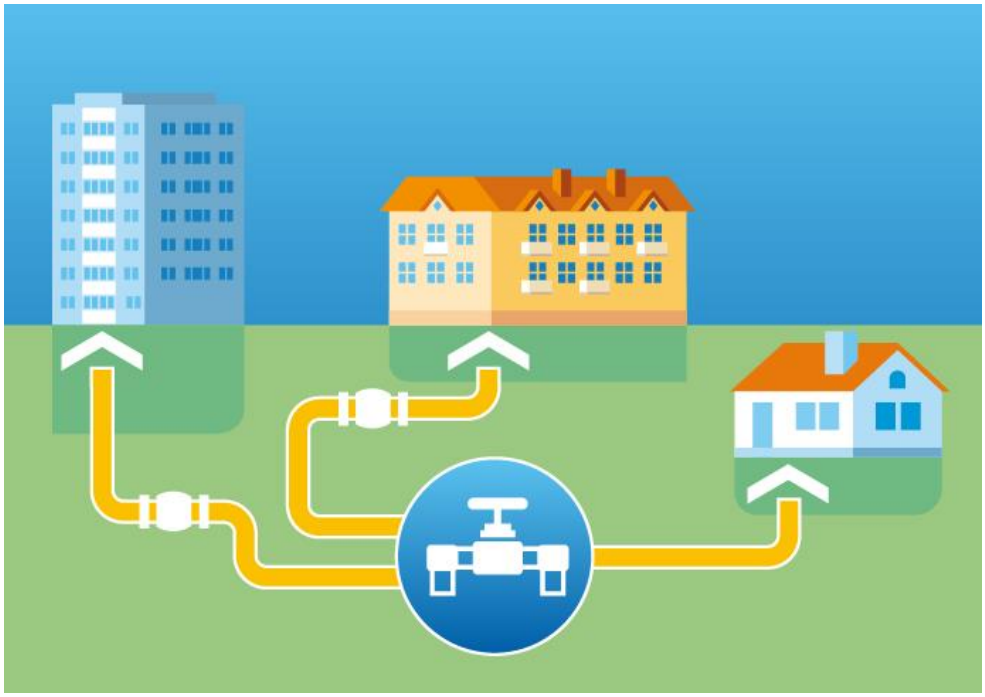
ПРИДНЕСТРОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. Т.Г. ШЕВЧЕНКО
БЕНДЕРСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ФИЛИАЛ

Кафедра инженерно-экологических систем

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГОРОДСКИХ СИСТЕМ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

Методические указания
для выполнения курсового проекта



Бендеры, 2020

УДК 629.063.2
ББК 38.763
П 79

Составитель
Е.В. Джевецкая, преподаватель кафедры «Инженерно-экологические системы»

Рецензенты:
С.С. Иванова, старший преподаватель кафедры «Инженерно-экологические системы»
А.Г. Усатый, директор филиала ООО «Тираспольтрансгаз-Приднестровье» в г. Бендеры.

П 79 – Проектирование городских систем газоснабжения: Методические указания / сост. Е.В. Джевецкая. – Бендеры, 2020. – 61 с.

Методические указания предназначены для выполнения курсового проекта «Проектирование городских систем газоснабжения» по дисциплине «Газоснабжение» и раздела ВКР по соответствующему направлению студентами дневной и заочной форм обучения направления Строительство профиля подготовки «Теплогазоснабжение и вентиляция».

Основной задачей методических указаний является освоение теории расчета и получение практических навыков проектирования газовых сетей и газоиспользующего оборудования.

УДК 629.063.2
ББК 38.763
П 79

Рекомендовано
НМС ПГУ им. Т.Г. Шевченко

© Джевецкая Е.В., составление, 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ…….. 4
1. СОСТАВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА……. 5
2. СОДЕРЖАНИЕ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА. 6
2.1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ГАЗА ПО СОСТАВУ…….. 6
2.2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ, ПРОЕКТИРУЕМОГО РАЙОНА ГОРОДА…… 10
2.3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГАЗОПОТРЕБЛЕНИЯ НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА…… 11
2.4. ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО КОЛИЧЕСТВА ГРП (ШРП)…… 21
2.5. ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ УЛИЧНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ 23
2.5.1. ТУПИКОВА СХЕМА ГАЗОСНАБЖЕНИЯ СРЕДНЕГО ДАВЛЕНИЯ…… 23
2.5.2 КОЛЬЦЕВАЯ СХЕМА ГАЗОСНАБЖЕНИЯ СРЕДНЕГО ДАВЛЕНИЯ…… 25
2.5.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДОВ ГАЗА НА ГАЗОПРОВОДЕ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ…… 28
2.5.4. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ГАЗОПРОВОДА НИЗКОГО
2.6. ДАВЛЕНИЯ…… 30
2.7. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ДВОРОВОГО ГАЗОПРОВОДА. 32
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ВНУТРЕННЕГО
2.8. ГАЗОПРОВОДА КОТЕЛЬНОЙ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ... 36
2.9. РАСЧЕТ ВЕНТИЛЯЦИИ КОТЕЛЬНОЙ……. 38
2.10. РАСЧЕТ ВЕНТИЛЯЦИИ КУХНИ……... 40
2.11. ПОДБОР ОБОРУДОВАНИЯ ГРП (ШРП)……... 41
РАСЧЕТ КАТОДНОЙ ЗАЩИТЫ……. 50
ЛИТЕРАТУРА……. 52
ПРИЛОЖЕНИЯ……..... 53

ПРЕДИСЛОВИЕ

Целями выполнения курсового проекта по дисциплине «Газоснабжение» являются: расчет газопотребления жилого квартала; выбор схемы газоснабжения; гидравлические расчеты — внутриквартальной кольцевой газовой сети низкого давления, кольцевых или тупиковых газопроводов среднего давления, внутренних тупиковых газопроводов низкого давления; подбор оборудования газорегуляторных пунктов, а также усвоение теоретического материала и приобретение навыков проектирования газовых сетей и газоиспользующего оборудования.

На сегодняшний день существует несколько алгоритмов гидравлического расчета и подбора оборудования систем газоснабжения. В данных методических указаниях был выбран наиболее оптимальный вариант расчета систем газоснабжения. Цель выбранного варианта — научить студентов основам проектирования систем газоснабжения.

Основная задача гидравлического расчета — выбор оптимальных диаметров трубопроводов. Расчеты ведутся при условии максимальных нагрузок с учетом работы всех газопотребляющих приборов.

Для проектирования системы газоснабжения города необходимы данные о годовом потреблении газа различными потребителями. Расчет годового потребления проводят согласно нормативной документации.

При проектировании системы газоснабжения разрабатывают ряд вариантов и производят их технико-экономическое сравнение. Для строительства применяют наивыгоднейший вариант. Двух-, трех- и многоступенчатые системы газоснабжения с газорегуляторными пунктами, располагаемыми в отапливаемых отдельно стоящих зданиях, с газопроводами нескольких ступеней давлений являются наиболее разработанными, распространенными, классическими городскими системами.

Системы газоснабжения любых объектов должны обеспечивать надежность и бесперебойность подачи газа. Основы повышения надежности закладываются на этапе проектирования системы газоснабжения, а дальнейшее повышение надежности достигается при строительстве и приемке в эксплуатацию подземных газопроводов и сооружений на них.

1. СОСТАВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект состоит из графической части и расчетно-пояснительной записки, которые оформляются в соответствии с требованиями действующих норм по оформлению технической документации.

1. Расчетно-пояснительная записка печатается через 1,5 интервала на одной стороне листа белой бумаги формата 210х297 мм (стандарта А4); должны соблюдаться следующие размеры полей: слева – 30 мм, справа, сверху и снизу 10 мм, объем расчетно-пояснительной записки – 35-40 страниц. Изложение текста должно быть сжатым, ясным, литературно и технически грамотным.

Расчетно-пояснительная записка должна содержать следующие разделы:

Задание на курсовой проект

Содержание

Введение

1. Общий раздел.

1.1 Характеристика генплана.

1.2 Характеристика используемого газа.

1.3 Обоснование принятых схем газоснабжения.

1.4 Защита газопроводов от коррозии.

2. Расчетно-технологический раздел

2.1 Определение характеристик газа по составу.

2.2 Определение численности населения, проектируемого района города.

2.3 Определение газопотребления населенного пункта.

2.4 Выбор оптимального количества ГРП (ШРП).

