

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УО «ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к курсовому проекту

по курсу «Газоснабжение»

для студентов дневного и заочного отделений специальности 1-70 04 02,

слушателей специальности 1 – 70 04 71

«Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна»

Новополоцк 2014 г.

Методические указания подготовлены в соответствии с учебным планом и программой курса «Газоснабжение» для студентов специальности 1-70 04 71 «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна» с использованием действующих нормативных документов и учебной литературы.

Кафедра теплогазоснабжения и вентиляции

СОСТАВИТЕЛИ: к.т.н., доцент, Булах В.В.
ст. преп. Кундро Н.В.
асс. Баратынская С.В.

ё

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ	4
1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГОДОВЫХ И ЧАСОВЫХ РАСХОДОВ ГАЗА	6
2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ РАСХОДОВ ГАЗА	15
3 ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ГАЗОВОЙ СЕТИ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ	19
4 ПОДБОР ОБОРУДОВАНИЯ ГАЗОРЕГУЛЯТОРНОГО ПУНКТА	27
5 ПОДБОР ТИПА ИЗОЛЯЦИИ СТАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ	32
ЛИТЕРАТУРА	33
ПРИЛОЖЕНИЕ А	34
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	35
ПРИЛОЖЕНИЕ В	36

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Для закрепления теоретических знаний по дисциплине «Газоснабжение» и получения навыков проектирования выполняется курсовой проект «Газоснабжение района города».

Состав курсового проекта – расчет характеристик газообразного топлива, расчет годового и часового потребления газа районом города, гидравлические расчеты сетей низкого давления (распределительной, внутриквартальной и внутридомовой), расчет количества ГРП (ГРУ) и подбор его оборудования, подбор изоляции. Результаты расчетов проводятся в расчетно-пояснительной записке и графической части.

Методические указания изложены в той последовательности, в какой должен выполняться курсовой проект.

Графическая часть

Графическая часть работы выполняется на листах формата А1 и содержит:

а) генплан района города в масштабе 1:10000 или 1:5000 с размещением ГРП (ШГРП), сосредоточенных потребителей, газопроводов высокого (среднего) и низкого давления с указанием длин и диаметров участков;

б) принципиальную схему ГРП (ШРП);

в) генплан квартала (выкопировка из генплана) в масштабе 1:1000 (1:500) с размещением газовых колодцев, газопроводов с указанием длин и диаметров участков;

г) продольный профиль участка подземного газопровода внутриквартальной сети газоснабжения с указанием положения смежных коммуникаций;

д) план этажа жилого здания в масштабе 1:100 с размещением газопроводов-вводов, газопроводов с указанием их длин и диаметров и бытовых газовых приборов, нанесением вентиляционных каналов и решёток;

е) характерный разрез жилого здания с нанесением элементов системы газоснабжения;

ж) аксонометрическую схему внутридомовой системы газоснабжения;

и) деталь газопровода-ввода;

к) фрагмент подключения бытового газового счетчика

л) условные обозначения;

м) спецификации.

Все контуры кварталов, зданий и их строительных конструкций выполняются четкими тонкими линиями, газопроводы – основной толстой линией. Все чертежи выполняются в соответствии с требованиями действующей нормативной литературы [1, 6, 10, 11]. При выполнении графической части заполнение листа должно быть не менее 80%.

Расчётно-пояснительная записка

Расчетно-пояснительная записка должна включать в указанной ниже последовательности:

- титульный лист (Приложение А);
- задание на курсовой проект;
- оглавление;
- основные разделы, предусмотренные заданием;
- список литературы;
- приложения.

Текст пояснительной записки излагается на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (297×210 мм) рукописным способом или с помощью компьютера. Текст пояснительной записки должен быть разделен на разделы, подразделы.

При оформлении пояснительной записки необходимо руководствоваться правилами, изложенными в [7].

Общая часть, содержащая краткое описание района проектирования, определение площади газифицируемого района и количества жителей в данном населённом пункте в соответствии с заданием на проектирование. Приводятся расчёты по определению теплотехнических и физических характеристик природного газа (Q_n^p , ρ).

Основной раздел включает:

- расчёты годового потребления газа района города в соответствии с нормами потребления и численностью населения: а) бытовое, б) коммунально-бытовое;
- обоснование принимаемой системы газоснабжения города;
- определение расчетных расходов газа;
- определение оптимального количества и подбор оборудования ГРП (регуляторов давления, фильтров и предохранительных клапанов и т.д.);
- гидравлический расчёт газопроводов низкого давления;
- выбор способа прокладки газопроводов и обоснование метода защиты от коррозии.

.Приложения могут содержать расчетные таблицы, план квартала с нанесением газовой сети; спецификации.

1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГОДОВЫХ И ЧАСОВЫХ РАСХОДОВ ГАЗА

1.1 Теплота сгорания газовой смеси, кДж/м^3 , определяется по формуле

$$Q_n^p = \sum Q_i \cdot r_i, \quad (1.1)$$

где Q_i – низшая теплота сгорания компонентов, входящих в смесь, кДж/м^3 (табл.1.1);

r_i – содержание компонента в смеси, объёмные доли, (табл. 1.2).

Таблица 1.1

Физические характеристики газов

Газ	Химическая формула	Низшая теплота сгорания, кДж/м^3	Плотность при 0°C и 101,3 кПа, кг/м^3
Азот	N_2	–	1,2505
Ацетилен	C_2H_2	56900	1,1707
Водород	H_2	10800	0,08999
Водяной пар	H_2O	–	0,768
Диоксид углерода	CO_2	–	1,9768
Кислород	O_2	–	1,429
Оксид углерода	CO	12640	1,25
Сероводород	H_2S	23490	1,5392
Метан	CH_4	35840	0,7168
Этан	C_2H_6	63730	1,3566
Пропан	C_3H_8	93370	2,019
Н-бутан	C_4H_{10}	123770	2,703
Пентан	C_5H_{12}	146340	3,221

1.2 Плотность газовой смеси, в кг/м^3 , определяют как сумму произведений плотности компонентов на их объёмные доли:

$$\rho^c = \sum \rho_i \cdot r_i, \quad (1.2)$$

где ρ_i – плотность компонентов, входящих в смесь, кг/м^3 , (табл. 1.1);

r_i – содержание компонента в смеси, объёмные доли, (табл. 1.2).

Таблица 1.2

Состав газовой смеси в зависимости от месторождения

№ п/п	Месторождение газа	Состав газа, % по объему							
		CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	C_5H_{12}	CO_2	H_2S	N_2 + редкие газы
1	Степановское	95,1	2,3	0,7	0,4	0,8	0,2	-	0,5
2	Ленинградское	86,9	6,0	1,6	1,0	0,5	1,2	-	2,8
3	Североставропольское	98,7	0,33	0,12	0,04	0,01	0,1	-	0,7
4	Пунгинское	86,1	2,0	0,6	0,34	0,35	8,5	-	2,0
5	Медвежье	99,0	0,1	0,005	-	-	0,095	-	0,8
6	Оренбургское	85,0	4,9	1,6	0,75	0,55	0,6	1,3	5,0
7	Вуктылское	74,8	8,8	3,9	1,8	6,4	-	-	4,3
8	Угерское	98,3	0,45	0,25	0,3	-	0,1	-	0,6
9	Шебелинское	93,3	4,0	0,6	0,4	0,3	0,1	-	1,3
10	Газлинское	93,0	3,1	0,7	0,6	-	0,1	-	2,5
11	Карадагаское	93,2	2,1	1,2	1,0	1,2	0,8	-	0,5
12	Ачакское	93,0	3,6	0,95	0,25	0,31	0,4	-	1,3
13	Тангенское	89,4	6,0	2,0	0,7	0,4	1,0	-	0,5
14	Ванейвиское	89,59	2,42	0,7	0,27	1,16	1,68	0,25	3,93
15	Лаявож	80,23	2,64	1,15	0,7	0,71	0,73	-	13,8
16	Васильковское	93,1	2,0	0,4	0,2	0,3	-	-	4,0
17	Ямбург	95,2	0,04	0,006	0,001	0,1	0,3	-	4,5
18	Ямал	78,97	4,53	2,34	1,02	0,27	1,02	-	11,84
19	Заполярье	98,5	0,2	0,05	0,012	0,001	0,5	-	0,7
20	Уренгойское	97,64	0,1	0,01	-	-	0,3	-	1,95
21	Жирновское	81,6	6,5	3,0	1,9	1,4	4,0	0,1	1,5
22	Ромашкинское	40,0	19,5	18,0	7,5	4,9	0,1	-	10,0
23	Туймазинское	39,5	20,0	18,5	7,7	4,2	0,1	-	10,0
24	Шкаповское	37,5	18,2	16,8	6,8	3,8	0,1	-	16,8
25	Ключевское	78,5	6,0	6,5	4,8	3,6	0,2	-	0,4
26	Дмитриевское	69,2	10,0	10,0	5,0	5,0	0,7	-	0,1
27	Брянское	92,8	3,9	1,1	0,4	0,1	0,1	-	1,6
28	Гоголевское	85,8	0,2	0,1	0,1	-	0,1	-	13,7
29	Дашава	98,9	0,3	0,1	0,1	-	0,2	-	0,4
30	Джаркак	95,5	2,7	0,4	0,2	0,1	0,1	-	1,0
31	Игримское	95,7	1,9	0,5	0,3	0,1	-	-	1,3
32	Коробки	81,5	8,0	4,0	2,3	0,5	0,5	-	3,2
33	Кумертау	81,7	5,3	2,9	0,9	0,3	0,1	-	8,8
34	Лижво	93,2	2,6	1,2	0,7	-	0,3	-	2,0
35	Бухарское	94,2	2,5	0,4	0,2	0,1	-	-	2,6

1.3 Число жителей в квартале, чел., определяется по формуле:

$$N_{kvi} = a \cdot F_{kvi}, \quad (1.3)$$

где a – плотность жителей, чел/га, принимается по заданию;

F_{kvi} – площадь i -го квартала, га.

