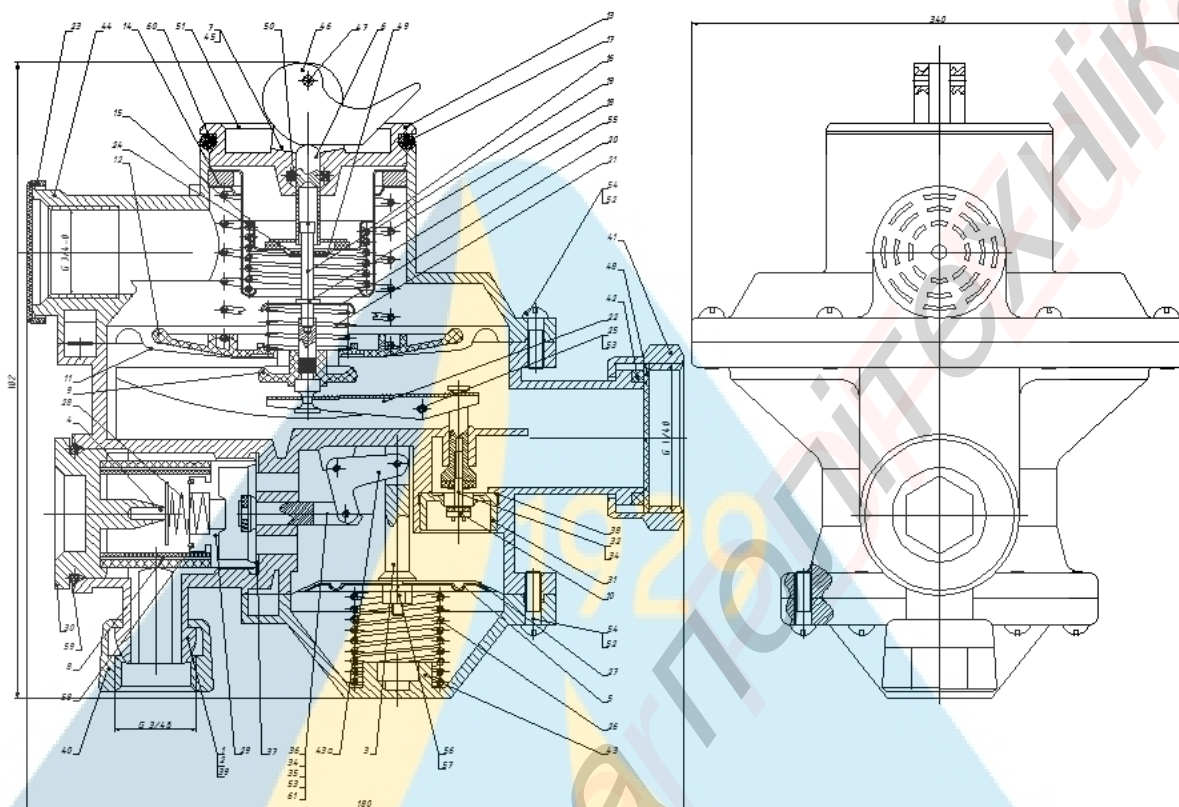
Регулятори типу РДС в міському газовому господарстві отримали дуже широке розповсюдження. Їх виготовляли для початкових (вхідних) тисків до 12 кгс/см<sup>2</sup> і кінцевих вихідних тисків від 50 до 11000 мм вод. ст.

Широкий діапазон початкових і кінцевих тисків дав можливість використовувати регулятори цього типу як для міських (районних), так і для місцевих (об'єктових) редуруючих установок.

Регулятори РДС складаються з двох основних вузлів: основного регулятора (виконавчого механізму) і допоміжного регулятора тиску (командного приладу чи пілота). Виконавчий механізм регулятора містить однорідний клапан з ущільненням із газо-, бензо- і морозостійкої резини, який забезпечує щільне закриття при відсутності газорозбору.







*Рисунок 6.2. Регулятор тиску типу РДГС*

В якості командного пристрою для регуляторів РДС переважно застосовують пілоти КМ і КВ (регулятори управління Казанцева низького і високого тиску). Ці ж пілоти застосовуються в якості командного пристрою для регуляторів типу РДУК.

#### **Універсальний регулятор типу РДУК**

Універсальні регулятори тиску типу РДУК мають таку ж характеристику, що й регулятори тиску РДС, але при меншій вазі і розмірах володіють більшою продуктивністю.



*Рисунок 6.3. Регулятор типу РДУК*

Регулятори тиску типу РДУК всіх розмірів в конструктивному відношенні не мають суттєвих розбіжностей між собою, вони надійні в роботі, ряд вузлів і деталей в них уніфікований, що дозволяє здійснювати їх взаємозамінність.

Принцип роботи регулятора наступний: при відсутності газу регулюючий клапан закритий, а клапан регулятора управління – привідкритий за допомогою регулюючої пружини.

Якщо подати газ на вхід регулятора тиску, то він по імпульсній трубці поступить в регулятор управління і через клапан по трубці в підмембранну частину регулюючого клапану і далі через імпульсну трубку і дросель в вихідний газопровід.

Надмембранна частина імпульсною трубкою з'єднана з вихідним газопроводом. Мембрана під тиском газу піднімається доверху і клапан регулятора відкривається. Через відкрите сідло клапана газ поступає у вихідний газопровід, а звідси через імпульсні трубки - на мембрани регулятора

управління і регулюючого клапана. В результаті встановлюється рівновага мембран у відповідності з заданим регулювальною пружиною пілота тиском. Завдяки наявності дроселя тиск газу під робочою мембраною буде завжди більшим, ніж над мембраною.

При збільшенні витрат газу тиск починає знижуватись, клапан регулятора управління відкривається більше, надходження газу на робочу мембрану збільшується, від чого вона піднімається доверху і більше відкриває клапан регулятора. Тиск на виході регулятора відновлюється, а відкриття клапана буде відповідати витратам, які збільшились. При зменшенні витрат газу процес відбувається в зворотному порядку.

При монтажі регулятора треба слідкувати за тим, щоб дві мембранні камери (регулятора тиску і пілота) знаходились в горизонтальному положенні. Особливу увагу потрібно приділяти правильності під'єднання імпульсних трубок.

#### **Регулятори низького тиску РД-32М та РД-50М.**

Регулятори РД-32М та РД-50М в залежності від призначення і розрахункового розходу газу можуть поставлятись з різними діаметрами сідел і пружинами для настройки вихідного тиску.

Ці регулятори складаються з двох основних вузлів – мембранної камери та чугунної хрестовини, які з'єднані за допомогою накладної гайки. Це дозволяє легко відділяти вузли один від одного для ремонту чи огляду, а також розташовувати їх один відносно одного під будь-яким кутом. При монтажі хрестовину встановлюють безпосередньо на газопроводі і кріплять до нього накладними гайками, або шляхом приварки кінців трубопроводу до ніпелів.

Слід зазначити, що допустимий вхідний тиск зменшується зі збільшенням діаметра сідла.