2.5 Гидравлический расчет газопровода среднего давления.

2.6 Определение расходов газа на газопроводе низкого давления.

2.7 Гидравлический расчет газопровода низкого давления.

2.8 Проектирование и расчет дворового газопровода.

2.9 Проектирование и расчет внутреннего газопровода котельной и общественных зданий.

2.10 Расчет вентиляции проектируемого объекта.

2.11 Подбор оборудования ГРП (ШРП).

2.12 Расчет катодной защиты.

3. Правила безопасности в газовом хозяйстве

Список используемой литературы

II Графическая часть проекта - выполняется на формате А1 и включает в себя:

- ✓ Общие указания. Спецификации газопроводов.
- ✓ Генплан проектируемого района города (М 1: 1000, М 1:500), с нанесением проектируемых газопроводов среднего и низкого давления, горизонталей, экспликация к генплану;
- ✓ Расчетные схемы газопроводов среднего и низкого давлений;
- ✓ Расчетная схема дворового газопровода (М 1:100);
- ✓ Технологическая схема ГРП (ШРП) (М 1:50, М 1:100);
- ✓ Деталировка.

При выполнении графической части заполнение листа должно быть не менее 80%.

2.СОДЕРЖАНИЕ РАСЧЕТНОЙ ЧАСТИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

2.1. Определение характеристик газа по составу

Природный газ – это полезное ископаемое в газообразном состоянии. Оно используется в очень широких пределах в качестве топлива. Но сам природный газ как таковой не используется как топливо, из него выделяют его составляющие для отдельного использования.

Состав природного газа. До 98% природного газа составляет метан, также в его состав входят гомологи метана - этан, пропан и бутан. Иногда могут присутствовать углекислый газ, сероводород и гелий. Таков состав природного газа.

Физические свойства. Природный газ бесцветен и не имеет запаха (в том случае, если не имеет в своём составе сероводорода), он легче воздуха. Горюч и взрывоопасен.

Свойства отдельных составляющих природного газа (рассмотрим подробный состав природного газа).

Метан (CH_4) – это бесцветный газ без запаха, легче воздуха. Горюч, но всё же его можно хранить с достаточной лёгкостью.

Этан (C_2H_6) – бесцветный газ без запаха, чуть тяжелее воздуха. Также горюч, но не используется как топливо.

Пропан (C_3H_8) – бесцветный газ без запаха, ядовит. У него имеется полезное свойство: пропан сжижается при небольшом давлении, что позволяет легко отделять его от примесей и транспортировать.

Бутан (C_4H_{10}) – по свойствам близок к пропану, но имеет более высокую плотность. Вдвое тяжелее воздуха.

Углекислый газ (CO_2) – бесцветный газ без запаха, но с кислым вкусом. В отличие от других компонентов природного газа (за исключением гелия), углекислый газ не горит. Углекислый газ – один из самых малотоксичных газов.

Гелий (He) – бесцветный, очень лёгкий (второй из самых лёгкий газов, после водорода) без цвета и запаха. Крайне инертен, при нормальных условиях

не реагирует ни с одним из веществ. Не горит. Не токсичен, но при повышенном давлении может вызывать наркоз, как и другие инертные газы.

Сероводород (H_2S) – бесцветный тяжелый газ с запахом тухлых яиц. Очень ядовит, даже при очень маленькой концентрации вызывает паралич обонятельного нерва. Свойства некоторых других газов, не входящих в состав природного газа, но имеющих применение, близкое к применению природного газа.

Этилен (C_2H_4) – Бесцветный газ с приятным запахом. По свойствам близок к этану, но отличается от него меньшей плотностью и горючестью.

Ацетилен (C_2H_2) – чрезвычайно горючий и взрывоопасный бесцветный газ. При сильном сжатии способен взрываться. Он не используется в быту из-за очень большого риска пожара или взрыва. Основное применение – в сварочных работах.

Плотность газа – масса газа в единице объема, кг/нм^3. Плотность смеси газов определяется по формуле:

$$\rho см = \rho 1 * \mathrm{Y}1 + \rho 2 * \mathrm{Y}2 + ... + \rho n * \mathrm{Y}n = \sum_{i=1}^{n} \rho i * \mathrm{Y}i, кг / м^3 \qquad (1)$$

где, $\rho 1, \rho 2, \rho n$ – плотность отдельных компонентов смеси газов, выбирается по заданию.

$\mathrm{Y}1, \mathrm{Y}2, \mathrm{Y}n$ – содержание отдельных компонентов в смеси газа в объемных долях единицы.

Теплота сгорания газа – количество тепла, выделяемое при сжигании единицы массы или объема газа, определяется по формуле:

$$Qсм = Q_l^l 1 * \mathrm{Y}1 + Q_l^l 2 * \mathrm{Y}2 + ... + Q_l^l n * \mathrm{Y}n = \sum_{i=1}^{n} Q_l^l i * \mathrm{Y}i, кДж / нм^3 \quad (2)$$

где $Q_l^l 1, Q_l^l 2, Q_l^l n$ – теплота сгорания газового компонента.

Таблица 1

Общая характеристика компонентов и теплота сгорания горючих газов

Газ	Объемная, ккал/м^3 (кДж/м^3)		Плотность при нормальных условиях
	$Q_В$	$Q_Н$	в газообразном состоянии, кг/м^3
Метан	9500(40157)	8540(35756)	0,7168
Этан	16643(69685)	15202(63652)	1,356
Пропан	23686(99173)	21767(91138)	2,0037
н-Бутан	30711(128590)	28309(118530)	2,7023
н-Пентан	37735(15800)	34913(146178)	3,457
Водород	3050(12780)	2570(10766)	0,0899
Окись углерода	3020(12660)	3020(12660)	1,25
Сероводород	6140(25419)	5660(23444)	1,5384
Азот	-	-	1,2505
Двуокись углерода	-	-	1,9769

Определение нижнего предела взрываемости.

Нижний предел взрываемости определяется по формуле:

$$L_н = \frac{1}{\frac{y_l}{L_{н1}} + \frac{y_2}{L_{н2}} + ... + \frac{y_n}{L_{нn}}}, \% \qquad (3)$$

где $L_{н1}$ $L_{н2}$ $L_{нn}$ – нижний предел взрываемости компонентов, входящих в газовую смесь, выбирается из таблицы 2.

y_1 y_2 y_n - содержание компонентов газа в долях единицы, входящих в газовую смесь.

Определение нижнего предела взрываемости, содержащей балластные примеси.

Определение нижнего предела взрываемости, содержащей балластные примеси определяется по формуле:

$$L'_н = L_н * \frac{\left(1 + \frac{a}{1-a}\right) * 100}{100 + L_н * \left(1 + \frac{a}{1-a}\right)}, \% \qquad (4)$$

где a – содержание балластных примесей в долях единицы.

$$a = y_{1н2s} + y_{2co2} + y_{3N2} \qquad (5)$$

$y_{1бал}$ - содержание компонентов, входящих в балластную примесь.

Определение верхнего предела взрываемости.

Верхнего предела взрываемости определяется по формуле:

$$L_B = \frac{1}{\frac{y_1}{L_{B1}} + \frac{y_2}{L_{B2}} + \ldots + \frac{y_n}{L_{Bn}}}, \% \qquad (6)$$

где $L_{в1}$ $L_{в2}$ $L_{вn}$ – верхний предел взрываемости компонентов, входящих в газовую смесь. (таблица 2).

y_1 y_2 y_n - содержание компонентов газа в долях единицы, входящих в газовую смесь.

Определение верхнего предела взрываемости, содержащей балластные примеси.

Определение верхнего предела взрываемости, содержащей балластные примеси определяется по формуле:

$$L'_B = L_B * \frac{\left(1 + \frac{a}{1-a}\right) * 100}{100 + L_B * \left(1 + \frac{a}{1-a}\right)}, \% \qquad (7)$$

где а – содержание балластных примесей в долях единицы.