Численность жителей определяется с точностью до единиц.

1.4 Количество жителей, проживающих в районе города, чел., определяется по формуле:

$$N = \sum_1^n N_{kvi}, \quad (1.4)$$

где N_{kvi} – количество жителей в i -ом квартале.

1.5 Годовой расход газа в жилых домах, м³/год, определяются по формуле:

$$Q_{ж.зд.}^2 = \frac{N \cdot 10^3 \cdot q^2 \cdot y_{ж.д.}}{Q_n^p}, \quad (1.5)$$

где N – количество жителей в районе города;

q_{kvi}^2 – годовая норма потребления газа на 1 чел в год, МДж, определяется по табл.1.3 или таблице 2 [1];

$y_{кв.}$ – коэффициент охвата населения газоснабжением, принимается равным 1;

Q_n^p – низшая теплота сгорания газа, кДж/м³.

При составлении проектов генеральных планов городов и других населенных пунктов допускается принимать укрупненные показатели потребления газа q_{kvi}^2 , м³/год на 1 чел., при теплоте сгорания газа 34 МДж/м³: 100 — при наличии централизованного горячего водоснабжения; 250 — при горячем водоснабжении от газовых водонагревателей; 125 (165 в сельской местности) — при отсутствии горячего водоснабжения [1].

$$Q_{кв} = y_{кв} N (q_{кв1} \cdot z_1 + q_{кв2} \cdot z_2 + q_{кв3} \cdot z_3) \quad (1.6)$$

где N – то же, что в формуле (1.5);

**Нормы расхода газа (в тепловых единицах)
на хозяйственно-бытовые и коммунальные нужды**

Потребители газа	Показатель потребления газа	Нормы расхода теплоты, МДж
1	2	3
<i>1 Жилые дома</i>		
При наличии в квартире газовой плиты и централизованного горячего водоснабжения при газоснабжении природным газом СУГ	На 1 чел. в год	1860 1690
При наличии в квартире газовой плиты и газового водонагревателя (при отсутствии централизованного горячего водоснабжения) при газоснабжении природным газом СУГ		5300 4840
При наличии в квартире газовой плиты и отсутствии централизованного горячего водоснабжения и газового водонагревателя при газоснабжении природным газом СУГ		3050 2810
<i>2 Предприятия бытового обслуживания населения</i>		
Фабрики-прачечные на стирку белья в механизированных прачечных	На 1 т сухого белья	8800
на стирку белья в немеханизированных прачечных с сушильными шкафами		12600
на стирку белья в механизированных прачечных, включая сушку и глажение		18800
Дезкамеры на дезинфекцию белья и одежды в паровых камерах		2240
на дезинфекцию белья и одежды в горячевоздушных камерах		1260
Бани мытьё без ванн	На 1 помывку То же	40
мытьё в ваннах		50
<i>3 Предприятия общественного питания</i>		
Столовые, рестораны, кафе на приготовление обедов (вне зависимости от пропускной способности предприятия)	На 1 обед На 1 завтрак или ужин	4,2
на приготовление завтраков или ужинов		2,1

1	2	3
4 Учреждения здравоохранения		
Больницы, родильные дома	На 1 койку в год	
на приготовление пищи		3200
на приготовление горячей воды для хозяйственно-бытовых нужд и лечебных процедур (без стирки белья)		9200
5 Предприятия по производству хлеба и кондитерских изделий		
Хлебозаводы, комбинаты, пекарни	На 1 т изделий	
на выпечку хлеба формового		2500
на выпечку хлеба подового, батонов, булок, сдобы		5450
на выпечку кондитерских изделий (тортов, пирожных, печенья, пряников и т.п.)		7750

Примечания

1 Нормы расхода теплоты на жилые дома, приведенные в таблице, учитывают расход теплоты на стирку белья в домашних условиях.

2 При применении газа для лабораторных нужд школ, вузов, техникумов и других специальных учебных заведений норму расхода теплоты следует принимать в размере 50 МДж в год на одного учащегося

$у_{кв.}$ – то же, что в формуле 1.5;

z_1 – доля квартир, охваченная централизованным горячим водоснабжением;

z_2 – доля квартир с горячим водоснабжением от газовых водонагревателей;

z_3 – доля квартир без горячего водоснабжения.

1.6 Годовой расход газа на предприятиях бытового обслуживания населения, м³/год, определяется по следующим формулам:

Прачечные

$$Q_{np}^2 = \frac{100}{1000} \frac{z_{np} y_{np} N}{Q_n^p} \cdot q_{np}, \quad (1.7)$$

где Q_{np}^2 – расход газа прачечными, м³/год;

$\frac{100}{1000}$ – норма накопления белья 100 тонн/1000 человек;

z_{np} – доля населения, которая пользуется услугами прачечных,
 $z_{np} = 0,1 \div 0,3$;

y_{np} – коэффициент охвата газоснабжением бань, $y_{np} = 1$;

N , Q_n^p – то же, что в формуле 1.5;

q_{np} – норма расхода газа на 1 т сухого белья, МДж., принимается по табл. 1.3 или таблице 2 [1].

Бани

$$Q_{бан}^c = \frac{q_{б} \cdot N \cdot 10^3 \cdot 52 \cdot y_{б} \cdot z_{б}}{Q_n^p}, \quad (1.8)$$

где $Q_{бан}^c$ – расход газа банями, м³/год;

$q_{б}$ – норма расхода газа на одну помывку, МДж, принимается по табл. 1.3 или таблице 2 [1];

N , Q_n^p – то же, что в формуле 1.5;

52 – количество помывок на одного человека;

$y_{б}$ – коэффициент охвата газоснабжением бань, $y_{б} = 1$;

$z_{б}$ – доля населения, которая пользуется услугами бань, $z_{б} = 0,1 \div 0,3$.

1.7 Годовой расход газа предприятиями общественного питания, м³/год, определяется по формуле:

$$Q_{об.пит.}^c = \frac{360 \cdot q_{обц.пит.} \cdot z_{обц.пит.} \cdot N \cdot 10^3 \cdot y_{обц.пит.}}{Q_n^p}, \quad (1.9)$$

где $Q_{об.пит.}^c$ – расход газа предприятием общественного питания, м³/год;

360 – количество рабочих дней в году;

$q_{обц.пит.}$ – норма расхода газа на приготовление одной порции пищи, МДж, принимается по табл. 1.3 или таблице 2 [1]; ;

$z_{обц.пит.}$ – доля населения, которая пользуется услугами столовых;

N , Q_n^p – то же, что в формуле 1.5;

$y_{обц.пит.}$ – коэффициент охвата газоснабжением предприятий общественного питания, $y_{обц.пит.} = 1$.

1.8 Годовой расход газа учреждениями здравоохранения, м³/год, определяется по формуле:

$$Q_{здр}^2 = \frac{12 \cdot q_{здр} \cdot y_{здр} \cdot N \cdot 10^3}{1000 \cdot Q_n^p}, \quad (1.10)$$

где $Q_{здр}^2$ – расход газа учреждениями здравоохранения, м³/год;

$q_{здр}$ – норма расхода газа на одного пациента, МДж, принимается по табл. 1.3 или таблице 2 [1]; ;

N , Q_n^p – то же, что в формуле 1.5;

$\frac{12}{1000}$ – общая вместимость, определяется из расчёта 12 коек на 1000 жителей.

$y_{здр}$ – коэффициент охвата газоснабжением учреждений здравоохранения, $y_{здр} = 1$.

1.9 Годовой расход газа предприятиями по производству хлеба, м³/год, определяется по формуле:

$$Q_{хл}^2 = \frac{q_{хл} \cdot N \cdot z_{хл} \cdot 365 \cdot y_{хл} \cdot 10^3}{1000 \cdot Q_n^p}, \quad (1.11)$$

где $Q_{хл}^2$ – расход газа предприятиями по производству хлеба, м³/год;

$q_{хл}$ – норма расхода газа на приготовление тонны хлебобулочных изделий, МДж, принимается по табл. 1.3 или таблице 2 [1];

N , Q_n^p – то же, что в формуле 1.5;

$z_{хл}$ – объем суточной выпечки на 1000 жителей, составляет 0,6 – 0,8 т;

$y_{хл}$ – коэффициент охвата газоснабжением предприятий по производству хлеба, $y_{хл} = 1$.

365 – количество дней в году.