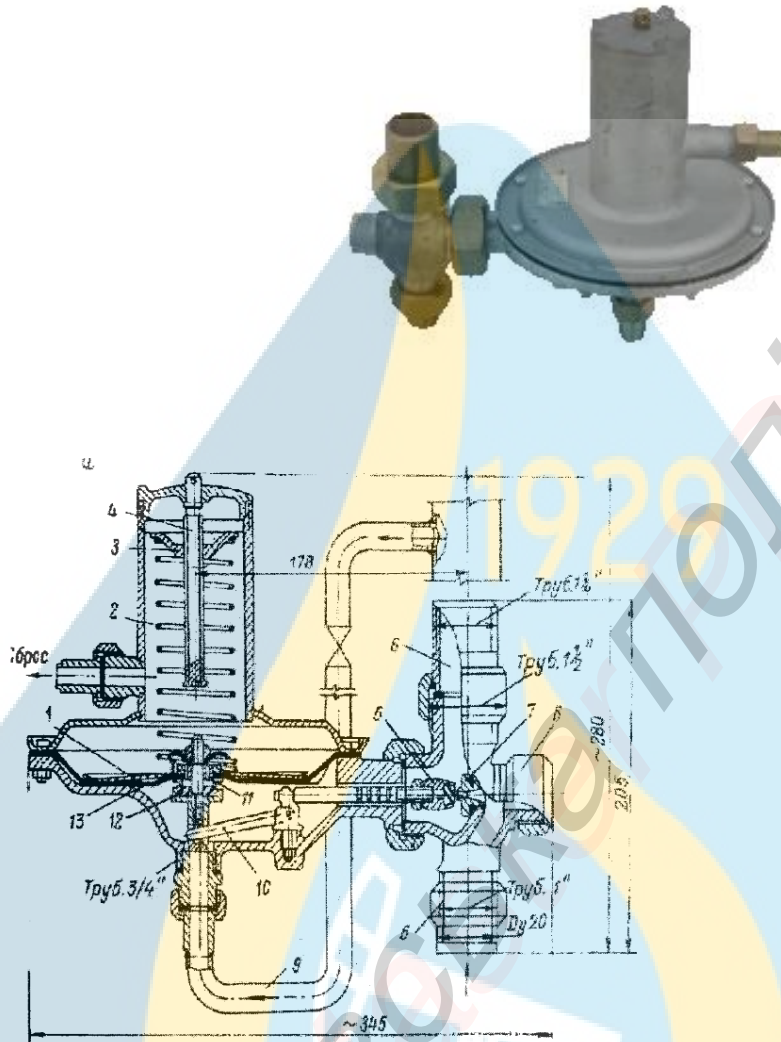


Рисунок 6.4. Регулятори низького тиску типу РД-50М

### Регулятори РНД

Регулятор низького тиску РНД прямої дії астатичного типу з навантаженням манжетної мембрани вантажем постійної маси призначений для зниження тиску газу із середнього (до 3 кгс/см<sup>2</sup>) до низького (в межах 35-300 кгс/м<sup>2</sup>). В даний час промисловістю не випускається, але в районних і квартальних газорегуляторних пунктах міських систем газопостачання успішно експлуатується.

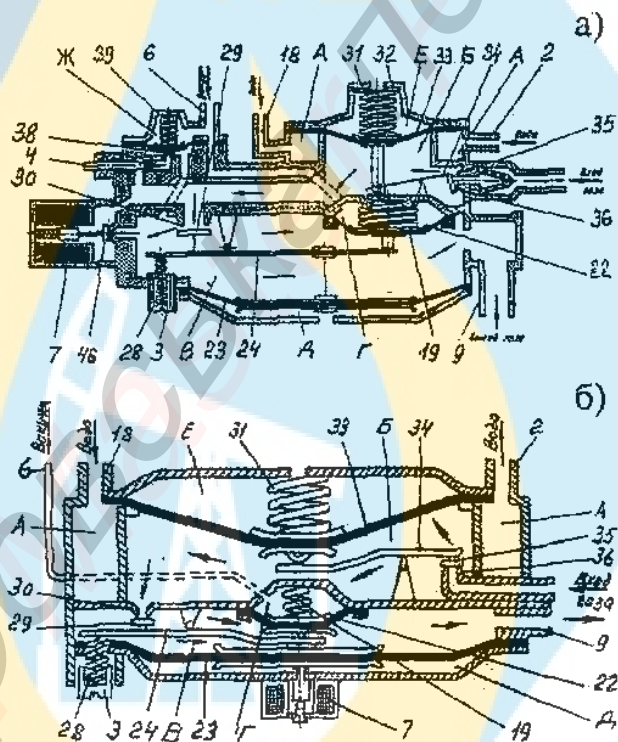
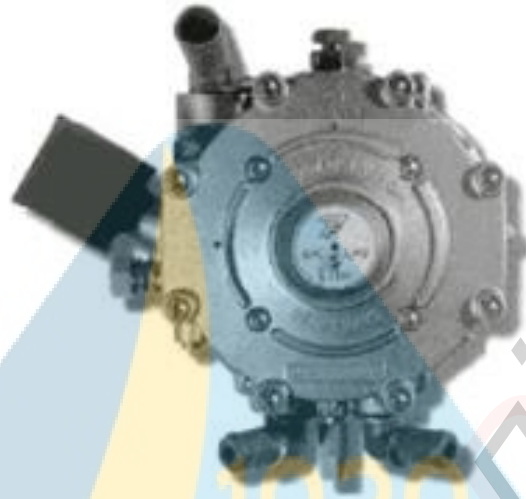


Рисунок 6.5. Регулятор типу РНД

Включення регулятора в роботу проходить без вантажів або з одним-двома дисками при відкритому вихідному запірному механізмі і кранах перед манометрами. Потім, спостерігаючи за показами манометрів, повільно відкривають вхідний запірний механізм, добавляють через відкритий люк необхідний вантаж і при досягненні заданого вихідного тиску закривають

кришку. Регулятор повинен встановлюватись строго горизонтально, так як навіть при невеликому зміщенні від горизонталі мембрана треться в нерухому металеву обичайку і може в цьому місці розірватись.

## 6.2 Розрахунково – конструкторська частина

### 6.2.1 Конструкція та принцип роботи регулятора РДГС-10

В регуляторі з'єднані та незалежно працюють такі пристрої: двоступеневий регулятор тиску, автоматичний відключаючий пристрій при пониженні тиску на виході (відключаючий клапан), автоматичний відключаючий пристрій при перевищенні витрат (швидкісний клапан), запобіжно скидний клапан, фільтр.

Конструкція регулятора складається із корпусів 39, 43, 44, і кришки 7. В корпус 39 вкручені гайки (сідла) 29, 31 робочих клапанів 33, 36 першого та другого ступеня редукування. Сідло 31 є одночасно сідлом відключаючого клапана 32.

Перший ступінь редукування складається із сідла 31, клапана 33, і важеля 22, з'єданого з робочою мембраною 11.

На робочій мембрані 11 розміщений скидний клапан 9 з пружиною настройки 21.

В корпусі 44 є штуцер (різьба G<sup>3/4</sup>) для викиду газу в атмосферу.

Пружина 18 і гайка 17 призначені для регулювання вихідного тиску.

На вході в регулятор знаходиться фільтр 8, швидкісний клапан 4, який складається з пружини 28 і сідла 58.

У виключеному стані регулятора та при відсутності подачі газу вісь 36-го клапана першого ступеня редукування знаходиться в положення «відкрито», а клапан 32 другого ступеня редукування в положенні «закрито». Газ під тиском до 0.3 МПа подається в регулятор через вхідний штуцер, проходить через

фільтр 8 і через сідло клапана першого ступеня редукування, входить в камеру «А», переміщує мембрану 5. Мембрана, переміщуючись, долає опір пружини 26 і через важільний механізм переміщує вісь 36 клапана першого ступеня редукування в положення «закрито», це призводить до припинення подачі газу в регулятор, при цьому клапан 32 другого ступеня редукування залишається в положенні «закрито». Перший ступінь редукування забезпечує тиск в камері «А» біля 0,05 МПа при зміні тиску на вході регулятора.

Для запуску регулятора в роботу необхідно відкрити клапан 32 другого ступеня редукування. Це виконується за допомогою важеля 46 (закрити-відкрити). Після переведення важеля 46 в положення «відкрито», через переміщення штоків 6 та 19, мембрани 11, важеля 22 відбувається переміщення клапана 32 в положення «відкрито». При цьому, газ під тиском 0,05 МПа поступає через сідло другого ступеня редукування в камеру низького тиску «Б». Після досягнення в камері «Б» тиску більш як  $2 \pm 0.4$  кПа ( $200 \pm 40$  мм вод. ст.), на який налаштована пружина 18, мембрана 11 піднімається і через важіль 22 закриває клапан 33. По мірі витрати газу з камери низького тиску, тиск в камері зменшується, мембрана 11 під дією пружини 18 опускається і відкриває клапан 33.

Таким чином, в залежності від витрати газу встановлюється відповідна величина дроселюючої щілини між сідлом гайки 31 та клапаном 33, а тиск газу в камері «Б» встановлюється в межах  $2 \pm 0.4$  кПа ( $200 \pm 40$  мм вод. ст.).

У випадку пониження тиску в камері «Б» нижче 110 мм вод. ст., що може відбутись через вихід з ладу окремих деталей регулятора, перевищенні споживання більше  $10 \text{ м}^3/\text{год}$ . або падінні тиску на виході нижче 70 – 110 мм вод. ст. спрацьовує відключаючий клапан 32. Мембрана 11 під дією пружини 18 опускається в нижнє положення і через систему важелів клапану 32 перекриває доступ газу до камери «Б», при цьому регулятор вимикається. Для його повторного запуску потрібно «закрити-відкрити» важіль 46.

У випадку підвищення тиску в камері «Б» вище 260 мм вод. ст. (як

правило, при відсутності споживання газу) спрацьовує запобіжно-скидний клапан 9, скидаючи надлишковий об'єм газу в атмосферу через отвір в корпусі 44.