Теоретически необходимое количество воздуха. Подсчет объема воздуха, необходимого для сгорания газа производят на основе уравнения горения компонентов, входящих в его состав. Для газообразного топлива, состоящего из предельных углеводородов, уравнение реакции горения представляют в виде:

$$Vm = 1/21*(0,5H_2+0,5CO+2CH_4+3C_2H_4+3,5C_2H_6+4,5C_3H_8+6C_4H_8+6,5C_4H_{10}+8C_5H_{12}+1,5H_2S-O_2),\ м^3 \qquad (8)$$

Таблица 2

Пределы воспламеняемости горючих газов и паров

Газ	Содержание горючего газа в газовоздушной смеси,%		Жаропроизводитльность. t_{max1}
	Нижний предел	Верхний предел	
Метан	5,3	15	2040
Ацетилен	2,5	81	-
Этилен	2,8	28,6	2280
Этан	3	12,5	2100
Пропилен	2,4	10,3	2225
Пропан	2,2	9,5	2110
изо-Бутан	1,8	8,4	2200
н-Бутан	1,9	8,5	2120
изо-Пентан	1,3	8	-
н-Пентан	1,4	7,8	2120
Водород	4,1	74,6	2235
Окись водорода	12,5	74,2	2370
Сероводород	4,3	45,5	-
Коксовый газ	5,6	31	2120
Водяной газ	6,2	72	-
Генераторный газ	20,7	73,7	1750
Природный газ	4,5	17	2040
Попутный газ	-	-	2030

2.2. Определение численности населения проектируемого района города (микрорайона)

Общая численность населения района подсчитывается, исходя из плотности жилого фонда (этажности застройки), размеров жилой площади на одного человека и площади каждого квартала.

Генплан микрорайона задается в масштабе: 1:500; 1:2500;1:5000; 1:10000.

По заданному генплану района города выполняем нумерацию кварталов с определением площадей квартала ***Fкв*** га, зная этажность застройки района города, находим плотность населения.

Принимают плотность населения ***a,*** чел/га, проживающего на одном гектаре площади микрорайонной застройки, с учетом этажности зданий по таблице 3.

Количество жителей квартала определяется по формуле:

$$N = F_{кв} * a \text{ , чел} \qquad (9)$$

F — площадь квартала, в га

а - плотность жителей на 1 га (таблица 3), чел/га

Таблица 3

Плотность населения на 1 га жилого района

наименование показателей	Индивид. и одноэтажные застройки	этажность застройки							
		2	3	4	5	6	7	8	9
кол-во жителей, чел.	100	222	289	311	356	378	400	422	467

При расчете населения площади микрорайона включают площадь школ, детских садов, детских ясель, предприятия торговли, оптового обслуживания. Расчет сводится в таблицу 4.

Таблица 4

№ кварталов	Размеры кварталов, axb, м	Площадь кварталов, $F_{кв}$,га	Плотность Населения, а , чел/га	Число жителей в квартале N, чел	Примечание
1	2	3	4	5	6
1 2 3 4 5 6					

Количество жителей микрорайона (поселка) определяется суммированием количества жителей кварталов:

$$N = \sum N_i, \text{ чел} \qquad (10)$$

2.3. Определение газопотребления населенного пункта

Первоочередной задачей при проектировании является определение количества газа, необходимого для подачи и распределения системы газоснабжения. Городские потребители расходуют газ неравномерно. Для

выявления особенностей неравномерности расхода газа городские потребители условно подразделяют на следующие основные категории:

а) бытовые (приготовление пищи и нагревание воды в квартирах жилых домов);

б) коммунально-бытовые (бани, прачечные, хлебозаводы, общественные, лечебные, детские и прочие учреждения);

в) отопление, вентиляция и централизованное горячее водоснабжение жилых, общественных и производственных зданий;

г) промышленное потребление для технологических и энергетических нужд предприятия;

д) потребление газа электростанциями для выработки электроэнергии, горячей воды и пара.

Расход газа определяют отдельно на каждого потребителя.

- **Определение годовых расходов газа**

Нормы годового расхода тепла на хозяйственно-бытовые и коммунальные нужды приведены в таблице 5. Годовой расход газа на бытовые нужды определяют по численности населения города (района) и нормам газопотребления на одного человека.

Годовой расход газа на коммунально-бытовые нужды определяют в зависимости от пропускной способности предприятия и норм расхода газа.

Руководствуясь (таблицей 5) и используя перечисленные выше данные, рассчитывают годовой расход газа на хозяйственные и коммунально-бытовые нужды по формуле:

$$V_у = K_о * \frac{q}{Q_l^l} * N \frac{нм^3}{год} \qquad (11)$$

где Q_l^l – низкая теплота сгорания газа, кДж/нм^3

N – количество людей, пользующихся газом

$K_о$ – коэффициент охвата данным видом газопотребления.

q – нормы потребления газа.

Таблица 5

Нормы расхода газа на коммунально-бытовые нужды

Потребители газа	Показатель потребления газа	Нормы расхода теплоты, МДж (тыс. ккал)
1. Жилые дома		
При наличии в квартире газовой плиты и централизованного горячего водоснабжения при газоснабжении:		
природным газом	На 1 чел. в год	2800 (660)
СУГ	То же	2540 (610)
При наличии в квартире газовой плиты и газового водонагревателя (при отсутствии централизованного горячего водоснабжения) при газоснабжении:		
природным газом	«	8000 (1900)
СУГ	«	7300 (1750)
При наличии в квартире газовой плиты и отсутствии централизованного горячего водоснабжения и газового водонагревателя при газоснабжении:		
природным газом	«	4600 (1100)
СУГ	«	4240 (1050)
2. Предприятия бытового обслуживания населения		
Фабрики-прачечные:		
на стирку белья в механизированных прачечных	На 1 т сухого белья	8800 (2100)
на стирку белья в немеханизированных прачечных с сушильными шкафами	То же	12 600 (3000)
на стирку белья в механизированных прачечных, включая сушку и глажение	«	18 800 (4500)
Дезкамеры:		
на дезинфекцию белья и одежды в паровых камерах	«	2240 (535)
на дезинфекцию белья и одежды в горячевоздушных камерах	«	1260 (300)
Бани:		

		Продолжение таблицы 5
мытье без ванн	На 1 помывку	40 (9,5)
мытье в ваннах	То же	50 (12)
3. Предприятия общественного питания		
Столовые, рестораны, кафе:		
на приготовление обедов (вне зависимости от пропускной способности предприятия)	На 1 обед	4,2 (1)
на приготовление завтраков или ужинов	На 1 завтрак или ужин	2,1 (0,5)
4. Учреждения здравоохранения		
Больницы, родильные дома:		
на приготовление пищи	На 1 койку в год	3200 (760)
на приготовление горячей воды для хозяйственно-бытовых нужд и лечебных процедур (без стирки белья)	То же	9200 (2200)
5. Предприятия по производству хлеба и кондитерских изделий		
Хлебозаводы, комбинаты, пекарни:		
на выпечку хлеба формового	На 1 т изделий	2500 (600)
на выпечку хлеба подового, батонов, булок, сдобы	То же	5450 (1300)
на выпечку кондитерских изделий (тортов, пирожных, печенья, пряников и т.п.)	«	7750 (1850)
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 (12 тыс. ккал) в год на одного учащегося.		

Таблица 6

Годовые расходы теплоты на приготовление кормов и подогрев воды для животных

Назначение расходуемого газа	Расход газа на одно животное	Нормы расхода теплоты на нужды животных, МДж (тыс. ккал)
Приготовление кормов для животных с учетом запаривания грубых кормов и корне-, клубнеплодов	1 лошадь 1 корову 1 свинью	1700 (400) 8400 (2000) 4200 (1000)
Подогрев воды для питья и санитарных целей	На одно животное	420 (100)

- **жилые дома:**

принимаем, что частично приходится для нужд пищеприготовления в жилых домах многоэтажной застройки 85% всего периода, так как остальные 15% питаются в столовой.

$$V_{y1} = 0{,}85 * \frac{(Ко_1 * 2800 + Ко_2 * 8000 + Ко_3 * 4600) * 10^3}{Q_l^l} * N \frac{нм^3}{год} \quad (12)$$

- **столовая:**

Количество расчетных единиц на общественное питание необходимо определять из условия, что столовые и рестораны посещают 25 - 30% всего населения. При этом считается, что каждый человек потребляет в день один обед и один ужин (завтрак). Принимаем15%- оставшееся население и 10%- приезжие:

$$V_{y2} = Ко * 300 * \frac{(2{,}1 + 4{,}2 + 2{,}1) * 10^3}{Q_l^l} * N \frac{нм^3}{год} \quad (13)$$

- **бани:**

При определении количества помывок можно исходить из расчета, что каждый человек моется один раз в неделю (52 помывки в год).