Потребность в хлебобулочных изделиях рассчитывается на суммарное потребление всех видов продукции. Например, на 1000 жителей суточное потребление составляет: 0,3 т – формового хлеба, 0,3 т – подового хлеба, батон, булок, сдобы и 0,2 т – кондитерских изделий, т.е. формула 1.11 примет вид:

$$Q_{хл}^2 = \frac{(q_{хл.ф} \cdot z_{хл.ф} + q_{хл.б} \cdot z_{хл.б} + q_{хл.к} \cdot z_{хл.к}) \cdot N \cdot 365 \cdot y_{хл} \cdot 10^3}{1000 \cdot Q_n^p}$$

1.10 Часовые расходы газа, м³/ч, определяются по формуле:

$$Q^h = Q_i^g \cdot K_{max}^h, \quad (1.12)$$

где Q_i^g – годовой расход газа, м³/год;

K_{max}^h – коэффициент часового максимума, принимается для жилых зданий по табл. 1.4 или таблице 4 [1]; для предприятий и учреждений по табл.1.5 или таблице 5 [1].

Таблица 1.4

**Значения коэффициента часового максимума
для жилых зданий**

Число жителей, снабжаемых газом, тыс. чел.	Коэффициент часового максимума расхода газа (без отопления), K_{max}^h
1	1/1500
2	1/1700
4	1/1800
6	1/1900
10	1/2000
20	1/2200
30	1/2400
40	1/2500
50	1/2600
100	1/2800
300	1/3000
500	1/3300
750	1/3500
1000	1/3700
2000 и более	1/4700

Таблица 1.5

**Значения коэффициента часового максимума
для предприятий бытового обслуживания и учреждений**

Наименование предприятия или учреждения	Коэффициент часового максимума расхода газа, K_{max}^h
Прачечные	1/2900
Бани	1/2700
Предприятия общественного питания	1/2000
Предприятия по производству хлеба	1/6000
Учреждения здравоохранения	1/2500

1.11 Суммарный часовой расход газа, м³/ч:

$$Q_{ГРП} = \Sigma Q_i^u + 0,05 \cdot Q_{ж.зд.}^u, \quad (1.13)$$

где ΣQ_i^u – сумма часовых расходов газа потребителями (жилые здания, предприятия и учреждения);

$0,05 Q_{ж.зд.}^u$ – часовой расход газа на нужды предприятий торговли, предприятий бытового обслуживания непромышленного характера, м³/ч [1].

При часовом расходе газа, превышающем 100 м³/ч, рекомендуется подключение потребителя к сети среднего или высокого давления.

1.16 Расчет количества ГРП

При проектировании газоснабжения городов большое значение имеет правильный выбор количества ГРС и ГРП, их производительность и размещение.

С увеличением их количества уменьшаются радиусы действия и нагрузки на сеть, а следовательно, диаметры и стоимость сети. Зато увеличивается стоимость ГРС и ГРП, удорожается и усложняется эксплуатация системы.

Количество ГРС и их размещение определяются количеством и местами подвода газа магистральными газопроводами. ГРС должны располагаться за пределами населённых пунктов, промышленных предприятий и отдельных зданий, с условиями установленными нормами проектирования. Если число ГРС более одной, то они располагаются с разных сторон города. ГРС соединяются, как правило, двумя нитками газопроводов, что обеспечивает более высокую надёжность газоснабжения города. Очень крупные потребители газа (ТЭЦ, промпредприятия, металлургические заводы и т. п.) питаются непосредственно от ГРС. По типовым проектам ГРС имеют производительность до 300-400 тыс. м³/ч газа. ГРС должны

Производительность одного ГРП, питающего сеть среднего или высокого давления, составляет 25-50 тыс. м³/ч. ГРП размещаются вокруг города так, чтобы обеспечить подвод газа к сети следующей ступени давления с различных сторон и по кратчайшему пути к центрам нагрузок района.

Для ГРП, питающего сеть низкого давления, оптимальная производительность составляет приблизительно 1500-2000 м³/ч.

Количество ГРП, определяется по упрощенной формуле:

$$n = \frac{Q_{ГРП}}{Q_{онм}} \quad (1.17)$$

где Q_{opt} – оптимальная производительность ГРП, м³/ч;
 $Q_{ГРП}$ – часовой расход газа на одно ГРП, м³/ч.

Количество ГРП, располагаемых в районе города, можно определить по формуле

$$N = \frac{\Sigma F_{kvi}}{2 \cdot R_{opt}^2} \quad (1.21)$$

где ΣF_{kvi} – суммарная площадь газифицируемого района, м²;

R_{opt} – оптимальный радиус действия ГРП; принимается 500-800 м.

Полученное количество ГРП, их фактические нагрузки и местоположение учитываются по местным условиям, исходя из планировки города и расположения отдельных районов.

Каждый ГРП должен размещаться в центре района его действия и как можно ближе к центру нагрузки района. Если эти центры не совпадают (зоны разной этажности), ГРП необходимо размещать ближе к зоне повышенной нагрузки. При выборе места для ГРП необходимо соблюдать все действующие нормы [1] по размещению и допустимым расстояниям до здания, сооружений, дорог. Максимальное удаление ГРП от проектируемых магистральных газопроводов высокого или среднего давления должно составлять 50...100 метров.

2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ РАСХОДОВ ГАЗА

2.1 Удельный расход газа районом города, м³/(ч га), определяется по формуле

$$q_{ni} = \frac{Q_{ГРП}}{F}, \quad (2.1)$$

где F – общая площадь территории, подлежащей газификации, га;
 $Q_{ГРП}$ – часовой расход газа на одно ГРП, м³/ч, (п. 1.11).

2.2 Расход газа для каждого квартала города, определяется

$$Q_{kvi} = q_{ni} \cdot F_{kvi}, \quad (2.2)$$

где F_{kvi} – площадь i -го квартала, подлежащего газификации, га.

Результаты расчетов вносятся в таблицу 2.1.

2.3 Удельный расход газа на единицу длины периметра квартала от равномерно распределенной нагрузки, определяется по формуле:

$$q_{ni} = \frac{Q_{kvi}}{P_i}, \quad (2.3)$$

где Q_{kvi} – расход газа в i -ом квартале, м³/ч;
 P_i – периметр газового кольца i -го квартала, м.

Результаты расчетов вносятся в таблицу 2.1.

Таблица 2.1

Определение расходов газа кварталами

№ квартала	Площадь квартала, га.	Расход газа кварталом, м ³ /ч	Периметр газового кольца, м	Удельный расход, м ³ /ч
1	2	3	4	5

$$\sum Q_{kvi}, \text{ м}^3/\text{ч}$$

После заполнения таблицы 2.1 производится проверка:

$$\frac{Q_{ГРП} - \sum Q_{kvi}}{Q_{ГРП}} \cdot 100\% \leq 1\%, \quad (2.4)$$

2.4 Путевые расходы газа, м³/ч, определяются по следующим формулам:

– при одностороннем разборе газа:

$$Q_{ni} = q_{ni} \cdot l_i, \quad (2.5)$$

– при двустороннем разборе газа:

$$Q_{ni} = (q_{ni} + q_{nj}) \cdot l_i, \quad (2.6)$$

где l_i – длина участка, м;
 q_{ni}, q_{nj} – удельный расход газа i -го и j -го кварталов, м³/ч.

Результаты расчетов заносятся в таблицу 2.2.

Таблица 2.2

Путевые расходы для участков газовой сети

№ участка	Длина участка l_i , м	Путевой расход, м ³ /ч
1	2	3
		$\sum Q_{ni}$, м ³ /ч

После заполнения таблицы 2.2 производится проверка:

$$\frac{Q_{ГРП} - \sum Q_{ni}}{Q_{ГРП}} \cdot 100\% \leq 1\%, \quad (2.7)$$

2.5 Узловой расход газа определяется по формуле, м³/ч

$$Q_{уз} = \frac{\sum Q_{ni}}{2}, \quad (2.8)$$

где $\sum Q_{ni}$ – сумма путевых расходов газа на участках, прилегающих к узловой точке, м³/ч;

После определения всех расходов в узловых точках, производится проверка:

$$\frac{Q_{ГРП} - \sum Q_{уз}}{Q_{ГРП}} \cdot 100\% \leq 1\% \quad (2.9)$$

2.6 Определение расчётных расходов газа в точках схода

Расчетные расходы газа по участкам определяются при помощи уравнений равновесия узлов:

$$Q_{уз} = \sum Q_p \quad (2.10)$$

Необходимо выбрать направления потоков газа с учетом надежности снабжения газом потребителей. Для этого намечают так называемые "точки

схода" или "нулевые точки". Точки схода – это узлы, характерные тем, что в них входят только подводящие элементарные участки и расходы газа в них равны нулю. На рисунке 2.1 такими точками являются: 1, 4, 15, 18.

Для начала определяют основные и дополнительные направления движения газа от ГРП до нулевых точек. Для указанной схемы в качестве основных примем следующие направления: 12-11-10-5-1; (12-11)-6-2-1; (12-11)-16-15; 12-13-8-7-3-4; (12-13)-14-9-4; (12-13)-17-18. В скобках указаны те участки, которые уже были использованы в других направлениях. Остальные направления будут дополнительными. Они охватывают все оставшиеся участки. К ним относятся следующие направления: (12-11-6)-(5-1); (12-11-10)-15; (12-11-6-2)-(3-4); (12-13-8-7)-(6-2-1); (12-13-8)-(9-4); (12-13-14)-18.