Конструкція регулятора забезпечує в аварійних ситуаціях пропускну здатність скидного клапана не нище  $15 \text{ м}^3/\text{год.}$  і тиск на виході регулятора не більше  $3,0 \text{ кПа}$  ( $300 \text{ мм вод. ст.}$ ).

Система захисту не передбачає відключення регулятора при перевищенні тиску на виході регулятора.

Основні матеріали, що застосовуються при виготовленні регулятора:

- корпусні деталі, кришки, заглушки - сплав алюмінію;
- мембрани, прокладки - гумова суміш НО-68-1, В14;
- клапани, клапанні гайки, гайки накидні; - латунь ЛС59;
- інші деталі - сталь, покрита цинком, сірий чавун.

#### *6.2.2. Особливості монтажу та технічного обслуговування регулятора.*

Монтаж, експлуатація і технічне обслуговування регуляторів повинні проводитись персоналом спеціалізованих будівельних і експлуатаційно-ремонтних організацій, які мають відповідну ліцензію підрозділів Держбуду та дозвіл Держнаглядохоронпраці України на право виконання цих робіт згідно з ДБН В.2,5-20, правилами безпеки систем газопостачання України ДНАОП 0.00-1.20, паспортом та цією настановою.

Регулятор встановлюється на зовнішній стіні житлового будинку, який газифікується, не нище III ступеня вогнестійкості при тиску газу на вході до  $0,3 \text{ МПа}$  ( $3 \text{ кгс/ см}^2$ ). Для якісного монтажу рекомендовано використовувати комплект монтажних частин виробництва ВАТ «Електротермометрія».

Відстань від захисної шафи з регулятором, яка встановлена на стіні житлового будинку, до вікна чи дверей та інших прорізів (по горизонталі)



повинна бути не менша 1 м, на висоті не більше 2,2 м.

Встановлення захисної шафи з регулятором під вікнами і балконами не допускається.

При установці шафа з регуляторами на окремо розташованих опорах, відстань від будинків не нормується. При цьому слід враховувати, що розміщення регуляторів не повинно бути в межах площі віконних і дверних отворів, і бути на відстані від них не менше 1 м.

Висота встановлення регулятора повинна бути не менше 1 м по низу шафи до рівня землі.

У разі необхідності встановлення регулятора на висоті понад 2,2 м необхідно передбачати сходи, або площадку для його обслуговування.

### ***Підготовка до монтажу та монтаж***

1. Слід розпакувати регулятор.
2. Перевіряємо комплектність поставки у відповідності з паспортом.
3. Перевіряємо регулятор зовнішнім оглядом на відсутність механічних пошкоджень зовнішніх поверхонь та цілісність пломб.
4. Розпаковуємо комплект монтажних частин.
5. Перевіряємо комплектність поставки.
6. Приєднання до газопроводу проводимо за допомогою зварювання.
7. Герметичність монтажу при під'єднанні регулятора до газопроводу середнього тиску досягається за допомогою пари «куля-конус» без допомоги герметизуючи прокладок. Тому під'єднувати регулятор до газопроводу необхідно тільки за допомогою штуцера перехідного, що входить в комплект монтажних частин. Герметичність при під'єднанні до газопроводу низького тиску досягається за допомогою гумової прокладки, що входить в комплект регулятора.
8. При включенні регулятора, для уникнення аварійної ситуації, всі крани перед газовими приладами повинні бути закритими.

### **Технічне обслуговування (технічний огляд)**

Технічне обслуговування (технічний огляд) регулятора повинно проводитись не рідше одного разу в три роки, або за заявкою власника представником спеціалізованої організації. При цьому виріб має пройти дефектацію, ремонт та налагодження, згідно вимог технічних умов, в майстернях спеціалізованих підприємств газового господарства (СПГГ).

При наявності заявки споживача на відхилення тиску газу від номіналу необхідно перевірити його величину на виході регулятора. Тиск перевіряється на приладі у споживача при відсутності відбору газу.

При кожному обході вводу газопроводу перевіряється приладовим методом або мильною емульсією герметичність з'єднань регулятора та його зовнішній стан.

Перелік робіт, що проводиться при технічному огляді, приведені в таблиці 6.1.

*Таблиця 6.1.*

Зміст робіт та методика їх проведення	Технічні вимоги	Прилади, інструменти, пристрої та матеріали, необхідні для перевірки
1. Зовнішній огляд регулятора	Відсутність механічних пошкоджень, наявність пломб	Візуально
2. Перевірка герметичності з'єднань всіх	Вихід газу не допускається	Мильна емульсія
3. Перевірка на відсутність скидання газу через аварійний патрубок при нульовій витраті газу	Скидання газу не допускається	Мильна емульсія, спеціальний штуцер

4. Перевірка тиску на виході регулятора при відсутності відбору газу	Тиск газу в межах від 160 до 240 мм вод. ст.	Мановакууметр МВ 600 ГОСТ 9933
--	--	--------------------------------

### 6.2.3 Можливі неполадки в роботі регулятора та методи їх усунення.

1. Ремонт та наладка регуляторів проводиться в майстернях спеціалізованого підприємства газового господарства та сервісних центрах.
2. В разі демонтажу для ремонту, несправний регулятор повинен бути замінений регулятором зі спеціального обмінного фонду.
3. Можливі неполадки в роботі регулятора можуть бути пов'язані з:
  - невідповідність зберіганням, транспортуванням чи монтажем регулятора;
  - зовнішнім механічним пошкодженням;
  - забрудненням фільтра, поверхонь дроселюючі клапанів;
  - спрацюванням мембран (розрив) та клапанних прокладок (продавлювання).
4. Перелік можливих неполадок в процесі експлуатації та методи їх усунень приведені в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2.

Характеристика неполадок, їх зовнішній прояв	Ймовірна причина	Методи усунення
1. Скидання газу в атмосферу через аварійні патрубки (свічку)	1. Поломка чи порушення настройки пружини 21. 2. Спрацювання прокладок дроселюючі клапанів 34. 3. Розрив мембрани 11	1. Замінити деталі, що вийшли з ладу, провести складання, регулювання та перевірку основних параметрів регулятора.

	(рідше мембрани 5)	
2. Значне зниження вихідного тиску, спрацювання відключаючого пристрою (при наявності мережі тиску більше 0.2 кгс/ см <sup>2</sup> )	1. Забруднений фільтр, забруднені сідла дроселюючи клапанів. 2. Поломка пружини 26 першого ступеня редукування.	1. Замінити фільтр. 2. Розібрати регулятор, очистити сідла чи замінити деталі, що вийшли з ладу. Зібрати регулятор, відрегулювати, перевірити.
3. Значне підвищення вихідного тиску	1. Спрацьованість прокладок дроселюючи клапанів 34. 2. Забруднення сідел клапанів.	1. Розібрати регулятор, замінити деталі чи очистити сідла, зібрати регулятор, відрегулювати та перевірити.
4. Значне зниження вихідного тиску без спрацювання відключаючого пристрою	1. Ті ж причини, що в пункті 2 з поломкою пружини 18, або порушення зазору в клапані 10	1. Провести ремонт із заміною деталей, що вийшли з ладу, відрегулювати, перевірити

*Деякі вказівки та рекомендації по ремонту регулятора:*

5.1 При ремонті використовувати деталі та вузли заводу-виробника.

5.2 При експлуатації регулятора більш як 3 роки, при ремонті з будь-якої причини слід провести заміну прокладок 34, очищення клапанів та клапанних гайок.

5.3 При переустановці клапанних гайок 29, 31 проводити заміну прокладок 37, 38, змазавши їх газовим мастилом.

5.4. При складанні чи ремонті клапана 10 (гайка 31, клапани 32 і 33) забезпечити осьовий хід  $1.8 \pm 0.2$  мм та нерухомість з'єднання між собою клапанів 32 і 33 (додаток 1).

6. При розбиранні, складанні та настроюванні параметрів регулятора рекомендується застосовувати технологічну оснастку (додаток 3).

7. Після проведення ремонтних робіт настроїти наступні параметри регулятора:

- вихідний тиск;
- тиск спрацювання скидного клапана.

7.1 Регулювання проводити на установці, схема якої наведена в додатку 2. Регулятор встановити на стенд у зібраному стані, демонтувавши кришку 7, стакан 13, прижим 15, пружину 16, шайбу 24.

7.2 Настроювання вихідного тиску проводиться обертанням гайки 17 (див. додаток 1), яка ослаблює чи стискає пружину 18.