$$V_{y4} = 52 * Ко * \frac{50 * 10^3}{Q_l^l} * N \frac{нм^3}{год} \quad (14)$$

- дезинфицирующие камеры:

$$V_{y5} = Ко * \frac{100}{1000} * N * \frac{2240 \cdot 10^3}{Q^e{}_l}, \frac{нм^3}{год} \quad (15)$$

- прачечная:

определяется расход газа из расчета 100% стирки в прачечных и домашних условиях по 50%. Норма 100кг белья на 1 жителя в год:

$$V_{y6} = Ко * \frac{100}{1000} * N * \frac{18800 * 10^3}{Q^e{}_l}, \frac{нм^3}{год} \quad (16)$$

- больница:

Число расчетных единиц (коек) в больницах следует принимать по заданию на 1000 человек, а число расчетных единиц (посещений):

$$V_{y7} = \frac{Ко}{1000} * \frac{(3200 + 9200) * 10^3}{Q^l_l} * N \frac{нм^3}{год} \quad (17)$$

- **хлебозавод:**

Расчет расхода газа для хлебозаводов и пекарен следует производить из условия, что объем суточной выпечки на 1000 жителей составляет 0,6 - 0,8 тонн (по заданию).

$$V_{y8} = \frac{365}{1000} * \frac{(Ко * 2500 + Ко * 5450 + Ко * 7750) * 10^3}{Q^l_l} * N \frac{нм^3}{год} \quad (18)$$

- при потреблении газа на нужды школ и детских садов

В школах и вузах города газ может использоваться для лабораторных работ. Для этих целей принимают средний расход теплоты на одного учащегося или студента в размере 50 МДж/год. Таким образом, потребление теплоты школами и вузами может быть найдено по формуле:

$$V_{y9} = 0{,}19 * \frac{50 * 10^3}{Q^l_l} * N \frac{нм^3}{год} \quad (19)$$

- **мелкие предприятия:**

При проектировании сложных сетей невозможно учесть всех мелких потребителей (парикмахерские, ателье, аптеки, учреждения и др.) поэтому принимают, что такие потребители равномерно распределены по всей

территории застройки. Расход газа по них условно учитывается в объеме 5 % расхода газа населением в жилых домах п. 3.4 СНиП 42.01.11 ПМР расхода теплоты на жилые дома:

$$V_{y10} = 0{,}05 * V_{y1}, \frac{нм^3}{год} \qquad (20)$$

- **расчетный расход газа на отопление частного сектора:**

$$V_{y11} = 0{,}85 * \frac{50400}{Q_l^l} * N, \frac{нм^3}{год} \qquad (21)$$

- **расход газа на запарку кормов животным:**

$$V_{y12} = \frac{1000}{1000} * \frac{(8400 + 4200 + 1700) * 10^3}{Q_l^l}, \frac{нм^3}{год} \qquad (22)$$

- **расход газа на подогрев воды:**

$$V_{y13} = \frac{1000}{1000} * \frac{420 * 10^3}{Q_l^l}, \frac{нм^3}{год} \qquad (23)$$

➢ ***Котельные.***

Расход газа котельными с горячим водоснабжением определяется по формуле:

$$V_d^h = \frac{Q_{o\max}^1 + Q_{v\max}^1 + Q_{h\max}^1}{Q_l^l * \eta}, нм^3 / час \qquad (24)$$

где $Q_{o\max}^1, Q_{v\max}^1, Q_{h\max}^1$ – максимальные тепловые потоки на отопление, горячее водоснабжение и вентиляцию, кДж/час.

η – *КПД* котельных установок, принимается от 0,80 до 0,85 , для местных от 0,85 до 0,90

Q_l^l – теплота сгорания газовой смеси, кДж/нм^3.

$$Q_{o\max}^1 = q_o * A(1 + K_1), кДж / час \qquad (25)$$

где q_0 – показатель теплового потока на отопление жилых зданий на 1 м^2, равно принимается из температуры наружного воздух по городу Вт. Таблица 7.

Таблица 7

Укрупненные показатели максимального теплового потока на отопление жилых зданий на 1м^2 общей площади, Вт.

Этажность жилой постройки	Характеристика зданий	Расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления, °С										
		-5	- 10	- 15	-20	- 25	-30	-35	-40	-45	-50	- 55
Для постройки до 1985 г.												
1 - 2	Без учета и внедрения энергосберегающих мероприятий	148	154	160	205	213	230	234	237	242	255	271
3 - 4		95	102	109	117	126	134	144	150	160	169	179
5 и более		65	70	77	79	86	88	98	102	109	115	122
1 - 2	С учетом внедрения энергосберегающих мероприятий	147	153	160	194	201	218	222	225	230	242	257
3 - 4		90	97	103	111	119	128	137	140	152	160	171
5 и более		65	69	73	75	82	88	92	96	103	109	116
Для постройки после 1985 г.												
1 - 2	По новым типовым проектам	145	152	159	166	173	177	180	187	194	200	208
3 - 4		74	80	86	91	97	101	103	109	116	123	130
5 и более		65	67	70	73	81	87	87	95	100	102	108

Примечания:

1. Энергосберегающие мероприятия обеспечиваются проведением работ по утеплению зданий при капитальных и текущих ремонтах, направленных на снижение тепловых потерь.
2. Укрупненные показатели зданий по новым типовым проектам приведены с учетом внедрения прогрессивных архитектурно-планировочных решений и применения строительных конструкций с улучшенными теплофизическими свойствами, обеспечивающими снижение тепловых потерь.
3. Промежуточные значения определяем методом линейной интерполяции.

А – площадь отапливаемых зданий.

$$A=(15 \text{ или } 20)*N, \text{ м}^2 \qquad (26)$$

K_1 – коэффициент, учитывающий тепловой поток на отопление общественных зданий;

$K_1 = 0.25$

$$Q^1_{v\max} = q_o * A * K_1 * K_2, кДж/час \qquad (27)$$

где, K_2 – коэффициент, учитывающий тепловой поток на вентиляцию общественных зданий, построенных до 1985 года $K_2 = 0.4$, после 1985 года K_2=0,6

$$Q^1_{h\max} = 1.2 * 2.4 \frac{m(a+b)*(55-t_c)}{24} * c, кДж/час \qquad (28)$$

где 1,2; 2,4 – коэффициент часовой и суточной неравномерности потребления горячей воды.

m=N – число людей пользующихся горячей водой от котельной.

a, b – нормы расхода горя чей воды на 1 человека в сутки в жилых и общественных зданиях: a = 105 литров, b = 25 литров.

t_c - температура холодной водопроводной воды = 5^0 С.

С – теплоемкость воды, С = 4,2 кДж/кг. град.

➢ ***Промышленные предприятия.***

Расход газа промышленными предприятиями на технологические нужды определяются по данным технологических проектов предприятий. При отсутствии технологических проектов расхода газа предприятиями принимается самостоятельно или задается преподавателями (по заданию).

По окончании расчетов всех потребителей составляется сводная таблица часовых расходов газа.

Баланс газопотребления. (Таблица 9).

Расчетный расход газа определяется как доля годового расхода по формуле:

$$V^h_d = K^h_{max} * V_y \qquad (29)$$

K^h_{max} - коэффициент числового максимума.

Значения коэффициентов часового максимума расходов газа принимаются по таблице 8.

Таблица 8.

Коэффициент часового максимума расхода, Kmax

Число жителей, тыс. чел	K^h_{max}	Число жителей, тыс. чел	K^h_{max}
для населения			
1	1/1800	40	1/2500
2	1/2000	50	1/2600
3	1/2050	100	1/2800
5	1/2100	300	1/3000
10	1/2200	500	1/3300
20	1/2300	750	1/3500
30	1/2400	1000	1/3700
		2000 и более	1/4700
для предприятий			
Бани			1/2700
Прачечные, дезкамеры			1/2900
Общественного питания			1/2000
По производству хлеба и кондитерских изделий			1/6000

Значения коэффициентов часового максимума расходов газа на бытовые нужды (без отопления) в зависимости от числа жителей ***(K^h max)***, снабжаемых газом, приведены в табл. 4 СНиП ПМР 42-01-11, а на коммунально-бытовые нужды - в табл. 5. Значения коэффициентов часового максимума расхода газа по отраслям промышленности приведены в прил. 2 СНиП ПМР 42-01-11.