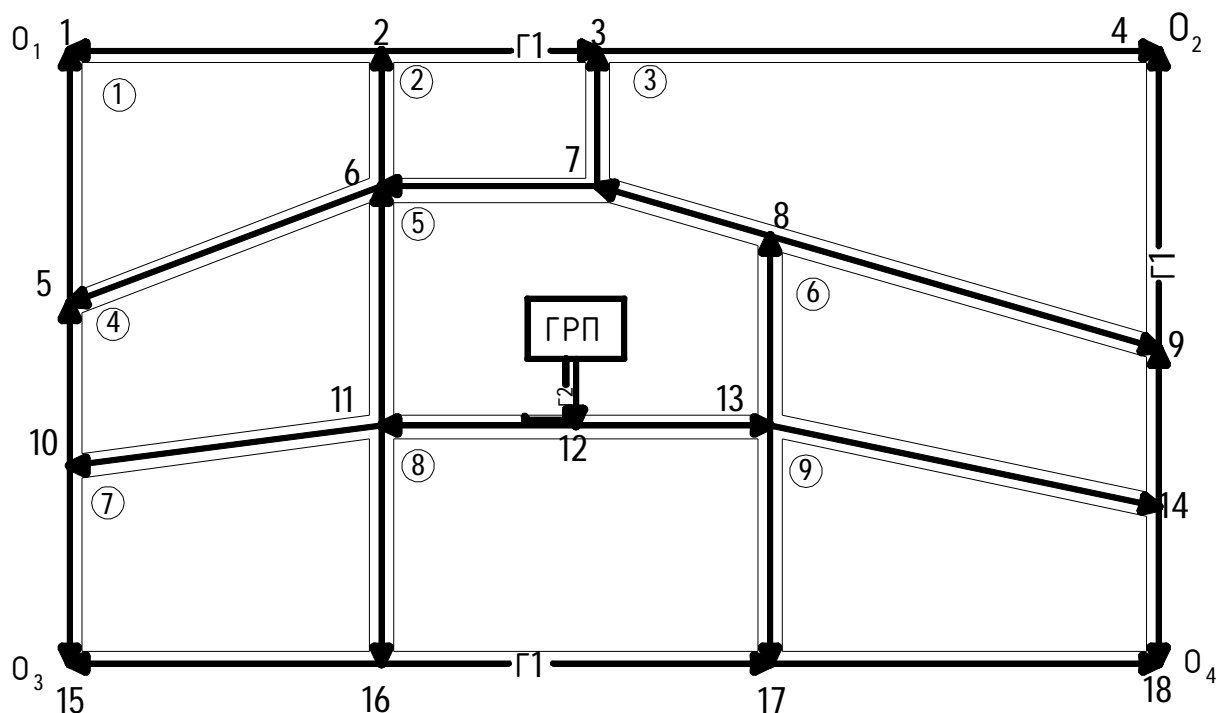


Рисунок 2.1 – Расчетная схема закольцованной газовой сети низкого давления

2.7 Определение расчетных расходов газа по элементарным участкам

Расчетные расходы газа определяются по элементарным участкам каждого направления (сначала по основным, а затем и по дополнительным). Расчет направления начинают с элементарных участков, примыкающих к нулевым точкам. Следует отметить, что необходимо поочередно двигаться от нулевых точек до точки питания (ГРП) с тем, чтобы как можно меньше было бы в уравнениях равновесия узлов неизвестных величин. В случае наличия в уравнениях равновесия узлов более одной неизвестной величины, то всеми, кроме одной величины задаемся ($Q_p = 0,5 \cdot Q_{ni}$), а значение одной неизвестной величины определяем из уравнения.

Расчетные расходы газа на элементарных участках, примыкающих к нулевым точкам, определяем, исходя из необходимости соблюдения равномерной нагрузки на обоих элементарных участках, т.е.

$$Q_p = 0,5 \cdot Q_{уз} \quad (2.11)$$

Для проверки правильности произведенных расчетов служит соблюдение условия равновесия в последнем узле (ГРП).

Для данной расчетной схемы условие равновесия в последнем узле (т.е. узел 12) будет выглядеть следующим образом:

$$Q_{12-11} + Q_{12-13} + Q_{уз12} = Q_{ГРП} \quad (2.12)$$

Результаты вычислений вносятся в таблицу 2.3

Таблица 2.3

Расчетные расходы газа

№ участка	$Q_p, \text{ м}^3/\text{ч}$
1	2

После определения всех расчетных расходов, производится проверка:

$$\frac{Q_{ГРП} - (Q_{P\ i-j} + Q_{P\ m-j} + Q_{уз\ j})}{Q_{ГРП}} \cdot 100\% \leq 5\% \quad (2.13)$$

где $Q_{P\ i-j}, Q_{P\ m-j}$ – расчетные расходы газа на участках, прилегающих к точке подключения к ГРП, $\text{ м}^3/\text{ч}$;

$Q_{уз\ j}$ – узловой расход газа в точке подключения к ГРП, $\text{ м}^3/\text{ч}$.

3 ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ ГАЗОВОЙ СЕТИ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

3.1 Расчет кольцевой газовой сети из стальных труб

Городские сети низкого давления, распределяющие газ по всей территории застройки к бытовым и мелким коммунальным предприятиям, пред-

ставляют собой сложную по конфигурации систему сопряженных колец, которые получают газ от нескольких ГРП и снабжают газом многочисленные ответвления на кварталы и отводы к отдельным зданиям (рис.2.1). При расчете такую сеть разбивают на отдельные районы по количеству точек питания (ГРП), и сеть каждого района рассчитывают отдельно. Расчет сети производится в две стадии. Вначале рассчитывают распределительную (уличную) сеть, затем внутриквартальную разводку.

Задача проектировщика заключается в том, чтобы выбрать наилучший вариант движения потоков газа и так подобрать диаметры сети, чтобы добиться намеченного распределения потоков.

Направления движения потоков газа выбирают так, чтобы газ от точки питания подавался: ко всем потребителям по кратчайшему пути. При этом диаметры сети будут наименьшими. Направления движения газа выбираются, начиная от точки питания к периферии. При таком порядке выбора легче избежать возможности ошибок.

После выполнения перечисленных выше расчетов, следует приступить к гидравлическому расчету газовой сети низкого давления. Для этого необходимо составить таблицу 3.1. Первоначально рассчитываются основные направления, а затем и дополнительные.

Гидравлический расчёт ведется на минимум металлоложений по ниже приведенной методике [8].

Диаметр участка газопровода определяется по формуле

$$d_{уч} = K_i \cdot Q_{pi}^{0,304}, \quad (3.1)$$

где $d_{уч}$ – диаметр участка, см;

Q_{pi} – расчётный расход газа, м³/ч;

K_i – поправочный коэффициент;

$$K_i = \left(\frac{a \cdot \sum (Q_{pi}^{0,304} \cdot l_{pi})}{\Delta P_p} \right)^{0,21}, \quad (3.2)$$

где $l_{pi} = 1,1 \cdot l_{\partial i}$ – расчётная длина участка, принимается на 10% больше действительной, м;

ΔP_p – допустимый перепад давления в уличных сетях равен 120 даПа;

a – коэффициент, учитывающий изменение плотности газовой сети от табличного значения (для стального газопровода, транспортирующего метан $a = 2,02$ ($\rho_0 = 0,7175$ кг/м³; $v_0 = 14,3 \cdot 10^{-6}$ м²/с)).

После определения диаметра, его величина заменяется его на ближайший больший диаметр в соответствии с ГОСТом на трубы (см. прил. Б). При проектировании распределительной уличной сети минимальный условный диаметр газопровода составляет 50 мм.

Определяются потери давления на участках, даПа:

$$\Delta P_i = \frac{2,02 \cdot Q_{pi}^{1,75} \cdot l_{pi}}{d_{yчi}^{4,75}}, \quad (3.3)$$

Проверяется выполнение условия

$$\sum P_{pi} \leq \Delta P_p \quad (3.4)$$

После гидравлического расчёта необходимо выполнить увязку всех направлений. Критерием правильности является оценка потерь давления от ГРП до самых удалённых потребителей. Эта потеря не должна быть более расчётного перепада давления, равного 120 даПа и отличаться от него не более чем на 10%. Если условие правильности расчета соблюдается и на этом расчет многокольцевых сетей низкого давления заканчивается

3.2 Расчет кольцевой газовой сети из полиэтиленовых труб

При расчете распределительных газопроводов низкого давления, выполненных из полиэтиленовых труб, учитывается снижение потерь давления за счет большей гладкости их внутренней поверхности. Следовательно, при прочих равных условиях полиэтиленовые газопроводы имеют бóльшую пропускную способность по сравнению со стальными. Из опыта проектирования это увеличение пропускной способности полиэтиленовых газопроводов низкого давления оценивается в 5 %.