7.3 Настроювання тиску спрацювання скидного клапана проводиться стискання чи ослаблення пружини 21 обертанням гайки 55.

7.4 Встановити в регулятор стакан 13, пружину 16, прижим 15, шайбу 24, кришку 7, перевірити параметри регулятора.

### **6.3 Удосконалення конструкції регулятора тиску**

Стандартний регулятор тиску газу відрізняється нестабільною роботою при різких скачках тиску газу, споживаного на вхід в регулятор.

Завданням, на яке направлено заявляється технічне рішення, є створення простого і надійного в експлуатації прямоточного регулятора тиску газу.

Технічний результат полягає в підвищенні тиску і безпеки роботи регулятора газу.

Подача тиску в пілот здійснюється через регульований стабілізатор, який забезпечує постійний перепад тиску на пілоті. Наявність регульованого стабілізатора дозволяє стабілізувати тиск на виході з нього в залежності від вхідного тиску. Відповідно, на вхід пілота надходить тиск заданої величини, налаштоване на «нормальну» (безперебійну) роботу пілота. Наявність

імпульсної стійки полегшує установку регулятора на об'єкт. Наявність другого дроселя, розташованого в імпульсній стійці настройки регулятора тиску на роботу без автоколивань.

Регулятор тиску газу працює наступним чином. При відсутності тиску на вході регулятора під впливом пружини 13 гільза 12 піджимається до робочого клапану 14. Регулятор закритий, газ в вихідній лінії (трубопроводі газоспоживачами) відсутній. Стабілізатор і пілот налаштовують на початковий тиск газу. При подачі газу до вхідної лінії вхідний тиск надходить в виконавче пристрій 1 і на вхід стабілізатора 2. З вихідного патрубку стабілізатора 2 тиск знижений (налаштоване) надходить на вхід пілота 3. Від пілота 3 знижений тиск надходить через дросель 5 в керуючу камеру 11, а також через дросель 6, закріплений на імпульсній стійці 4, - у виконавчу камеру 10. Виконавча камера 10 пов'язана з газопроводом (вихідний лінією) за регулятором. У надмембранній порожнині пілота 3 також подається контрольоване тиск газу. Завдяки цьому потоку газу через дросель 5 тиск перед ним, а отже, і в керуючій камері 11 виконавчого пристрою 1 завжди вище вихідного (контрольованого) тиску.

Різниця на мембранному елементі 16 виконавчого пристрою 1 створює аксіальне зусилля, яке при будь-якій зміні тиску на клапані 14. При цьому змінюється витрата газу на виході пілота і в результаті - тиск газу в керуючій камері 11 виконавчого пристрою 1, що переміщення мембранного приводу 9 з гільзою 12 в новий рівноважний стан, при якому вихідний тиск повертається до заданої величині. Регульовані дроселі для настройки на роботу регулятора без автоколивань. і в керуючій камері 11 виконавчого пристрою 1 завжди вище вихідного (контрольованого) тиску. Різниця на мембранному елементі 16 виконавчого пристрою 1 створює аксіальне зусилля, яке при будь-якій зміні тиску на клапані 14. При цьому змінюється витрата газу на виході пілота і в результаті - тиск газу в керуючій камері 11 виконавчого пристрою 1, що переміщення мембранного приводу 9 з гільзою 12 в новий рівноважний стан,

при якому вихідний тиск повертається до заданої величини. Регульовані дроселі для настройки на роботу регулятора без автоколивань. і в керуючій камері 11 виконавчого пристрою 1 завжди вище вихідного (контрольованого) тиску.

Різниця на мембранному елементі 16 виконавчого пристрою 1 створює аксіальне зусилля, яке при будь-якій зміні тиску на клапані 14. При цьому змінюється витрата газу на виході пілота і в результаті - тиск газу в керуючій камері 11 виконавчого пристрою 1, що переміщення мембранного приводу 9 з гільзою 12 в новий рівноважний стан, при якому вихідний тиск повертається до заданої величини. Регульовані дроселі для настройки на роботу регулятора без автоколивань. При цьому змінюється витрата газу на виході пілота і в результаті - тиск газу в керуючій камері 11 виконавчого пристрою 1, що переміщення мембранного приводу 9 з гільзою 12 в новий рівноважний стан, при якому вихідний тиск повертається до заданої величини. Регульовані дроселі для настройки на роботу регулятора без автоколивань. При цьому змінюється витрата газу на виході пілота і в результаті - тиск газу в керуючій камері 11 виконавчого пристрою 1, що переміщення мембранного приводу 9 з гільзою 12 в новий рівноважний стан, при якому вихідний тиск повертається до заданої величини. Регульовані дроселі для настройки на роботу регулятора без автоколивань.

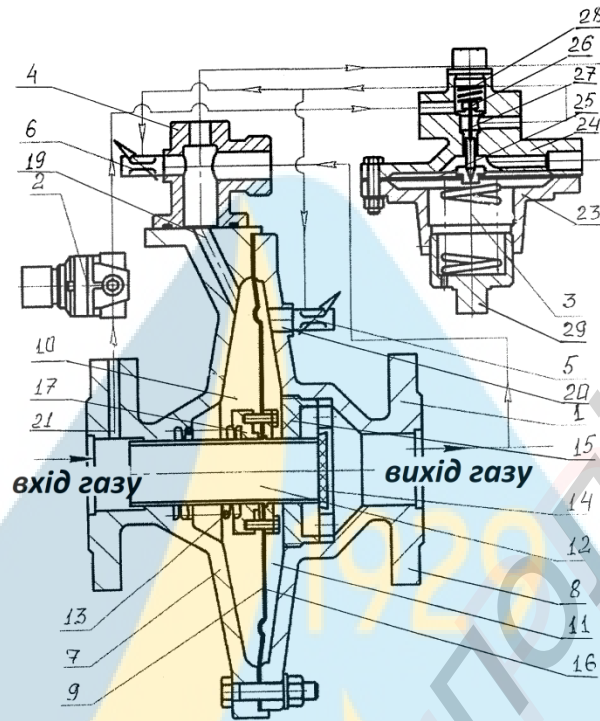


Рисунок 6.6. Регулятор типу удосконаленої конструкції

Регулятор тиску газу, що містить виконавчий пристрій, виконаний з можливістю підключення між вхідний і вихідний лініями і поєднане з боку вхідних лінії зі стабілізатором тиску, в свою чергу з'єднаний з пілотом, виконавчий пристрій включає корпус з кришкою, мембранний привід, який ділив порожнину виконавчого пристрою на виконавчу і керуючу камери, при цьому вихід пілота з'єднаний через перший дросель з керуючої камерою, а вихідна лінія з'єднана з виконавчої камерою і пілотом, який відрізняється тим, що він забезпечений імпульсною стійкою з розташованим в ній другим дроселем, виконаним з можливістю забезпечення виключення коливань вихідного тиску в процесі роботи, при цьому імпульсна стійка закріплена на корпусі виконавчого пристрою з боку входу в виконавчу камеру, забезпечуючи з'єднання вихідний лінії з виконавчої камерою і пілотом, а перший дросель розташований в кришці виконавчого пристрою, стабілізатор виконаний з можливістю регулювання вихідної тиску газу, а вихід пілота, з'єднаний через перший дросель з керуючої камерою, одночасно з'єднаний через другий дросель з виконавчої камерою.



#### 6.4 Економічна ефективність удосконаленої конструкції регулятора тиску

Заявляється технічне рішення характеризується високим рівнем безпечної експлуатації і тривалим терміном експлуатації без обслуговування (до 20 і більше років). Наявність в схемі регульованих пілотів і стабілізаторів, а також наявність ущільнень і висока точність виготовлення дозволяють збільшити стабільність роботи регулятора при різких скачках тиску газу, що подається на вхід пристрою. У заявленій пристрої повністю збережені всі переваги прямоточних регуляторів: розвантаження сідла клапана зі збільшенням його діаметра, і отже, збільшення пропускної здатності, герметичність затвора, практична відсутність шуму, вібрації. Стабільність підтримання вихідного тиску становить 1-2%. Регулятор однаково стійко працює і при зниженні вхідного тиску до 0.05 МПа і при підвищенні до максимального. Повністю стійкі параметри отримані при різких змінах величин вихідного тиску і витрати. Ефект "зависання" повністю відсутній. При нульовій витраті газу приріст тиску після регулятора знаходиться в межах підтримки стабільності вихідного тиску.

Економічний ефект буде досягнутий за рахунок стабільної та безаварійної роботи. В розрахунку на один регулятор тиску він складе близько 20000 грн за 20 років експлуатації.