Таблица 9

ТАБЛИЦА БАЛАНСА ГАЗОПОТРЕБЛЕНИЯ.

Номер потребителя	**Наименование потребителя**	**Годовой расход газа, V_y, нм^3/год**	**Коэффициент часового максимума, K^h_{max}**	**Расчетный расход газа**	
				При равномерной распределенной нагрузке низкого давления	**При сосредоточенной нагрузке на среднее давление**
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
1	**Бытовые потребители**				
1.1	Жилые дома				
1.2	Отопление частного сектора				
1.3	Запарка кормов				
1.4	Подогрев воды				
2	**Коммунально-бытовые**				
2.1	Столовые				
2.2	Прачечные				
2.3	Дезинфицирующие камеры				
2.4	Бани				
2.5	Больница				
2.6	Хлебозавод				
2.7	Уч. заведения				
2.8	Мелкие предприятия				
3	**Котельные**				
3.1	Районные				
3.2	Автономные				
4	**Предприятия**				
4.1	Наименования				
4.2	Наименования				
				$\Sigma V^h_{d\ н/д}$=нм^3/ч	$\Sigma V^h_{d\ с/д}$=нм^3/ч
Общий расход газа на ГРС = $\Sigma V^h_{d\ н/д} + \Sigma V^h_{d\ с/д}$					

2.4. Выбор оптимального количества ГРП (ШРП).

Газорегуляторные пункты предназначены для снижения давления газа и поддержания его на заданном уровне независимо от расхода. Для городов с населением от 50 до 250 тысяч человек рекомендуется двухступенчатая система газоснабжения.

Из общей длины городских газопроводов обычно 70-80% составляют газопроводы низкого давления, и только 20-30% - среднего высокого давления. Поэтому выбор количества ГРП, питающих сеть низкого давления, необходимо производить на основе технико-экономических расчетов, исходя из принципа минимальных капиталовложений и эксплуатационных расходов.

Для ГРП, питающего сеть низкого давления, оптимальная производительность принимается в пределах 1500-2000м^3/ч при оптимальном радиусе действия 0,8-1 км с учетом этих показателей количество ГРП определяется по формуле:

$$n = \frac{\sum V^{h}_{дн/д}}{V_{опт} ГРП}, шт. \qquad (30)$$

где $\sum V^{h}_{дрн}$ – расход газа на все ГРП данного района из таблицы газопотребления.

$V_{опт} ГРП$ – оптимальная производительность одного **ГРП**, принимаем 1500-2000 нм^3/час.

$V_{опт}$ $ШРП$ - оптимальная производительность одного **ШРП** принимается 50-1000 нм^3/час.

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 нормы СНиПа

42-01-11 ПМР и правила безопасности Госгортехнадзора по размещению и допустимым расстояниям до здания, сооружений, дорог.

Если при расчете получается 2 и более ГРП, то необходимо определить расход газа отдельного района, отдельным ГРП:

$$V_{грп\ i} = V_{чел\ i} * n_{i,}\ нм^3/час \qquad (31)$$

$n_{i,}$ - количество человек питающегося от *одного* ГРП.

Генплан необходимо разделить на зоны действия ГРП и подсчитать количество людей жителей проживающих в каждой зоне, по таблице численности населения.

$V_{чел}$ - удельный расход газа на 1 человека, определяется по следующей формуле:

$$V_{на1чел} = \frac{\sum V^{h}_{dppp}}{N}, нм^3 \ / чел.час \qquad (32)$$

- ***Выбор и обоснование системы газоснабжения***

Для газоснабжения населенных мест применяются одноступенчатые, двух-, трёх- и многоступенчатые системы газоснабжения.

Выбор схемы газоснабжения (количество ступеней давления) производится исходя из следующих соображений: чем больше давление газа в газопроводе, тем меньше его диаметр и стоимость, но зато усложняется прокладка сети – необходимо выдерживать большие размеры до здания и сооружения, не по всем улицам можно проложить сеть высокого давления. С увеличением количества ступеней давления в системе добавляются новые газопроводы и ГРП, но уменьшаются диаметры последующих ступеней давления.

При проектировании городских сетей должны выдерживаться следующие принципы: кольцевание основных транзитных загородных магистралей, кольцевание транзитных внутригородских линий и питание их из нескольких точек. Для повышения надёжности желательно иметь два или несколько колец. Распределительные сети должно быть многократно кольцевыми с питанием их из нескольких пунктов и возможностью питания каждого участка с двух

сторон. Только для небольших посёлков можно применять тупиковые сети и питание из одной точки. Ответвления к микрорайонам, к отдельным группам зданий и дворовые сети устанавливаются тупиковыми.

2.5. Гидравлические расчеты уличных газопроводов.

2.5.1. Тупиковая схема газоснабжения среднего давления.

Начальное давление газа принимается по заданию (давление газа на выходе из газораспределительной станции - ГРС). Конечное давление газа при максимальной нагрузке газовой сети должно обеспечивать нормальную работу регулятора давления газа.

На расчетной схеме газопроводов среднего давления наносятся номера участков, расстояние между участками в километрах, расчетные расходы газа на каждом участке в м3/ч, наименование промышленных предприятий и их расходы, квартальные или районные котельные и газорегуляторные пункты и их расходы.

Гидравлический расчет распределительных сетей среднего давления производится следующим порядке:

1. Выбранную схему сети среднего давления (тупиковая) нумеруем по узловым точкам деления потоков газа. Назначаем расчетное направление движение газа от ГРС к наиболее удаленному потребителю. Нумерацию узлов начинаем от ГРС по выбранному расчетному направлению трассы, после чего в той же последовательности нумеруем участки ответвлений.

2. Определяем расчетные длины участков и суммарную протяженность трассы по принятому расчетному направлению:

Замеряем длину участка и переводим в километры, и заносим в колонку 2 таблицы 10.

Расчетную длину определяем по формуле:

$$l_p = 1{,}1 l_{дейст.}, км \qquad (33)$$

Где:

l_p – расчетная длина участка, км;

$l_{дейст.}$ – действительная длина участка, км.

Данные заносим в колонку 3.

3. Расчетные расходы на участках определяем суммированием :

$$V_р=\Sigma(V_р),\ м^3/час \qquad (34)$$

Расчетный расход берем со схемы газопровода, заносим в колонку 4.

4.Далее в колонке 5 определяем допустимый перепад давления по формуле:

$$A_{доп.} = \frac{P_{н^2} - P_{к^2}}{\sum lp} * 10^{10}, Па / км \qquad (35)$$

где $P_н$ – давление на выходе из ГРС(берется по заданию);

$P_к$ – конечное давление в конце сети зависит от вида потребителя, кг/см^2.

Конечное давление в сетях среднего давления следует принимать в зависимости от вида конечного потребителя, но обязательно на 0,5х10^5 Па выше начальных давлений последующих ступеней давления: с тем чтобы при максимальной нагрузки сети было обеспечено минимально допустимое давление перед регуляторами.

<u>Например, для сетей среднего давления, если конечный потребитель:</u>

<u>ГРП</u> (**ШРП**)- <u>в абсолютных значениях</u> **<u>1,5х10^5 Па</u>**

<u>ПРЕДПРИЯТИЕ</u> - <u>в абсолютных значениях</u> **<u>2,41х10^5 Па</u>**

когда **<u>НЕИЗВЕСТНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПОТРЕБИТЕЛЯ И КОТЕЛЬНАЯ</u>**

Рк=0,5х4х10^5 = **<u>2,1х10^{5}Па</u>**

5.Определяем диаметры на участках сети расчетного направления. По значению расходов V на участках и среднему значению $А_{доп,}$ выбираем диаметры, начиная от ГРС к конечному потребителю по номограмме (приложение 2).

6.Далее определяем диаметр газопровода по монограмме и фактические потери давления на участке по формуле:

$$\Delta P_{фак} = A_{фак} * L_{рас} * 10^{10}, Па \qquad (36)$$

7.Начальное давление определяем по формуле:

$$P_к = \sqrt{P_{н^2} - \Delta P_ф} * 10^5, Па \quad (37)$$

8. Рассчитываем ответвление. Порядок расчета такой же, как для основного расчетного направления. Величина начального давления на ответвлении соответствует давлению в точке подключения.

Данные, полученные при расчете, заносим в таблицу 10.

Таблица 10

Гидравлический расчет газопровода среднего давления.