При гидравлическом расчете распределительного газопровода низкого давления, выполненного из полиэтиленовых труб, можно принимать расход газа в нём превышающим расход газа в стальных газопроводах при одинаковых потерях давления на 5 % , т.е

$$Q_p^n = 1,05 \cdot Q_p^c, \quad (3.5)$$

где Q_p^n – расчетный расход газа (полиэтиленовые трубы), м³/ч;

Q_p^c – расчетный расход газа (стальные трубы), м³/ч.

Для полиэтиленового газопровода, транспортирующего метан $a = 1,919$ ($\rho_0 = 0,7175 \text{ кг/м}^3$; $\nu_0 = 14,3 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$) и вышеприведенная формула (3.3) будет иметь следующий вид

$$\Delta P_i = \frac{1,919 \cdot Q_{pi}^{1,75} \cdot l_{pi}}{d_{yчi}^{4,75}}, \quad (3.6)$$

Значение величины K_i для полиэтиленовых труб можно рассчитать по формуле

$$K_i = \left(\frac{1,919 \cdot \Sigma(Q_{pi}^{0,304} \cdot l_{pi})}{\Delta P_p} \right)^{0,21} \quad (3.7)$$

Порядок гидравлического расчета газовых сетей, выполненных из полиэтиленовых труб, аналогичен порядку гидравлического расчета газовых сетей, выполненных из стальных труб.

Результаты расчета сводятся в таблицу 3.1.

Полиэтиленовые трубы выбираются в зависимости от давления газа принятого в расчете. Они различаются между собой маркой полиэтилена и толщиной стенки, характеризующейся величиной SDR. SDR – это стандартное размерное отношение, определяемое из следующего выражения

$$SDR = \frac{d_i}{\delta}, \quad (3.7)$$

где d_i – номинальный наружный размер трубы, мм;

δ – номинальная толщина стенки трубы, мм.

При проектировании кольцевых газовых сетей низкого давления принимаются трубы маркой SDR 17,6 с минимальным наружным диаметром 63 мм [Приложение В].

3.3 Гидравлический расчёт дворовой газовой сети низкого давления

Гидравлический расчёт ведём по той же методике, что и расчёт кольцевой сети газоснабжения района города.

Допустимый перепад давления $\Delta P_p = 25$ даПа.

Минимальный диаметр условного прохода труб $d_{\min} = 25$ мм.

Расчётные расходы определяем, зная тип установленных приборов, м³/ч

$$Q_p = \frac{\Sigma n \cdot q \cdot K_0}{Q_n^p}, \quad (3.8)$$

где Σn – количество газовых приборов;
 q – расход теплоты на прибор (для 4-конфорочных плит 42000 кДж/ч);
 K_0 – коэффициент одновременности работы [таблица 3.3].

Результаты гидравлического расчёта заносятся в таблицу 3.1.

Таблица 3.1

**Расчет на минимальные материаловложения закольцованных
распределительных газопроводов низкого давления**

Обозначение параметра		Основное направление				Основное направление			и т.д. 9
		12-11-10-5-1				(12-11)-11-6-2-1			
		Номер участка				Номер участка			
		12-11	11-10	10-5	5-1	11-6	6-2	2-1	
1		2	3	4	5	6	7	8	9
1	l_{di} , м								
2	l_{pi} , м								
3	Q_p , м ³ /ч								
4	$Q_p^{1,75}$								
5	$Q_p^{0,304}$								
6	$Q_p^{0,304} \cdot l_{pi}$								
7	$a \cdot \sum Q_p^{0,304} \cdot l_{pi}$, даПа								
8	ΔP_p , даПа	120							
9	$K_i = \left(\frac{a \cdot \sum (Q_{pi}^{0,304} \cdot l_{pi})}{\Delta P_p} \right)^{0,21}$								
10	$d_{yч} = K_i \cdot Q_{pi}^{0,304}$, см								
11	d_{cm} , см								
12	$d_{cm}^{4,75}$, см								
13	$\Delta P_i = \frac{a \cdot Q_{pi}^{1,75} \cdot l_{pi}}{d_{yч}^{4,75}}$, даПа								
14	Проверка	$\sum_n \Delta P_i \leq \Delta P_p$				$\sum_n \Delta P_i = 120 -$ $-\Delta P_{12-11}$			

3.4 Расчёт внутридомовой сети газоснабжения

Установку газовых плит в жилых домах следует предусматривать в помещениях кухонь с естественным освещением высотой не менее 2,2 м, имеющих вытяжной вентиляционный канал и окно с форточкой, выходящее на улицу или застекленную веранду (лоджию) с форточкой. При этом внутренний объем помещений кухонь должен быть не менее:

- для газовой плиты с 2 горелками – 8 м³;
- для газовой плиты с 3 горелками – 12 м³;
- для газовой плиты с 4 горелками – 15 м³.

Таблица 3.3

Значение коэффициента одновременности (K_0) для жилых домов

Число квартир	Коэффициент одновременности K_0			
	Плита 4-конфорочная	Плита 2-конфорочная	Плита 4-конфорочная и газовый проточный водонагреватель	Плита 2-конфорочная и газовый проточный водонагреватель
1	1	1	0,700	0,750
2	0,650	0,840	0,560	0,640
3	0,450	0,730	0,480	0,520
4	0,350	0,590	0,430	0,390
5	0,290	0,480	0,400	0,375
6	0,280	0,410	0,392	0,360
7	0,274	0,360	0,370	0,345
8	0,265	0,320	0,360	0,335
9	0,258	0,289	0,345	0,320
10	0,254	0,263	0,340	0,315
15	0,240	0,242	0,300	0,275
20	0,235	0,230	0,280	0,260
30	0,231	0,218	0,250	0,235
40	0,227	0,213	0,230	0,205
50	0,223	0,210	0,215	0,193
60	0,220	0,207	0,203	0,186
70	0,217	0,205	0,195	0,180
80	0,214	0,204	0,192	0,175
90	0,212	0,203	0,187	0,171
100	0,210	0,202	0,185	0,163
400	0,180	0,170	0,150	0,135

Примечания

1 Для квартир, в которых устанавливается несколько однотипных газовых приборов, коэффициент одновременности следует принимать как для такого же числа квартир с такими же газовыми приборами.

2 Значение коэффициента одновременности для емкостных водонагревателей, отопительных котлов или отопительных печей рекомендуется принимать равным 0,85 независимо от числа квартир.

Газопроводы жилого дома присоединяем к дворовым сетям низкого давления. Разводка газопроводов в жилом доме предусматривается по первому этажу или по фасаду здания. Прокладка внутридомового газопровода осуществляется по коридорам, нежилым помещениям. При этажности 5 и более этажей на ответвлениях к стоякам устанавливаются отключающие устройства. Прокладка газопроводов по помещениям жилых и ванных комнат, туалетам запрещена. Стояки располагаются в кухнях. На каждом ответвлении к газовому прибору по ходу движения газа подлежат установке термозапорный клапан, отключающее устройство, прибор учета расхода газа (Рис. 3.1).

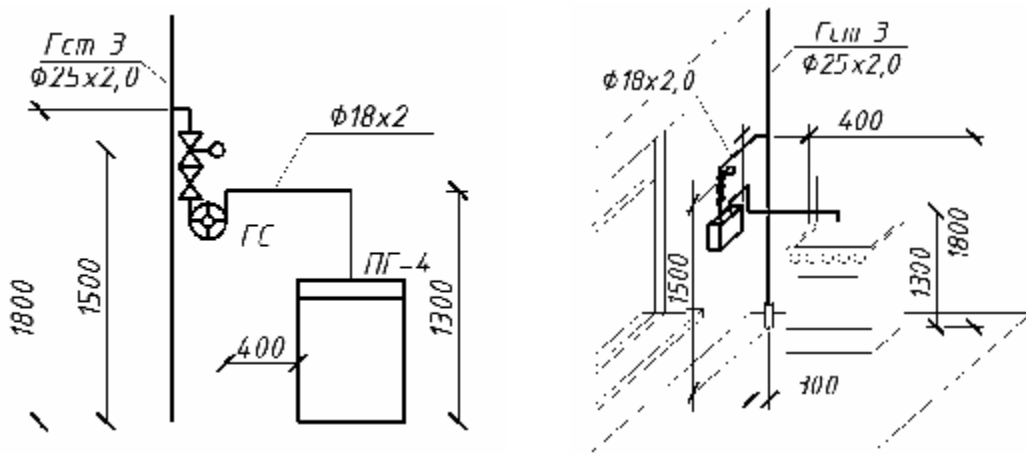


Рисунок 3.1 – Фрагмент установки газового счетчика

Допустимый перепад давлений во внутри домовой сети $\Delta P_p = 35$ даПа.

Минимально-допустимые диаметры подводок к газовым приборам 15 мм, стояков – 20 мм, магистралей – 25 мм.

Для учёта потерь давления в местных сопротивлениях действительную длину участков увеличиваем, умножая её на поправочный коэффициент a : для стояков – 1,2; для магистралей – 1,25; для подводок длиной 1-2 м - 5,5; длиной 2-3 м – 4; длиной 3-4 м – 2,0.

$$l_p = a \cdot l_i, \quad (3.9)$$

где l_p – расчётная длина участка, м;

l_i – действительная длина участка, м;

a – поправочный коэффициент.