## 7 Охорона праці

### Загальні положення

Робочим проектом передбачається комплекс заходів, що забезпечують умови праці відповідно до вимог діючих нормативно-технічних документів.

Організація робіт по охороні праці на підприємстві повинна виконуватись відповідно нормативних актів з охорони праці, включених в "Державний реєстр міжгалузевих і галузевих нормативних актів про охорону праці "(Реєстр ДНАОП)", друга редакція (за станом на 01.01.06 р).

Робочим проектом передбачено комплекс заходів по забезпеченню захисту працюючих від виробничого травматизму та професійних захворювань відповідно до нормативних та директивних документів.

Використані в проекті та рекомендовані замовнику нормативні документи, для застосування їх при будівництві та експлуатації об'єкту, в вигляді переліку, наведені нижче:

ДБНА. 2.2-3-2004"Склад,порядокрозроблення,погодження та затвердження проектної документації для будівництва ".

СНиП 2.01.01-82 "Строительная климатология и геофизика".

ДБН В. 1.1-7-2002 "Пожежна безпека об'єктів будівництва".

СНиП П-4-79 "Естественное и искусственное освещение"•

СНиП П-12-77 "Защита от шума". ,

СНиП 2.02.01-83 "Основания зданий и сооружений".

СНиП 2.03.13-88 "Полы".

СНиП 2.04.01-85 "Внутренний водопровод и канализация зданий"•

СНиП 2.04.05-91 "Отопление, вентиляция и кондиционирование"

ДБН.В. 2,5-20-2001 "Газопостачання" .

СНиП П-89-80 "Генеральные планы промышленных предприятий".

СНиП 2.09.02-85\* (1991р.) "Производственные здание".

СНиП 2.09. 03-85 "Сооружения промышленных предприятий".

ДБН.А. 1.4-0,02-97 «Система норм та правил зниження рівня іонізуючих випромінювань природних радіонуклідів в будівництві.

СНиП Ш-4-80\*(1989р.) "Техника безопасности в строительстве".

(ДНАОП 0.07-1.01-80)

РД 34.21.122-87 "Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений".

ПУЭ. "Правила устройства электроустановок".

ДНАОП 1.1.10-1.01.97 "Правила безпечної експлуатації електроустановок"

ДНАОП 0.00-1.21.98 "Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів".

НАПБ А.01.001-04 "Правила пожежної безпеки в Україні".

ГОСТ 12.1.013-78 "ССБТ. Строительство. Электробезопасность. Общие требования.

ГОСТ 12.1 .018-93 "ССБТ. Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие требования."

ГОСТ 12.1. 019-79\* "ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты".

ГОСТ 12.1.030-81\* "ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление".

ГОСТ 12.1.038-82\* "ССБТ. Электробезопасность. Предельно-допустимые значения напряжений прикосновения и токов".

ГОСТ 12. 1. 041-83\* "ССБТ. Пожаровзрывобезопасность горючих пылей. Общие требования."

ГОСТ 12.2.007.14-75 "ССБТ. Кабели и кабельная арматура. Требования безопасности".

ГОСТ 12.2.007.6-93 "ССБТ. Апараты електричні комутаційні на напругу до 1000 В. Вимоги безпеки (ДСТУ 2817-94)".

ГОСТ 12.4.026-76\* "ССБТ. Цвета сигнальные и знаки безопасности.



НПАОП 0.00-1.11-98 "Правила будови і безпечної експлуатації трубопроводів пари і гарячої води".

НПАОП 0.00-4.21-04 "Типове положення про службу охорони праці".

НПАОП 0.00-4.29-97 "Типове положення про кабінет охорони праці".

НПАОП 0.00-5.10-96 "Типова інструкція для операторів (машиністів парових та водогрійних котлів)".

НПАОП 0.00-5.11-85 "Типова інструкція з організації введення газонебезпечних робіт".

НПАОП 0.00-5.13-94 "Інструкція про порядок зупинки, експлуатації об'єктів при наявності порушень нормативних актів про охорону праці."

ДНАОП 0.00-8.03-93 "Порядок опрацювання та затвердження власником нормативних актів про охорону праці, що діють на підприємстві".

ДНАОП 0.03-3.19-88 "Гранично-допустимі рівні /ГДР/забруднення №4618-88".

ДНАОП 0.03-3.20-93 "Орієнтовано безпечні рівні впливу /ОБРВ/шкідливих речовин у повітрі робочої зони № 5203-90".

ДНАОП 0.05-8.04-92 "Порядок проведення атестації робочих місць за умовами праці".

ДНПАОП 0.00-1.20-98 "Правила безпеки систем газопостачання України".

Крім вказаних документів, при потребі необхідно користуватися галузевими нормативними актами (ДНАОП див. "Державний реєстр").

Проектом передбачаються заходи, що забезпечують охорону праці працюючих на території підприємства. Підходи та під'їзди до будівель, споруд передбачені з твердим покриттям, що зменшує виникнення пилу на території від транспорту і покращує санітарний стан території в цілому. Інженерні мережі газопостачання по території виконані підземно.

Для забезпечення виконання технологічних процесів та найбільш сприятливих умов праці проектом передбачено:

- застосування для виконання техпроцесів, прогресивного обладнання з покращеними санітарно-гігієнічними характеристиками;
- створення на робочих місцях нормативної освітленості;

- кольорове оздоблення приміщень з урахуванням психофізіологічних вимог до цих приміщень.

На підприємстві повинні бути затверджені інструкції по експлуатації ремонту обладнання та з охорони праці з урахуванням специфічних особливостей технології, технічні умови на експлуатацію обладнання.

Основні документи, якими повинен керуватись персонал:

- виконавча робоча документація
- інструкції з охорони праці та пожежної безпеки для кожного виробництва;
- посадові інструкції;
- затверджений графік планово-попереджувальних ремонтів обладнання;
- журнали періодичних оглядів і ремонтів обладнання, будівель, споруд;
- технічна експлуатаційна документація на обладнання. В процесі експлуатації обладнання не допускається:
  - перевантаження понад паспортні та проектні величини;
  - порушення термінів планово-попереджувального (поточного та капітального) ремонту;
  - порушення обслуговуючим персоналом правил технічної експлуатації, охорони праці та пожежної безпеки;
  - порушення технологічних регламентів;
  - виконання вогневих та інших небезпечних робіт без зупинки обладнання або приведення його в безпечний стан,

Робочі місця підлягають облаштуванню технологічною оснасткою, що забезпечує застосування раціональних методів праці, прогресивним інструментом. Організація робочого місця забезпечує:

- утримання і розміщення інструменту, пристосувань та документації;
- зручність для прибирання і піддержання в чистоті робочого місця;
- сприятливі умови для виконання технологічного процесу.

При експлуатації машин і обладнання обслуговуючий персонал повинен керуватися паспортами на модулі "МН-120"Бернард" та правилами безпеки які

викладені в інструкціях по догляду і експлуатації устаткування.

Працівник зобов'язаний: знати і виконувати вимоги нормативних актів про охорону праці і правила поведінки з устаткуванням та іншими засобами колективного та індивідуального захисту.

Передбачена проектом вентиляція в опалювальному пункті припливно-витяжна з природним збудженням, трьохкратний повітрообмін забезпечує необхідні параметри обміну повітря, а також забезпечує приплив повітря на горіння газу в модулях.

Передбачені проектом архітектурно-будівельні рішення забезпечують виконання заходів з охорони праці таких як : безпечну експлуатацію будівлі в режимі, передбаченому проектом за рахунок використання конструкцій, матеріалів та виробів, що відповідають вимогам вогнетривкості;

- використання планувальних рішень, що забезпечують гасіння шумів з сусідніх приміщень;
- передбачення можливості відкривання вікон в приміщенні для аерації;
- застосування електричного освітлення та природного за рахунок віконних проїомів відповідно до діючих норм;
- виконання планувальних рішень, що забезпечують виконання всіх робіт всередині приміщення;
- комфортне використання приміщення при мінусовій зовнішній температурі повітря, за рахунок огорожуючих конструкцій стін та перекрить; визначення ступеню вогнестійкості будівлі.

В процесі експлуатації будівлі не допускається:

- виконання реконструкції будівель та мереж без виготовлення проектно-кошторисної документації;
- порушення термінів виконання поточних та капітальних ремонтів будівлі;
- зміна планувальних рішень в будівлях без погодження таких змін з проектною організацією;
- пробивка отворів в стінах, перекриттях та навіска на стіни обладнання без

погодження з проектною організацією.