№ участка	Длина, км		Расчетный расход газа	Допустим. потери давления, $A*10^{10}$ Па/м	Гидравлический расчет			Давление $*10^5$ Па	
	действ., $l_д$	расчет., $l_р=1,1l_д$			$d_н* \sigma$ мм	ФПД		$Р_н$	$Р_к$
						На 1 км. ($А_{фак}$)	На участок $\Delta P_{фак}$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Основное направление									
1-2									
2-3									
	Ответвление								

2.5.2. Кольцевая схема газоснабжения среднего давления.

Давление на выходе из ГРС принимаем равным максимально допустимому для среднего давления (*в курсовом проекте принимаем по заданию*). Давление перед конечными потребителями зависит от потребителя.

Расчёт кольцевой сети среднего давления производим при трёх режимах работы:

1) Аварийный режим I, при котором считаем, что повреждён и выключен определенный участок и газ движется по кольцу по часовой стрелке;

2) Аварийный режим II, при котором считаем, что повреждён и выключен определенный участок и газ движется по кольцу против часовой стрелки (в обоих случаях считаем, что потребители, присоединённые к повреждённой половине кольца, при аварийном режиме получают 50% от нормальной потребности в газе, остальные – все 100%);

3) Нормальный режим

Расчёт аварийного режима I производим в следующем порядке. Составляем расчётную схему кольца при аварийном режиме I. На схеме показаны все газопроводы среднего давления, ГРС, ГРП и потребители газа среднего давления. Нумеруем на расчётной схеме все узлы кольца и ответвления и проставляем длины участков сети.

Далее определяем и проставляем на расчётной схеме расчётные расходы газа по участкам сети.

Расходы газа на отводах к потребителям для верхней половины кольца принимаем равным 100% от расчетных расходов потребителей; на аварийной половине (нижней) - 50% от расходов потребителей.

Расходы газа на ответвлениях к нескольким потребителям и по участкам кольца определяем как сумму расходов участков, подсоединённых к концу рассчитываемого участка. Вычисления начинаем с конца кольца и выполняем по расчётной схеме.

Далее заполняем расчётную таблицу 11.

Диаметры участков сети подбираем, ориентируюсь на полученное среднее значение А (приложение 2). При расчётах кольца по аварийным режимам необходимо на одном-трёх последних участках кольца принимать заниженные значения А, так как при расчёте по другому аварийному режиму по последним участкам будут значительно больше расходы газа.

Расчет ответвлений.

Расчет ответвлений начинается с нормального режима. По номограмме для гидравлического расчета газопроводов среднего давления для известного расхода газа и среднеквадратичной потери давления на участке находим ближайший диаметр газопровода.

Начальное давление газа на участке ответвления принимается равным конечному давлению газа на участке для аварийных и нормального режимов движения потоков газообразного топлива.

Расчетные данные также вносим в таблицу 11.

Таблица 11

Гидравлический расчет газопровода среднего давления.

№ участков	Длина в км		Расчетный расход газа, V_d^h, м^3/ч	Доп. перепад дав., $A_{доп}$*10^{10}, Па/км	Окончательный расчет			Давление на 10^5, Па	
	Действительная, ℓ	Расчетная, 1,1ℓ			dн*δ, мм	Фактические потери давления		начальное, $P_н$	конечное, $P_к$
						на 1км, $A_{факт}$*10^{10}, Па/км	на участке, $\Delta P_{факт}$*10^{10}, Па		
1 Аварийный режим									
2 Аварийный режим									
Нормальный режим									
Ответвления									

По окончанию гидравлического расчета газопровода среднего давления составляется «Спецификация оборудования и материалов». (Приложение 5)

Использование полиэтиленовых труб для строительства распределительных газопроводов низкого давления

Длительный опыт эксплуатации стальных газопроводов показал, что в большинстве случаев нормативный срок их службы, составляющий 40 лет, не выдерживается.

Альтернативой стальным трубам стали трубы из полимерных материалов. Наиболее широкое применение в строительстве распределительных газопроводов из неметаллических труб получили полиэтиленовые, которые обладают рядом *положительных качеств* по сравнению со стальными:

- высокой коррозионной стойкостью к внешней среде и транспортируемому газу;
- незначительным весом и легкой обработкой труб;
- повышенной пропускной способностью (приблизительно на 20 %) благодаря гладкой поверхности (эквивалентная шероховатость стенки стальной трубы $k_э$ = 0,01 см, полиэтиленовой – $k_э$ = 0,002 или 0,0007 см);
- достаточно высокой прочностью при эластичности и гибкости;
- низкой газопроницаемостью;
- простотой и надежностью соединения;

- легкостью монтажа.

К недостаткам полиэтиленовых труб следует отнести:

- горючесть;
- изменение свойств под воздействием прямых солнечных лучей;
- деструкцию материала при температуре выше 30 □С;
- повышенную окисляемость при нагревании;
- высокий коэффициент линейного расширения (в интервале температур 20–30 □С);
- усталостные процессы.

2.5.3. Определение расходов газа газопровода низкого давления

1. Вычерчиваем в масштабе многокольцевую распределительную сеть, повторяющую очертания кварталов. Жилые и общественные здания подключаем к уличной распределительной сети через внутриквартальные газопроводы по нескольким вводам. Обычно вводы в кварталы проектируют после расчета уличной сети, поэтому расход на участках сети считается равномерно-распределенным, то есть имеет место допущение, что с каждого погонного метра распределительной сети отбирается одинаковое количество газа, называемое удельным расходом.

2. Узловым точкам в местах пересечения газопроводов присваиваем номера в произвольном порядке. Линейный отрезок сети, ограниченный двумя соседними точками, является расчетным участком.

3. Выбираем направления потоков газа, (направления обозначаем стрелками) по кратчайшим расстояниям к отдаленным точкам схода. Здесь стремимся к равенству расстояний растекания газа от ГРП до конечных точек сети. Конечные точки сети называются нулевыми.

4. Определяем расчетные расходы газа на участках сети. Количество газа, отбираемое на расчетном участке «по пути» называется путевым расходом.

Путевым расходом газа называется – расход на данном участке. Длины участка снимаем с генплана согласно масштабу.

В виду того, что участки данной сети нагружены неравномерно, поэтому вводят понятие коэффициента питания.

$К_{пит.}$= 1 при двухсторонней подаче газа.

$К_{пит.}$= 0,5 при односторонней подаче газа.

Заполняем графу 3 таблицы.

Определяем длину участка, приведенную к одинаковым условиям питания.

$$L_{пр}=К_{пит.}*l,\ м \qquad (38)$$

Заполняем графу 4.

Определяем расход газа на единицу приведенной длины по формуле:

$$V_{l_{пр}} = \frac{V_{шрп}}{\sum l_{пр}},\ м^3/час \qquad (39)$$

Заполняем графу 5.

Путевой расход газа определяем по формуле:

$$V_{пут.} = V_{l_{пр}} * l_{пр},\ нм^3/час \qquad (40)$$

Для проверки сумма $\sum V_{пут} = V_{шрп}$

Все вычисления заносим в таблицу 12

Таблица 12

Определение путевых расходов газа на участках распределительного газопровода.

№ участка	Длина участка l, м	Коэффициент питания $К_{пит}$	Приведенная длина $l_{пр}$, м	Удельный расход газа на 1м приведенной длины $V_{lпр}$	Путевой расход, $V_{пут.}$ $нм^3$/час
1	2	3	4	5	6
					$\Sigma V_{пут} = \Sigma V^h_{drп}$

Для возможности определения диаметра расчетного участка газопровода, вводим понятие эквивалентного расхода. Это такой сосредоточенный расход, который равен некоторой части путевого расхода, а на данном участке вызывает такие же потери, как путевой расход.

Определение эквивалентных, транзитных и расчетных расходов газа.

Vпут.	Vэкв.
Vтр.	V^h_d=Vрасч.

Из таблицы 10 в левую верхнюю часть заносим Vпут. Так как путевой расход величина переменная и изменяется от максимального значения в начале участка до «0» в конце участка, а диаметр трубопровода на данном участке будет один.