При расчете внутридомовой газовой сети расчетные расходы определяются аналогично расчетам расходов газа дворовой сети.

Необходимо учесть гидростатический напор, возникающий в газопроводах низкого давления из-за разности плотностей воздуха и газа:

$$H_{г.н} = \pm Z(\rho_{в} - \rho_{г}), \quad (3.10)$$

где $H_{г.н}$ – гидростатический напор, даПа;

$\rho_{в}$, $\rho_{г}$ – соответственно плотность воздуха и газа, кг/м³;

Z – разность отметок от отключающего устройства на вводе в здание и до отключающего устройства на вводе в наиболее удалённый прибор, м.

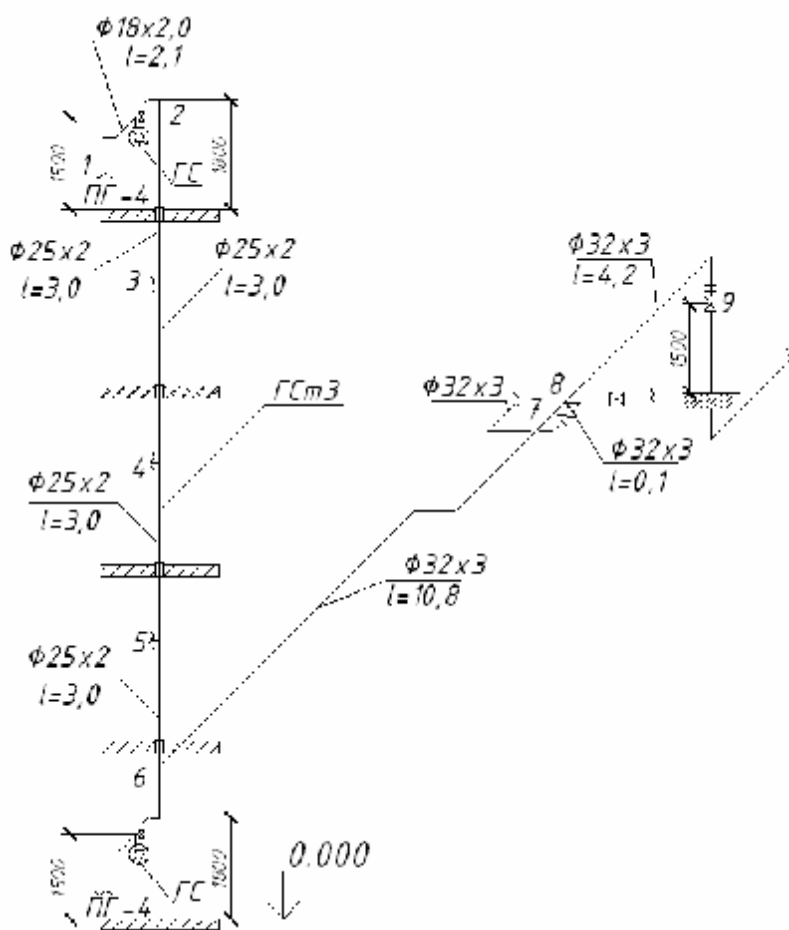


Рисунок 3.2 Схема внутридомового газопровода

Потери давления в газовом приборе (плите) составляют $\Delta P_{пр} = 5$ даПа, в счётчике – $\Delta P_{сч} = 10$ даПа.

После выполнения гидравлического расчёта должно соблюдаться условие:

$$\Sigma \Delta P'_{уч} \leq \Delta P,$$

$$\Sigma \Delta P'_{уч} = \Sigma \Delta P_{уч} + \Delta P_{пр} + \Delta P_{сч} - H_{г.н}. \quad (3.11)$$

Отключающие устройства и изолирующие соединения, предусмотренные к установке на стенах жилых, общественных и производственных зданий, следует размещать на расстоянии от дверных и открывающихся оконных проемов, для газопроводов низкого давления по горизонтали не менее 0,5 м.

Все расчёты сводим в таблицу 3.1.

4 ОБОРУДОВАНИЕ ГРП

Компоновка газового оборудования в ГРП выполнена в виде отдельных блоков заводского изготовления [3]:

1) фильтр для очистки газа от механических примесей, способных повредить уплотнительные поверхности клапанов, регуляторов давления, запорной арматуры.

2) предохранительно-запорный клапан (ПЗК), служащий для прекращения подачи газа при повышении или понижении давления газа сверх допустимого значения и устанавливаемый до регулятора давления;

3) регулятор давления, служащий для снижения давления газа и поддержания его на необходимом уровне вне зависимости от изменения расхода газа и его давления на входе;

4) Предохранительно-сбросной клапан (ПСК), служащий для выброса излишков газа из газопровода, во избежание повышения давления газа у потребителей сверх заданного;

5) обводной газопровод (байпас), служащий для подачи газа потребителям в случае поломки регулятора давления или его ремонта. Регулировка давления, в этом случае, осуществляется при помощи двух последовательно установленных на байпасе отключающих устройств.

Кроме того, в состав оборудования ГРП и ГРУ входят: отключающие устройства, контрольно-измерительные приборы, служащие для измерения давления, расхода и температуры газа, а также импульсный и сбросной газопровод.

4.1 Подбор регулятора давления

Регулятор давления газа – это устройство, которое служит для автоматического снижения давления газа и поддержания его «за собой» постоян-

ным и равным заданному. Причем, постоянство давления достигается независимо от расхода газа и колебаний давления газа на входе [3].

Регулятор давления выбирается по расчетному (максимальному часовому) расходу газа при требуемом перепаде давления. Пропускная способность регулятора определяется по паспортным данным заводоизготовителей, полученным экспериментальным путем. Величина пропускной способности принимается на 15-20% больше максимального значения расчетного расхода газа

$$Q_{max} = 1,2 \cdot Q_{ГРП} \text{ м}^3/\text{ч} \quad (4.1)$$

Для определения максимальной пропускной способности регулятора давления, величину пропускной способности следует умножить на коэффициент, вычисленный по формуле:

$$K = \frac{0,855}{\sqrt{\rho}}, \quad (4.2)$$

где ρ - плотность газовой смеси, кг/м³.

Стандартная величина пропускной способности РДБК, м³/ч

$$Q' = Q \cdot K, \quad (4.3)$$

Подбор регулятора давления необходимо осуществлять таким образом, чтобы его расчетная пропускная способность была не более 80%, а при минимальном расходе – не менее 10% от максимальной пропускной способности, при заданных давлениях на входе и на выходе. Поддержание заданного давления на минимальных расходах является очень важным условием для газоснабжения бытовых потребителей, так как расход газа у них очень резко колеблется в течение суток [3].

$$Q_{уст} = (0,1 \div 0,8) \cdot Q \quad (4.4)$$

или

$$0,1 \cdot Q' \leq Q_{max} \leq 0,8 \cdot Q' \quad (4.5)$$

Если это условие не выполнено, то выбирается регулятор другого типоразмера и расчет повторяется. Наиболее экономичным с точки зрения наименьшей металлоемкости будет регулятор, максимальная пропускная способность которого Q превышает расчетный расход газа Q_p на величину, близкую к $0,2 \cdot Q$

Основные данные указанных регуляторов давления и области их применения приведены в табл. 4.1, 4.2 или [3].

Характеристика регуляторов давления газа типа РДБК 1-50

Таблица 4.1

Давление газа избыточное МПа (кг/см ²)		Величина пропускной способности, м ³ /ч
На входе	На выходе	Диаметр седла 35 мм
0,05 (0,5)	0,001 (0,01)	672
0,1 (1,0)	0,001 – 0,01 (0,01 – 0,1)	895
0,15 (1,5)	0,001 – 0,037 (0,01 – 0,37)	1120
0,2 (2,0) – 1,2 (12,0)	0,001 – 0,48 (0,01 – 4,8)	1344
0,3 (3,0)	0,001 – 0,12 (0,01 – 1,2)	1792

Характеристика регуляторов давления газа типа РДБК 1-100

Таблица 4.2

Давление газа избыточное МПа (кг/см ²)		Величина пропускной способности, м ³ /час
На входе	На выходе	Диаметр седла 50 мм
0,05 (0,5)	0,001 (0,01)	1066
0,1 (1,0)	0,001 – 0,01 (0,01 – 0,1)	1421
0,15 (1,5)	0,001 – 0,037 (0,01 – 0,37)	1776
0,2 (2,0)	0,001 – 0,65 (0,01 – 6,5)	2132
0,3 (3,0)	0,001 – 0,12 (0,01 – 1,2)	2842

4.2 Подбор фильтра

Газовые фильтры устанавливаются в ГРП (ГРУ) перед ПЗК. Они предназначены для очистки газа, входящего в ГРП (ГРУ), от взвешенных частиц пыли и ржавчины [3].

Сетчатые фильтры бывают двух типов: ФС и ФСС. Фильтры типа ФС имеют чугунный корпус, а ФСС – стальной сварной. В качестве фильтрующего элемента используется металлическая сетка с размерами ячеек 0,25×0,25 мм и диаметром проволоки 0,12 мм. Сетчатые фильтры применяются при относительно небольшом расходе газа.