Для успішної експлуатації будівлі власником повинна бути організована служба нагляду за будівлею, спорудами за мережами з обов'язковим призначенням відповідальних осіб за їх технічний стан. Відповідальність за виконання вимог з охорони праці при експлуатації Опалювального пункту покладається на керівника експлуатуючої організації .

Заходи, що забезпечують охорону праці на установках і спорудах санітарно-технічних систем включають:

- автоматичне відключення систем при аварійних ситуаціях;
- передбачення необхідної кількості запірної арматури, що забезпечує відключення аварійної ділянки;
- прокладку трубопроводів в місцях, доступних для профілактичного огляду та виконання ремонтних робіт.

Відповідальність за виконання та дотримання вимог з охорони праці при експлуатації обладнання, а також пристосувань індивідуального захисту покладається;

- за технічний стан - на організацію, на балансі якої вони знаходяться;
- за якість і своєчасне проведення навчання та інструктажу по охороні праці - на організацію; в штат і якої знаходяться працюючі.

Відповідальність за виконання вимог охорони праці при виконанні будівельно-монтажних робіт по прокладці трубопроводів покладається на будівельну організацію, що виконує ці роботи.

Для виконання заходів безпечної роботи підприємства по забезпеченню енергоресурсами та теплопостачання проектом передбачено забезпечення його теплом від запроєктованого опалювального пункту з підземною прокладкою трубопроводів до споживачів, виконаних відповідно до існуючих норм проектування, що забезпечує їх довголітню і безпечну експлуатацію.

В процесі експлуатації опалювального пункту не допускаються:

- порушення регламенту та робочих характеристик котлів;
- порушення обслуговуючим персоналом правил технічної експлуатації,



охорони праці, пожежної безпеки,

- виконання вогневих та інших небезпечних робіт без зупинки модулів;
- працювати з несправним обладнанням, запірною арматурою,

вимірювальними і контрольними приладами та автоматикою.

Заходами по електротехнічним рішенням в проекті передбачається

## **Інструкція з охорони праці**

### **I. Загальні положення**

1.2. Робочим місцем оператора котельні являється транспортабельний блок, в якому оператор знаходиться періодично на протязі робочої зміни і має право залишати його без дозволу відповідального за безпечну експлуатацію котлів.

До обслуговування котлів, що працюють на газоподібному паливі допускаються особи не молодші 18 років, які пройшли медичний огляд, навчені за відповідною програмою, склавши іспити кваліфікаційній комісії в присутності інспектора "Держнаглядохоронпраці", отримали посвідчення встановленого зразка, пройшли інструктажі з охорони праці та пройшли стажування на протязі десяти робочих змін під керівництвом досвідченого працівника.

1.3. Періодична перевірка знань проводиться один раз на 12 місяців.

1.4. Позачергова перевірка знань проводиться:

- а) при перерві в роботі понад 6 місяців;
- б) за рішенням адміністрації або за вимогою інспектора "Держнагляд-охоронпраці".

1.5. Якщо котли обслуговують в зміні кілька працівників, то весь персонал зміни підпорядкований начальнику котельні призначеному наказом адміністрації по підприємству. Під час роботи оператор повинен дотримуватись правил внутрішнього розпорядку.

1.8.1. Виконувати необхідно тільки ту роботу, яка передбачена виробничою інструкцією та нормативними документами.

1.8.2. Сторонні особи допускаються в котельню тільки з дозволу адміністрації та в супроводі представника.

1.8.3. Курити дозволяється в спеціально відведених для цього місцях, обладнаних засобами пожежогасіння.

1.8.4. Забороняється під час роботи вживати алкогольні напої.

1.8.5. Не дозволяється під час роботи спати, зберігати постільні речі в приміщенні котельні.

1.9. Під час обслуговування котлів необхідно застосовувати відповідні засоби захисту, від небезпечних або шкідливих факторів, до яких відносяться:

1.9.1. Обслуговування обладнання, підвищеної температури і тиску.

1.9.2. Обслуговування обладнання і приладів на висоті.

1.9.3. Підвищений рівень температури повітря, шуму та вібрації в приміщенні котельної.

1.9.4. Оператори забезпечуються спецодягом:

- комбінезон бавовняний;
- рукавиці бавовняні;

1.10. Оператор котлів зобов'язаний підтримувати обладнання котельні та своє робоче місце в чистоті, стежити за справністю електрообладнання, не допускати його перегрівання, своєчасно усувати несправності обладнання котельні за допомогою відповідних фахівців.

1.10.1. Промаслені ганчірки прибирати регулярно і видаляти їх з приміщення котельні.

**Забороняється:**

- зберігати в приміщенні котельні легкозаймісті речовини або матеріали, балони з газами, газогенератори;
- необережно поводитись з вогнем;
- захаращувати чи закривати проходи. Ширина проходів між устаткуванням повинна бути не менше 1 метра.

1.11. Оператор повинен знати місце знаходження засобів пожежогасіння і вміти користуватись ними.

1.12. У випадку травмування, недомагання, виявлення зіпсованості обладнання, пристосувань, інструментів, негайно повідомити про це відповідальному за безпечну експлуатацію начальнику котельні або адміністраторові.

1.13. Операторові необхідно вміти надавати першу медичну допомогу потерпілому внаслідок аварійного стану чи при нещасному випадку, вміти користуватись аптечкою.

1.14. Особи, які порушили вимоги цієї інструкції, несуть дисциплінарну, адміністративну, матеріальну або кримінальну відповідальність згідно з чинним законодавством.

## **II. Вимоги безпеки перед початком роботи**

2.1. Приймання зміни і її здавання повинні проводитись з дотриманням вимог "Правил внутрішнього розпорядку" і в повному складі зміни.

2.2. При прийомі зміни оператор зобов'язаний:

- ознайомитись з записами в "Змінному журналі та "Журналі розпоряджень";
- перевірити роботу котла та їхнього устаткування, а також обладнання, яке передбачено виробничою інструкцією;
- справність аварійного освітлення та наявності засобів пожежогасіння.

2.3. Під час ліквідації аварії у котельній приймати і здавати зміну дозволяється тільки з дозволу адміністрації.

2.4. Робочий інструмент машиніста повинен мати своє постійне місце знаходження та відповідати вимогам техніки безпеки.

2.5. Переносний електроінструмент повинен швидко включатись чи відключатись від електромережі не допускаючи самовільного включення або виключення, а також бути безпечним у роботі, мати недоступні для випадкового дотику струмопровідні частини.

В приміщеннях з підвищеною небезпекою можна використовувати електричний інструмент з робочою напругою не вище 12 В.

2.6. Для обслуговування чи огляду обладнання на висоті потрібно користуватись спеціально встановленими або пересувними підставками чи драбинами, які відповідають вимогам техніки безпеки.

2.6.1. Кінці стояків драбини повинні мати упори (гумові або металеві наконечники), що запобігають ковзанню по підлозі або землі.

2.6.2. Верхні кінці стояків драбини, приставлених до труб, повинні мати спеціальні гаки по діаметру труб для їх захвату за трубу або кінцеві ланцюги такої довжини, щоб по діаметру охопити трубу і застібатися на стояках драбини.

2.7. Забороняється працювати на випадкових підставках (ящиках, бочках).

2.8. Рухомі частини обладнання, які знаходяться на висоті до 2-х метрів від підлоги або перекриття, повинні мати захист кожухи.

2.9. Електрообладнання та щити електропостачання повинні мати надійне заземлення.

2.10. Інструменти, пристосування та засоби індивідуального захисту, які застосовуються під час роботи, повинні бути перевірені та випробувані згідно з нормами і правилами, затвердженими у встановленому порядку.

2.11. Результати огляду та перевірки обладнання і пристосувань, прийом і здача чергування оформляються відповідними записами в журналах прийому і здачі зміни.

2.12. Після прийому зміни оператор зобов'язаний доповісти начальнику котельні про прийом зміни, параметри роботи та стан обладнання котельні.

2.13. Під час чергування оператор відповідає за безпечну експлуатацію котла та обладнання котельної і зобов'язаний мати при собі посвідчення встановленого зразка.

### **III. Вимоги безпеки під час роботи**

3.1. Розпалювання котла можна розпочати тільки після письмового розпорядження особи відповідальної за безпечну експлуатацію котельні або особи, яка його заміщає згідно наказу по підприємству.

3.2. Персонал котельні повинен заздалегідь бути попереджений про час розпалювання котла.