В многокольцевых сетях при неизвестном числе и местах подключения ответвлений расход определяем так:

$$V_э = 0{,}5 \cdot V_п, м^3 / ч \quad (41)$$

Расчетный расход определяем как сумма транзитного и эквивалентного расхода.

$$V_р = V_{тр} + 0{,}5 \cdot V_п, м^3 / ч \quad (42)$$

Транзитный расход – это расход последующих участков, проходящий по данному участку без изменения

$$Vтр. = \sum Vпут., нм^3/час. \quad (43)$$

После определения транзитных расходов на участках микрорайона, произведем проверку правильности расчета, например:

Для участков приближенных к ГРП определить транзитный расход по формуле:

$$Vтр. = \sum Vпут. + Vтр., нм^3/час. \quad (44)$$

Сумма путевых и транзитных расходов участков расходящихся от ГРП должен дать нагрузку на ГРП. (равную)

2.5.4. Гидравлический расчет газопровода низкого давления.

Кольцевые сети низкого давления рассчитываются <u>по направлениям или полукольцам.</u>

1.Графа 1-2 – заполняется аналогично графам из таблицы 12.

2. Графа 3. Определяем расчетные длины участков и суммарную протяженность трассы по принятому расчетному направлению или полукольцу:

Расчетную длину определяем по формуле:

$$l_{рас.} = l_{дейст.} * 1{,}1, м \quad (45)$$

Где:

$l_р$ – расчетная длина участка, м;

$l_{дейст.}$ – действительная длина участка, м.

3.В графу 4 таблицы заносим расходы газа на участках. Их значения берем из схемы. Чтобы определить диаметры необходимо знать допустимый перепад давления на единицу объема. Он определяется по формуле:

$$h_{доп} = \frac{\Delta P_{доп}}{\sum l_p}, Па / м \quad (46)$$

Суммарные потери давления газа от ГРП до наиболее удаленного прибора не должны превышать 1200 Па. Согласно заданным условиям давление на выходе из ГРП составляет 3000 Па, оптимальное давление в нулевой точке — 1800 Па. Исходя из вышеприведенных данных, потери давления при гидравлическом расчете невыгодных ветвей (наиболее протяженные участки от ГРП до нулевой точки) должны быть увязаны с допустимыми потерями давления — 1200 Па.

По номограмме , по величине расчетных расходов и удельной потере напора, подбираем диаметры расчетных участков и действительные потери на полукольцах. (приложение 4)

Определяем потери давления на участке.

$$\Delta P_{факт} = h_{факт} * l_p, Па \quad (47)$$

Подсчитываем суммарные потери напора на участках полуколец.

Сумма $\Delta P_{факт}$ приблизительно должна равняться 1200 Па. Лучший вариант давлений 1140-1260 Па.

В результате расчета кольца, исходя из предварительного распределения потоков, определяем невязку в кольце по формуле:

$$Невязка = \frac{\Delta P_{бол} - \Delta P_{мень}}{0{,}5 * (\Delta P_{бол} + \Delta P_{мень})} * 100\% \leq 10\% \quad (48)$$

Допустимая невязка 10%.

Определяем давление в каждой угловой точки сети по формуле:

$$P_{уч} = P_н - \Delta P_{факт}, Па \quad (49)$$

Таблица 13

Гидравлический расчет газопровода низкого давления.

Номер участка	Длина,м		Расчетый расход газа Vhd, нм3/час	Допустимые потери давления hдоп, Па	Предварительный гидравлический расчет			Невязка	Давление узловое x105, Па
	действ. lд	Расчетн .lд=1,1lр			dнxb, мм	ФПД			
						на 1 м, hф, Па/м	На участке $\Delta P_{факт}$, Па		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Полукольцо I (ГРП-1-2-3-4(0))									

По окончанию гидравлического расчета газопровода низкого давления составляется «Спецификация оборудования и материалов». (Приложение 5)

2.6. Проектирование и расчет дворового газопровода

На основании исходных данных жилого квартала в некоторых микрорайонах многоэтажных жилых домов установлены только газовые плиты, а в некоторых помимо газовых плит устанавливаются также водонагреватели.

Установку газовых плит в жилых зданиях следует предусматривать в помещениях кухонь высотой не менее 2,2 м, имеющих окно с форточкой (фрамугой) или конструкцией жалюзийного типа, вытяжной вентиляционный канал и естественное освещение. При этом объем помещения кухни должен быть не менее:

15 м^3 при установке 4-конфорочной газовой плиты;

12 м^3 при установке 3-конфорочной газовой плиты;

8 м^3 при установке 2-конфорочной газовой плиты.

Для выбора газовой плиты на основании заданной высоты кухни и других габаритных размеров кухонного помещения рассчитываем объем кухни.

Газопровод, проложенный от стены здания до места подключения газоиспользующего оборудования, называется внутренним (внутридомовым).

Газопровод прокладывают по фасаду на высоте 3 м от уровня земли, далее осуществляют ввод на первый этаж, устанавливают общий кран на вводе, а также краны для отключения каждого стояка. Ввод газа осуществляется в помещение кухонь, вертикальная разводка (стояки) также осуществляется по кухонным помещениям

В каждой кухне необходимо предусмотреть установку термозапорного клапана, который отключает подачу газа при температурах от 100 °С. Расход газа учитывают с помощью бытового газового счетчика, устанавливаемого на высоте 1,5 м от уровня пола. Перед каждым газовым прибором следует предусмотреть установку запорной арматуры (кран). Также краны устанавливают перед счетчиком газа. Расстояние от стен до газопровода должно быть не менее половины диаметра трубы.

На наружном газопроводе, на вводе в подъезд могут быть установлены продувочные пробки на резьбе диаметром не более 25 мм.

Подбор оборудования.

1. На схеме газопровода нумеруются участки сети. Узловые точки проставляются от самого удаленного участка до места врезки уличного газопровода, и в местах изменения расхода газа.

Расходы газа определяем по номинальным расходам газа приборами.

2. Номинальные расходы газа отдельными приборами определяются по формуле:

$$V^{h}{}_{d} = \frac{q}{Q^{e}{}_{l}} \text{ нм}^3\text{/час.} \qquad (50)$$

q= тепловая нагрузка прибора, кДж/час (по таблице 14)

Q_l^l – теплота сгорания газового компонента.

Таблица 14

Тепловая нагрузка прибора

Прибор	Расход газа		
	Ккал/час	кДж/час	$м^3$ /ч
Плита двухгорелочная без духового шкафа	3 200	13 440	0,4
То же, с духовым шкафом	6 000	25 200	0,75
Плита трехгорелочная с духовым шкафом	7 760	32 590	0,95
Плита четырехгорелочная с духовым шкафом	9 600	40 300	1,25
Водонагреватель проточный быстродействующий для ванн	18000-25000	75600-105000	2,3-3,2
То же для кухни	8 000	33 600	1,0
Водонагреватель емкостный с запасом воды 80 лит.	6 000	25 200	0,75
То же с запасом воды 120 лит.	12 000	50 400	1,5

3.Определения расхода газа на участках определяется по формуле:

$$V^{h}{}_{d} = \sum Ksim \frac{q}{Q^{e}{}_{l}} * n \text{ нм}^3\text{/час.} \qquad (51)$$

$\sum Ksim$ - коэффициент одновременности, принимается по таблице 15

n - количество однотипных приборов.

Таблица 15

Коэффициент одновременности

Число квартир	Коэффициент одновременности К в зависимости от установки в жилых домах газового			
	Плита четырех	Плита двух конфорочн	Плита четырех конфорочная и газовый проточный	Плита двух конфорочная и газовый проточный
1	1,000	1,000	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	0390
5	0,290	0,480	0,400	0375
6	0,280	0,410	0,392	0360
7	0,280	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

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

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

Таблица 16

Технические характеристики газовых водонагревателей.