На входе и на выходе из газового фильтра имеются штуцеры, которые предназначены для подсоединения к фильтру дифференциального манометра. Дифманометр служит для контроля за степенью засоренности фильтрующего элемента. В новом или чистом фильтре максимальный перепад давления должен составлять не более 2-2,5 *кПа*, а в загрязненном – не более 5 *кПа*.

Кассетные фильтры бывают двух типов: ФВ и ФГ. Корпус фильтра типа ФВ выполнен из чугуна, а в качестве фильтрующего элемента используется кассета, заполненная либо капроновой нитью, либо конским волосом. Фильтрующий элемент пропитывают висциновым маслом.

Отличительной особенностью фильтров ФГ, по сравнению с фильтрами ФВ, является то, что они имеют кассеты больших размеров, а, следовательно, и большую пропускную способность.

Для новой кассеты максимальный допустимый перепад давления должен составлять 4...5 *кПа*, а для загрязненной кассеты – 10 *кПа*.

Для очистки газа с высоким входным давлением (более 1,2 *МПа*) применяют висциновые фильтры. Они могут устанавливаться также и на ГРП с входным давлением менее 1,2 *МПа*. Эти фильтры устанавливаются вне помещения.

Фильтры для ГРП подбираются по графику (рис.4.1), на котором показано падение давления в них в зависимости от пропускной способности при $P = 0,1$ *МПа* и $\rho = 1$ *кг/м³*.

Падение давления при рабочих параметрах газа и расчетном расходе V_p

$$\Delta P = \Delta P_{ep} \cdot \left(\frac{Q_p}{Q_{ep}} \right)^2 \cdot \frac{\rho}{P}, \quad (4.6)$$

где ΔP_{ep} - падение давления по графику, *Па*, (рис. 4.1);

Q_{ep} - расход газа по графику, *м³/ч*, (рис. 4.1);

ρ - плотность газа, проходящего через фильтр, *кг/м³*;

P - давление газа перед фильтром, *МПа*.

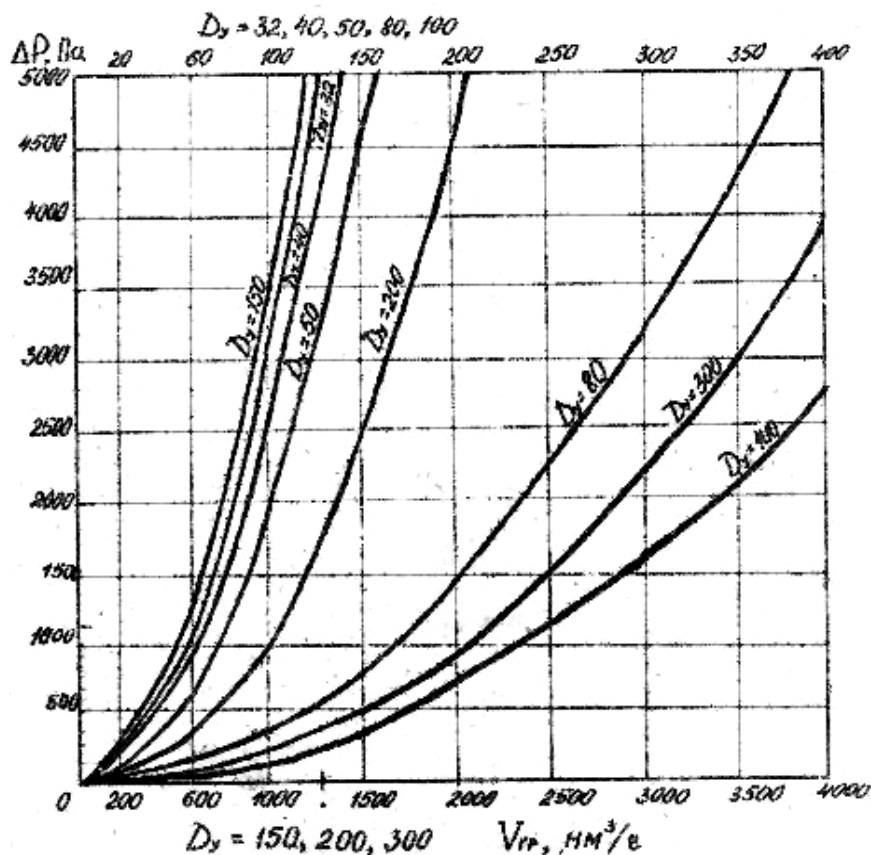


Рисунок 4.1 – График для подбора волосяного фильтра

Условный диаметр волосяного фильтра принимают по условному диаметру регулятора давления d_y . Затем на графике по расходу $P_{гр} = P_p$ (при этом отпадает необходимость перерасчета и определения перепада давления ΔP по этому параметру) находят $\Delta P_{гр}$. Если точка расхода выходит за пределы графика кривой данного диаметра, то $Q_{гр}$ берут меньшей, удобной для расчета величиной, но в пределах графика.

Действительную потерю давления в фильтре с условным диаметром d_y при расходе газа Q_p , $m^3/ч$, с плотностью ρ , kg/m^3 , и давлением P , МПа, определяют по формуле (4.6). Если $\Delta P > 2000$, то принимается фильтр с d_y на одну ступень больше и расчет повторяется.

4.2.3 Подбор предохранительных клапанов [2]

Предохранительные запорные клапаны (ПЗК) служат для автоматического отключения потока газа при повышении или понижении давления газа сверх установленных пределов. В ГРП ПЗК необходимо устанавливать перед регулятором давления, а импульс конечного давления к нему необходимо подводить от контролируемой точки газопровода, находящейся за регулято-

ром. ПЗК настраивают на срабатывание при повышении давления в контролируемой точке за регулятором давления более чем на 25%.

Наиболее часто в качестве ПЗК применяются клапаны типа ПКН и ПКВ. ПКН предназначен для контроля давления газа в газопроводах низкого давления, а ПКВ – высокого. Предохранительные запорные отсекающие клапаны типа ПКН и ПКВ поставляются комплектно с соответствующими регуляторами давления газа.

Предохранительные сбросные клапаны (ПСК) предназначены для сброса в атмосферу газа из газопровода за регулятором давления в случае недопустимого кратковременного повышения давления газа в сети.

Сброс газа от ПСК должен осуществляться на высоте не менее 1 м над карнизом здания. Сбросные трубопроводы должны иметь минимальное количество местных сопротивлений (поворотов и т.д.) и должны быть снабжены устройствами, исключающими возможность прямого попадания в них атмосферных осадков.

Из пружинных предохранительных сбросных устройств наибольшее распространение получил клапан типа ПСК-50. Подводящий трубопровод предохранительно-сбросного клапана необходимо подсоединять к газопроводу за регулятором давления и после расходомера. Сброс газа от ПСК должен осуществляться через сбросные трубопроводы, которые необходимо выводить наружу.

Таблица 4.3

Характеристики фильтров газовых

Наименование параметров	Значение параметров					
	ФГ 1,1-25-12	ФГ 3,2-50-1 2	ФГ12-80-12	ФГ18-100-12	ФГ25-150-12	ФГ37-200-12
Условный проход, мм	25	50	80	100	150	200
Давление рабочее, МПа, не более	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Давление пробное, МПа, не более	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Рабочая площадь фильтрующего элемента, м ²	0,067	0,067	0,18	0,18	0,24	0,24
Объем, м ³ , не более	0,0053	0,0053	0,0165	0,0165	0,0547	0,0547
Максимальный расход газа (в пересчете на нормальные условия), м ³ /ч, не более, при входном давлении				
1,6 МПа	-	-	-	-	-	-
1,2 МПа	1100	3200	12000	18000	25000	37000
0,6 МПа	800	2000	7900	10200	16500	26600
0,3 МПа	500	1000	4300	5900	11400	16200
Допустимый перепад давления фильтрующем элементе, кПа	10	10	10	10	10	10
Эффективность фильтрации, %, не менее, для частиц 50 мкм	98	98			99	99
Габаритные размеры, мм, не более				
длина	440	440	575	575	690	690
ширина	255	255	405	405	520	520
высота	577	577	750	750	1610	1610
Масса, кг, не более	33	35	100	105	200	220

5 ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ СТАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ

Для стальных газопроводов следует предусматривать защиту от коррозии, вызываемой окружающей средой и блуждающими токами. Защиту от коррозии следует предусматривать в соответствии с требованиями ГОСТ 9.602-2005 и [1].

5.1 Пассивная защита газопроводов от коррозии

К пассивным методам относится покрытие газопроводов изоляционными материалами.

Изоляционные покрытия должны отвечать следующим требованиям: иметь достаточную механическую прочность и пластичность; иметь хорошую прилипаемость к металлу, из которого изготовлены трубы; не подвергаться разрушению от биологического воздействия; не содержать вредных компонентов, способствующих коррозии металла; обладать диэлектрическими свойствами; необходимой водонепроницаемостью и монолитностью покрытия. Все изоляционные материалы должны быть сертифицированы [3].

В зависимости от количества нанесенных слоев эмали и усиливающих оберток, изоляция подразделяется на нормальную, усиленную и весьма усиленную. При низкой коррозионной активности грунта применяют нормальную изоляцию, при средней – усиленную, а в остальных случаях – весьма усиленную изоляцию.