3.3. Під час розпалювання котла ніхто з персоналу котельні, крім оператора і начальника котельні не повинен знаходитись біля котла.

3.4. При підготовці котла до розпалювання оператор зобов'язаний перевірити все обладнання, яке визначено в інструкції і експлуатації:

3.4.1. Безпосередньо перед розпалюванням котла необхідно провентилювати топку і газоходи протягом часу, встановленого експлуатаційною інструкцією - відкриванням дверець топки, шиберів для регулювання подачі повітря, тяги, а при наявності димососів та вентиляторів їх вмиканням.

3.4.2. Перед вмиканням димососа потрібно переконатись, що ротор не торкається до корпусу димососа, для чого ротор прокручується в ручну.

3.5. Розпалювання котла слід вести поступово протягом часу, встановленого експлуатаційною інструкцією, при слабкому вогні таким чином, щоб забезпечити рівномірний прогрів його елементів,

3.6. При запалюванні пальника слід бути обережним, не стояти напроти розпалювальних люків, щоб уникнути опіків при можливому викиді полум'я. Для нагляду за полум'ям в топці слід одягати захисні окуляри.

3.6.1. Забороняється при наявності автоматичного запальника користуватися факелом, запалювати запальник від розжареної кладки топки.

### **3.7. Забороняється:**

- включати в роботу котли з несправною арматурою, живильними пристроями, автоматикою безпеки і засобами протиаварійного захисту та сигналізації;

3.8. Якщо під час розпалювання полум'я в запальнику згасло, необхідно:

- швидко припинити подачу газу;

- провентилювати топку і газоходи.

Після усунення причини погашення полум'я, приступити до повторного розпалювання згідно експлуатаційної інструкції.

3.9. Якщо при повторному розпалюванні полум'я в запальнику знову згасло, необхідно виконати вимоги пункту 3.8 і доповісти начальнику котельні для прийняття відповідного рішення.

3.10. Під час роботи котла оператор зобов'язаний виконувати:

- вимоги внутрішнього розпорядку;
- вимоги інструкцій з охорони праці та експлуатаційної;
- дотримуватись режимних карт та графіків продувок котлів;
- слідкувати за водно-хімічним режимом роботи котлів;
- вести необхідну документацію;

3.11. При обході котлоагрегату не дозволяється зупинятись біля запобіжних клапанів, люків та лазів.

3.12. Під час продування котла необхідно користуватись захисними рукавицями.

3.12.1. У випадку виникнення в продувних лініях гідравлічних ударів, вібрацій трубопроводу або інших ненормальних явищ, продування слід негайно припинити і викликати фахівців для усунення порушень.

3.12.2. Забороняється виконувати продування арматури, відкривати або закривати арматуру за допомогою молотка чи іншого предмета, застосовувати пристрої подовжених важелів.

3.13. Не дозволяється робота котлів із несправними або не відрегульованими запобіжними клапанами. Забороняється заклинювати або додатково навантажувати запобіжні клапани.

3.14. Зупинка котла у всіх випадках, крім аварійної, дозволяється тільки при наявності письмового розпорядження адміністрації

3.14.1. Після зупинки котла необхідно зробити запис у змінному журналі та вказати час зупинки.

3.14.2. При зупинці котла забороняється залишати його без нагляду до повного припинення горіння у топці і зниження тиску до нуля, припинення подачі газу на пальники та закриті засувки на газопроводі.

3.14.3. Зупинку котла необхідно проводити в послідовності вказаній в експлуатаційній інструкції.

3.15. Ремонтні роботи, крім аварійних, повинні виконуватись тільки з дозволу адміністрації при повній відсутності тиску води, газу та при встановлених заглушках.

3.16. Виконання робіт всередині топок, газоходів котла допускається тільки при наявності наряду-допуску і при температурі, що не перевищує 50°C.

3.16.1. Перебування однієї і тієї ж особи всередині котла за цих температурних умов не повинно перевищувати 20 хвилин.

3.16.2. Перед початком робіт топку та газоходи треба старанно провентилювати, забезпечити освітлення напругою не вище 12 В.

3.17. При появі протікання на швах або в місцях вальцювання труб, при утворенні свищів на трубах поверхонь нагріву котла, а також при інших пошкодженнях котла, арматури, манометрів, приладів безпеки і допоміжного устаткування, що не потребують негайної зупинки котла, обслуговуючий персонал зобов'язаний терміново повідомити адміністрацію.

#### **IV. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях**

4.1. Оператор повинен терміново зупинити котел:

- при пониженні чи підвищенні тиску води, палива в системі вище або нижче допустимого, не зважаючи на прийняті заходи;
- при різкому підвищенні температури води в системі вище допустимого, не зважаючи на прийняті заходи;
- при припиненні роботи живильних насосів більше 50%;
- при виході з ладу контрольно-вимірювальних приладів більше 50%;
- при погасанні полум'я в топці котла;
- при відключенні димососів або вентиляторів;
- при зруйнованій обмуровці котла;

- при несправності продувних трубопроводів;
- при сильній загазованості в приміщенні котельні, яка загрожує обслуговуючому персоналу чи котлу;
- при відключенні електроенергії.
- при пожежі в котельні.
- при виявленні тріщин, деформацій, пропусків у зварних швах, обриві анкерного болта або в'язі в основних елементах котла;
- при вибуху в топковому просторі.

4.2. Обслуговуючий персонал котельні повинен повідомити начальника котельні про аварійну зупинку котла, час і причину записати в "Змінному журналі" і повідомити адміністрації.

4.3. При вибухові і пожежі в котельні обслуговуючий персонал повинен негайно перекрити подачу газу вимикальним пристроєм, який встановлений на вводі газопроводу в приміщення котельні.

4.4. При пожежі необхідно вміти користуватись вогнегасниками.

4.4.1. Вуглекислотні вогнегасники (марки ВП-5Б) призначені для гасіння пожежі в електроустановках (електрообладнання), яке знаходиться під напругою. При виникненні пожежі, слід зняти вогнегасник з стіни і направити розтруб, на вогонь. Зняти пломбу, відкрити запірне пристосування. Під час гасіння пожежі не допускається тримати вогнегасник в горизонтальному положенні, так як це не забезпечує повного використання його заряду.

4.5. Внаслідок аварійних ситуацій можливі травми, опіки, отруєння газом, враження електричним струмом і т.ін.

4.5.1. При травмах і забиттях створити для потерпілого спокій. На забите місце прикласти холод (лід, грілку з холодною водою). Якщо удар відбувся в області голови або живота і призвів до втрати свідомості слід зручно покласти потерпілого, прикласти до забитого місця холодний компрес і негайно викликати лікаря.



4.5.2. При забиттях грудної клітки, котрі часто супроводжуються переломами ребер, потерпілому потрібно надати напівсидяче положення і викликати лікаря.

4.5.3. При переломі кінцівки необхідно забезпечити їй нерухомість за допомогою шини. На рану накласти пов'язку, а кінцівки прибинтувати до шини так, щоб суглоби нижче і вище перелому були нерухомі. Як шину можна використати міцну дощечку, палицю. Після чого доставити потерпілого в лікувальний заклад, або визвати швидку допомогу.

4.5.4. При влученні сторонньої частки або шкідливої рідини в око, промити його струменем чистої дистильованої води або нейтралізуючим розчином.

4.5.5. При невеликих пораненнях необхідно зупинити кровотечу, накласти джгут чи тугу пов'язку або перетиснути кровоточиву судину вище поранення, накласти стерильну пов'язку і викликати лікаря.

**Забороняється** доторкатися до рани руками, промивати її водою та ін.

4.5.6. При термічних опіках накласти на вражене місце стерильну пов'язку і відправити потерпілого в медпункт. У випадку займання одягу на людині, необхідно накрити його ковдрою або залити водою. Обпечену частину тіла звільнити від одягу, обрізуючи її навколо і залишаючи на місці приліплені частини одягу.

Не дозволяється розривати міхурці, доторкатись до обпечених місць руками, змазувати обпечене місце жиром, маззю та іншими речовинами.

4.5.7. При враженні електричним струмом в першу чергу необхідно швидко відключити струм в установці, з якою працював потерпілий. Якщо не вдається швидко відключити установку, то слід відірвати потерпілого від струмоведучих частин, які знаходяться під напругою, користуючись для цього сухим одягом, палицею або іншим ізолятором так, щоб потерпілий не впав з висоти.