Независимо от коррозионной агрессивности грунта применяют защитные покрытия весьма усиленного типа для:

- стальных трубопроводов, прокладываемых непосредственно в земле в пределах территорий городов, населенных пунктов и промышленных предприятий;
- газопроводов с давлением газа до 1,2 МПа, предназначенных для газоснабжения городов, населенных пунктов и промышленных предприятий, но прокладываемых вне их территории;
- стальных резервуаров, устанавливаемых в грунт или обвалованных грунтом.

Изоляционное покрытие, будучи диэлектрическим, водонепроницаемым, химически инертным по отношению к стали и грунту, обеспечивает многолетнюю эксплуатацию газопроводов.

Исходя из климатологического района, в котором осуществляется прокладка газопровода, принимается коррозионная активность грунта.

Для территории Республики Беларусь характерна средняя коррозионная активность грунта. В данном случае принимается усиленный тип изоляции газопровода, состоящего из следующих слоев:

- грунтовка битумная или битумно-полимерная;
- мастика битумно-минеральная или битумно-полимерная = 2,5 – 3 мм;
- стеклохолст;
- мастика битумно-минеральная или битумно-полимерная = 2,5 – 3 мм;
- стеклохолст;
- мастика битумно-минеральная или битумно-полимерная = 2,5 – 3 мм;
- слой наружной обёртки из крафт-бумаги.

Общая толщина такого покрытия должна составлять не менее 9.0 мм.

В настоящее время для защиты газопроводов от коррозии применяют также различные изоляционные покрытия, изготовленные на основе полимерных материалов. Весьма усиленная изоляция, разработанная на основе полимерных лент, имеет следующую структуру: грунтовка (0,1 мм), липкая лента в три слоя (не менее 1,1 мм), наружная обертка [2].

5.2. Активная защита газопроводов от коррозии [2]

К активным методам защиты от коррозии относится: катодная и протекторная защита; электрический дренаж; электроды для опорного заземления, изолирующие фланцы.

Выбор трассы газопроводов необходимо осуществлять с учетом стоимости защиты их от коррозии.

Для защиты газопроводов от коррозии, вызываемой наличием блуждающих токов, необходимо применять дренажную защиту (поляризованные или усиленные дренажи).

В случае, когда применение поляризованных и усиленных дренажей по технико-экономическим соображениям неэффективно, применяют катодную защиту.

Для защиты газопроводов от коррозии, вызываемой блуждающими токами в анодных и знакопеременных зонах, необходимо применять протек-

торную защиту (анодные протекторы). В этом случае величина блуждающих токов будет скомпенсирована током протектора.

Установки автоматической катодной защиты состоят из катодной станции (преобразователя), анодного заземления, неполяризуемого электрода сравнения длительного действия, датчика электрохимического потенциала, а также соединительных кабелей.

Катодные станции КСС – 150, КСС – 300, КСС – 600, КСС – 1200 изготавливаются как с блоками селеновых, так и с блоками кремниевых выпрямителей.



Рисунок 5.1 – Устройство электрохимзащиты стального газопровода

ЛИТЕРАТУРА

1. ТКП 45-4.02-267-2012. Газораспределение и газопотребление. Строительные нормы проектирования
2. Булах В.В. Учебно-методический комплекс «Газоснабжение»
3. А.А.Ионин Газоснабжение. М.: Стройиздат, 1989. – 439с.
4. Н.А.Скафтымов Основы газоснабжения. Л.:»Недра», 1975. – 343с.
5. ГОСТ 21.101-93 Основные требования к рабочей документации. Мн.: Минстройархитектуры Республики Беларусь, 1995.
6. Кремнева И.Г. Методические указания к оформлению дипломного проекта.
7. СНБ 2.04.02-2000. Строительная климатология.
8. ТКП 45-4.03-68-2007 Распределительные газопроводы. Порядок гидравлического расчета.
9. ТКП 45-2.04-196-2010 Тепловая защита зданий. Теплоэнергетические характеристики. Изм. 1

УО «Полоцкий государственный университет»

Инженерно-технологический факультет

Кафедра «Теплогазоснабжения и вентиляции»

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

по курсу «Газоснабжение»
на тему: «Газоснабжение района города»

Выполнил: _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Студент _____ курса группы _____

Проверил: _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Новополоцк 20__

Стандартные диаметры стальных труб

Основные размеры, мм, и масса, кг, труб стальных водогазопроводных легких по ГОСТ 3262-75*			Основные размеры, мм, и масса, кг, труб стальных водогазопроводных обыкновенных по ГОСТ 3262-75*		
Условный проход	Наружный диаметр на толщину стенки	Масса	Условный проход	Наружный диаметр на толщину стенки	Масса
10	17×2	0,74	10	17×2,2	0,8
15	21,3×2,5	1,16	15	21,3×2,8	1,28
20	26,8×2,5	1,5	20	26,8×2,8	1,66
25	33,5×2,8	2,12	25	33,5×3,2	2,39
32	42,3×2,8	2,73	32	42,3×3,2	3,09
40	4,8×3	3,33	40	4,8×3,5	3,84
50	60×3	4,22	50	60×3,5	4,38
65	75,5×3,2	5,71	65	75,5×4,0	7,05

Основные размеры, мм, и масса, кг, труб стальных электросварных прямошовных по ГОСТ 10704-75*					
Условный проход	Наружный диаметр на толщину стенки	Масса	Условный проход	Наружный диаметр на толщину стенки	Масса
10	14×2	0,49	80	89×3	6,36
15	18×2	0,79	100	108×3	7,77
20	25×2	1,13	125	133×3,2	10,25
25	32×3	2,15	150	159×4,5	17,15
32	38×3	2,59	200	219×5	26,39
40	45×3	3,11	250	273×7	45,92
50	57×3	4,00	300	325×7	54,89
65	76×3	5,40	350	377×7	63,87

Стандартные условные и наружные диаметры полиэтиленовых труб
в соответствии с СТБ ГОСТ Р 50838

Наружный диаметр, мм		SDR 17,6			SDR 11			Овальность после экструзии, не более, мм
		Внутренний диаметр и толщина стенки, мм						
Номинальный	Предельное отклонение среднего наружного диаметра	внутренний диаметр	Номинальная толщина стенки	Предельное отклонение толщины стенки	внутренний диаметр	Номинальная толщина стенки	Предельное отклонение толщины стенки	
20	0,3	—	—	—	15,4	2,3*	0,4	1,2
25	0,3	—	—	—	20,4	2,3	0,4	1,2
32	0,3	—	—	—	26	3	0,4	1,3
40	0,4	35,4	2,3	0,4	32,6	3,7	0,5	1,4
50	0,4	44,2	2,9	0,4	40,8	4,6	0,6	1,4
63	0,4	55,8	3,6	0,5	51,4	5,8	0,7	1,5
75	0,5	66,4	4,3	0,6	61,4	6,8	0,8	1,6
90	0,6	79,6	5,2	0,7	73,6	8,2	1	1,8
110	0,7	97,4	6,3	0,8	90	10	1,1	2,2
125	0,8	110,8	7,1	0,9	102,2	11,4	1,3	2,5
140	0,9	124	8	0,9	114,6	12,7	1,4	2,8
160	1	141,8	9,1	1,1	130,8	14,6	1,6	3,2
180	1,1	159,4	10,3	1,2	147,2	16,4	1,8	3,6
200	1,2	177,2	11,4	1,3	163,6	18,2	2	4
225	1,4	199,4	12,8	1,4	184	20,5	2,2	4,5
250	1,5	221,6	14,2	1,6	204,6	22,7	2,4	5
280	1,7	248,2	15,9	1,7	229,2	25,4	2,7	9,8
315	1,9	279,2	17,9	1,9	257,8	28,6	3	11,1

* Расчетное значение толщины стенки округлено до 2,3 мм для SDR 11.

Примечание - Номинальный наружный диаметр соответствует минимальному среднему наружному диаметру.

Климатические параметры холодного периода года

Область, пункт				Температура воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 $t_{но}$, °С	
1				2	
Витебская область		Минская область		Гродненская область	
1	2	1	2	1	2
Езерище	-	Вилейка	-24	Ошмяны	-
Верхнедвинск	-25	Борисов	-24	Лида	-22
Полоцк	-25	Воложин	-	Гродно	-22
Шарковщина	-24	Минск	-24	Новогрудок	-21
Витебск	-25	Березино	-	Волковыск	-21
Лынтупы	-	Столбцы	-		
Докшицы	-	Марьина Горка	-24		
Лепель	-24	Слуцк	-		
Сенно	-				
Орша	-				
Могилевская область		Брестская область		Гомельская область	
1	2	1	2	1	2
Горки	-26	Барановичи	-22	Жлобин	-24
Могилев	-24	Ганцевичи	-	Чечерск	-
Кличев	-	Ивацевичи	-	Октябрь	-
Славгород	-24	Пружаны	-22	Гомель	-24
Костюковичи	-	Высокое	-	Василевичи	-23
Бобруйск	-23	Полесский	-	Житковичи	-22
		Брест	-21	Мозырь	-
		Пинск	-21	Лельчицы	-
				Брагин	-22