Надання першої допомоги потерпілому після звільнення від дії струму визначається в залежності від його стану. Для цього необхідно:

- Укласти потерпілого спиною на тверду поверхню (але не на сиру землю або цементну підлогу).
- Перевірити чи є у потерпілого дихання (перевіряється по об'єму грудної клітки, або за допомогою дзеркала, яке запотіває при диханні).
- Перевірити наявність у потерпілого пульсу на променевій або сонній артерії.
- Вияснити стан зіниці (широка зіниця вказує на різке погіршення кровообігу мозку) потерпілого.

Якщо потерпілий прийшов до свідомості (хоча перед цим був в стані запаморочення), його необхідно укласти в зручне положення, тепло закутати, оберігаючи від охолодження, забезпечити повний спокій.

Якщо потерпілий погано дихає (дуже різко чи судорожно) йому слід робити штучне дихання. Найбільш ефективним засобом є "із рота в рот" через марлю.

Наслідком враження електричним струмом може стати не тільки зупинка дихання, але й припинення кровообігу. Якщо в потерпілого відсутнє дихання і пульс, то в цьому випадку необхідно робити йому штучне дихання і поверхневий (непрямий) масаж серця до прибуття лікаря.

4.5.8. При отруєнні газами з'являється головний біль, "стукіт в скронях", "дзвін в вухах", загальна слабкість, запаморочення, посилене серцескорочення, нудота, рвота.

При сильному отруєнні настає сонливість, апатія, байдужість, а при тяжкому отруєнні - збуджений стан з неконтрольованими рухами, припинення або затримка дихання, розширення зіниць.

При всіх отруєннях слід негайно вивести або винести потерпілого із отруєної зони, розстебнути одяг, який може перешкоджати вільному диханню, забезпечити притік свіжого повітря, укласти потерпілого, вкрити як можна тепліше, давати нюхати нашатирний спирт.

У потерпілого у несвідому стані можливе блювання, тому необхідно повернути його голову вбік.

При зупинці дихання слід відразу ж почати робити штучне дихання. Після приведення потерпілого в свідомість, слід дати йому випити гарячого чаю, кави, тепло закутати і забезпечити спокій, не залишаючи без нагляду до прибуття лікаря.

#### V. Вимоги безпеки після закінчення роботи

5.1. Після закінчення чергування, оператор котлів зобов'язаний зробити запис в експлуатаційний журнал та журнал прийому і здачі зміни про параметри роботи котельні, обладнання, яке знаходиться в роботі, резерві та в ремонті разом з оператором, що приймає зміну обійти все обладнання та на словах повідомити про стан обладнання, режим роботи котельної, та всі розпорядження за період зміни.

5.2. Прибрати своє робоче місце.

5.3. Приймати і здавати зміну необхідно всім складом зміни.

5.4. Забороняється передача зміни без оформлення відповідних документів та без дозволу особи відповідальної за безпечну роботу котлів.

5.5. Забороняється здавати та приймати зміну під час аварії в котельні.

5.6. Після здачі зміни прибрати спецодяг в шафу, вмитись, по можливості прийняти душ.

#### ПИТАННЯ ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПРИ РОБОТІ З ПРИЛАДОМ.

1. Монтаж і технічне обслуговування регулятора повинна проводити спеціалізована організація у відповідності з вимогами «Правил безпеки в газовому господарстві», із змінами і доповненнями.

2. При експлуатації регулятора для запобігання нещасних випадків і аварій споживачеві забороняється:

1) при появі запаху газу в місцях установки регулятора палити, запалювати сірники, вмикати і вимикати електроосвітлення;

2) при порушенні нормальної роботи газових приладів - значне підвищення (відрив полум'я) або пониження тиску (затухання полум'я) користуватися приладами. Всі крани перед приладами повинні бути закриті;

3) усувати несправності регулятора, розбирати і ремонтувати його особам, що не мають на це права.

3. У разі появи запаху газу в місцях встановлення регулятора, порушення нормальної роботи горілок, припинення поступання газу до приладів необхідно для усунення несправностей викликати представника експлуатаційної чи аварійної служби газового господарства.

4. Потрібно дотримуватись встановлених строків проведення технічного обслуговування і ремонту регулятора.

## **8 Охорона навколишнього середовища.**

В даному розділі, згідно з основними вимогами ДБН А. 2,2-1 -95 "Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд. Основні положення проектування" надана оцінка впливу об'єкта проектування на наступні компоненти природного середовища: повітряне, водніє середовище та ґрунт.

Характеристика технологічного обладнання, запропоновані рішення по генеральному плану, будівництву та по енергетичному і інженерному забезпеченню функціонування опалювального пункту. Наведені у відповідних розділах робочого проєкту.

### **Аналіз викидів в атмосферу.**

В опалювальному пункту, який проєктується встановлюються 12 модулів "МН-120", які будуть працювати на газі.

Робота модулів призначена для виробництва тепла та гарячого водопостачання.

Робота модулів супроводжується викидами в атмосферу двоокису азоту. Видалення димових газів від обладнання передбачається через зовнішню стіну будинку.

Розрахунок шкідливих викидів в атмосферу в проєкті не передбачено в зв'язку з використанням без димохідних модулів.

### **Оцінка ймовірних аварійних ситуацій і їх наслідки.**

Технологічні процеси та обладнання які застосовуються в робочому проєкті не допускають виникнення аварійних ситуацій.

### **Заходи по охороні навколишнього природного середовища від**

### **фізичного і теплового впливу.**

Даним проектом передбачається обладнання, яке не є джерелом шуму та вібрації, не створює електромагнітних та радіоактивних випромінювань, тому проведення додаткових заходів по зниженню впливу від вказаних факторів не передбачається.

### **Дані по раціональному використанню водних ресурсів.**

Виробничо-побутові стоки від опалювального пункту відсутні. Об'єм споживання води на підживлення системи опалення

Дощові і талі води з покрівлі будівлі відводяться на відмощення. Відведення дощових стоків - вирішується рельєфом.

### **Рішення по збору відходів.**

Робота опалювального пункту не супроводжується утворенням виробничих відходів.

## ВИСНОВОК

Газове господарство є складною інженерною системою , в яку входять газові мережі , різні типи сховищ природного газу і зріджених вуглеводневих газів , пристрої для спалювання газу.

Перед подачею споживачем газ надходить на газорозподільчі станції (РС), де додатково очищується від механічних частинок , до газу додається одорант. На ГРС понижують тиск газу до рівня , необхідного споживачу , проводять виміри витрат газу.

Після ГРС газ надходить в систему газопостачання населених пунктів . Вона складається з джерела газопостачання – ГРАС , складної за структурою мережі газопроводів і газовикористовуючого обладнання.

Реалізація газифікації України включає процеси проектування , спорудження та експлуатації газового господарства. Всі елементи системи газопостачання повинні відповідати таким вимогам: економічність, народногосподарська ефективність, висока надійність, екологічність, безпечність в експлуатації.

## Література

1. Ионин А.А. Газоснабжение. - М.: Высшее образование, 1982.-376 с.
2. Стаскевич Н.Л. Справочник по газоснабжению и использованию газа.- Л.: Недра,  
Недра,
3. 1990.-564 с.
4. Скафтымов Н.А. Основы газоснабжения. -Л.: Недра, 1985.-170 с.
5. Борисов С.Н. , Даточный В.В. Гидравлические расчеты газопроводов.-М.: Недра,  
Недра,
6. 1972.-109 с.
7. Справочник проектировщика. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Под редакцией Н.Н. Павлова, Ю.И. Шиллера - М.: Стройиздат, 1992.-415 с.
8. СНиП 2.04.07-86. Тепловые сети.- М.: Стройиздат, 1988.-49 с.
9. Правила безпеки систем газопостачання України.-К.: Техніка, 1998.-369 с.
- 10.СНиП 2.01.01-82. Строительная климатология и геофизика.- М.: Стройиздат, 1972.-360 с.
- 11.ДБН В.2.5-20-2001.Газопостачання.- К.:Держбуд України, 2001р.-286с.- Чинний з 1.08.01.
- 12.Предун К.М., Шишко Г.Г “Вихідні дані до проектування газопостачання населених пунктів, житлових і громадських будинків, комунально-побутових і промислових підприємств”.-К.:2002р., 64с.
- 13.Єнін П.М., Шишко Г.Г., Предун К.М. “Газопостачання населених пунктів і об’єктів природним газом”.-К.:2002р., 200с.
- 14.Ткаченко В.А., Предун К.М. “Проектування газопостачання населених пунктів, житлових і громадських будинків”.-К.:2000р.
- 15.Шальнов А.П. “Строительство городских систем газоснабжения”. – М.:1976.