Характеристика	Марка водонагревателя					Аппарат отопительный		
	ВПГ-18-1-3	ВПГ-20-	ВПГ-23	ВПГ-25-1-3-В	АГВ-80 (120)	АОГВ-10	АОГВ-15	АОГ В-20
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тепловая мощность основной горелки, кВт	20,93	23,26	23,26	29,075	6,98	11,63	17,45	23,26

Продолжение таблицы 16

Номинальный расход газа, м3/ч: природного	2,34-	2,58-	2,94	не более 2,94				
Коэффициент полезного действия, %. не менее	82	82	83	83	81	80	80	82
Расход воды при нагреве на 45°С, л/мин, не менее	5,4	6,1	7,0	7,6				
Давление воды перед аппаратом, МПа минимальное номинальное	0,049	0,049	0,060 0,150	0,049 0,150				
Разряжение в дымоходе для нормальной работы, Па	2	2	2	2	2	3	3	3
Габаритные размеры аппарата, мм высота	780 390	860	800 375	780 420	D 410	D 410		D 420
Масса аппарата, кг, не более	20	22	15,5	25		85	120	150
Диаметр подводящего газопровода, не менее, мм	25	25	25	25		32	20	20
Площадь отапливаемого помещения						75	100	150

4.Расчеты сводятся в таблицу:

Таблица 17

№ участка	Тип прибора	Кол-во однотипных приборов. n	Кол-во квартир на участке	Коэффициент одновре-менности $\sum Ksim$	Расход газа нм^3/час		
					Одним прибором	Всеми приборами	Расчетный на участке $V^h{}_d$
1	2	3	4	5	6	7	8
1-2							
2-3							

Гидравлические расчет дворового газопровода.

1. Действительная длина участков определяется по чертежу.
2. Определяем расчетную длину участков по формуле:

$$Lp = L*1.1, \text{ м} \qquad (52)$$

Подсчитывается сумма расчетных длин всех участков сети ΣLp.

3. Вычисляем допустимые потери давления на единицу длины

$$h_{доп} = \frac{\Delta P_{доп}}{\sum Lp}, \text{ Па/м} \qquad (53)$$

$\Delta P_{доп}$ - допустимые перепад давления. Для многоэтажных зданий в расчетах принимается 350 Па, для одноэтажных 250 Па.

Далее, пользуясь номограммой (приложение 3) по значениям расхода газа и допустимым потерям давления определяются диаметры и фактические потери давления.

Все расчеты ведутся в табличной форме:

Таблица 18

Номер участка	Длина,м		Расчетый расход газа Vhd, нм3/час	Допустимые потери давления hдоп, Па	Предварительный гидравлический расчет		
	действ. lд	Расчетн .lд=1,1lр			dнxb, мм	ФПД	
						на 1 м, Δhф, Па/м	На участке ΔHф, Па
1	2	3	4	5	6	7	8

По окончанию гидравлического расчета дворового газопровода низкого давления составляется «Спецификация оборудования и материалов». (Приложение 5)

2.7. Проектирование и расчет внутреннего газопровода котельной и общественных зданий

Подбор оборудования.

Для отопления зданий выбираем газовые котлы по метражу помещения.

1. Определяем расход газа одним котлом:

$$B^h_d = Q_к / Q^l_l * \eta, \text{ нм}^3\text{/час} \qquad (54)$$

где $Q_к$ – тепловая мощность газового прибора кДж/час.

Q^l_l – теплота сгорания, кДж/нм^3.

η – коэффициент полезного действия газового прибора

2. Определяем количество котлов:

$$n = V^h_d / B^h_d, \text{ нм}^3\text{/час} \quad (55)$$

3. Определяем общий расход котельной:

$$V^h_{d\,max} = B^h_d * n, \text{ нм}^3\text{/час} \quad (56)$$

Гидравлический расчет внутреннего газопровода котельной и общественных зданий.

При расчете внутренних газопроводов низкого давления порядок расчета следующий.

Внутренний газопровод низкого давления разбивается на участки, измеряются действительные длины каждого участка.

Расчетную длину участка определяем:

$$L_р=1,2*l_д, \text{ м} \qquad (57)$$

где 1,2– процент линейных потерь. Принимаем 20% на местные сопротивления.

l – длина участка, м.

Допускаемый перепад давления:

$$h_{доп} = \frac{\Delta P_{доп}}{\sum l_p}, Па/м \qquad (58)$$

где, $\Delta P_{доп}$ – допустимый переход давления, Па $\Delta P_{доп} = 250 Па$

По расходу газа на участке и допустимому перепаду давления, определяем по номограмме (приложение 3) наружный диаметр и фактические потери.

Гидравлический расчет газопроводов.

Таблица 19.

№ участка	Длина, м		Расход газа V^h_d, нм^3/час	Допустимый перепад давления $h_д$, Па/м	dн х σ,	Ф П Д	
	Действ. $l_д$	Расчетная lр=1,2 $l_д$				На 1 метр $h_ф$, Па/м	На участке $\Delta P_ф$, Па
1	2	3	4	5	6	7	8
1-2							
		Σ					Σ≈250Па

По окончанию гидравлического расчета внутреннего газопровода низкого давления составляется «Спецификация оборудования и материалов». (Приложение 5)

2.8. Расчет вентиляции котельной.

Количество удаляемого воздуха:

$$L_{выш} = 3V_{раб}, м^3/час \quad (59)$$

где, $V_{раб}$ – рабочий объем помещения, м^3.

$$V_{раб} = V_{пом} - V_{обор}, м^3 \quad (60)$$

где, $V_{пом}$ – объем помещения, м^3.

$V_{обор}$ – объем, занимаемый оборудованием, м^3.

Площадь вытяжного отверстия:

$$F_{выт}=L_{выт}/3600, м^2 \quad (61)$$

Количество дефлекторов для вытяжки воздуха определяем по формуле:

$$n = \frac{F_{выт}}{f_д}, \text{ шт.} \quad (62)$$

где:

$f_д$ - площадь одного дефлектора (принимается по справочнику Щекина 2 том)

1. Расчёт приточной вентиляции.

Определяем необходимое количество приточного воздуха.

$$L_{прит}=L_{гор}-1,2*V_{раб} \quad (63)$$

где:

$L_{гор}$ – количество воздуха необходимое для горения

$$L_{гор} = \frac{1,13 * Q_н^р}{1000} * B_{кот} * \alpha \quad (64)$$

где:

α - коэффициент избытка воздуха = 1,4

$B_{кот}$ – расход газа котельной

Определяем площадь жалюзийных решёток.

$$F_{прит} = \frac{L_{прит}}{3600 * w} \text{ м}^2 \quad (65)$$

где:

w – скорость воздуха в приточных отверстиях 4 м/с

Определяем необходимое количество жалюзийных решёток.

$$n = \frac{F_{прит}}{f_p}\text{, шт} \qquad (66)$$

где:

f_p - площадь одной решётки (принимается по справочнику Щекина 2 том)

Расчет дымовой трубы (котельных)

Определяем секундный расход газа в дымовой трубе по формуле:

$$V_{сек} = \frac{V_d^h * V_г}{3600}, нм^{3/сек} \qquad (67)$$

где, Vг – объем дымовых газов, образующихся в дымовой трубке при сжигании 1м^3 газа.

V_d^h – расход газа котлом, нм^3/час.

Объем дымовых газов определяется суммированием объемов сухих газов и водяных паров:

$$V_2 = V_{C_2} + V_{H_2O}, м/м^3 \qquad (68)$$

где, V_{C_2} – теоретический объем дымовых газов, м/м^3.

$$V_{C_2} = V_{RO_2} + V_{N_2}, \qquad (69)$$

где, V_{RO_2} – объем 3-х атомных газов, м/м^3.

$$V_{RO_{25}} = 0{,}01(CO_2 + CO + H_2S + CH_4 + 2C_2H_6 + 3C_3H_8 + 4C_4H_{10} + 5C_5H_{12}) \qquad (70)$$

V_{N_2} – теоретический объем азота, м^3/нм^3.

$$V_{N_2} = 0{,}79V_o + \frac{N_2}{100}, \qquad (71)$$

где, V_o – теоретический расход воздуха, м^3/нм^3.

$$V_o = 0{,}0478(0{,}5CO + 0{,}5H_2 + 1{,}2H_2S + 2CH_4 + 3{,}5C_2H_6 + 6{,}5C_4H_{10} + 8C_5H_{12} - O_2)$$

V_{H_2O} – теоретический объем водных паров, м^3/нм^3

$$V_{H_2O} = 0.01(H_2 + H_2S + 2CH_4 + 4C_3H_8 + 3C_2H_6 + 5C_4H_{10} + 6C_5H_{12} + 0.124d_2) \qquad (72)$$

Определяем сечение дымовой трубы.

$$F = \frac{V_{сек}}{\omega}, м^2 \qquad (73)$$

где, ω – скорость дымовых газов в трубе, м/сек.

Диаметр дымовой трубы:

$$d = \sqrt{\frac{Fm}{0,785}} м^2 \quad (74)$$

Принимаем диаметр дымовой трубы.

Скорость дымовых газов в дымовой трубе:

$$W=V_{сек}/d_ф^2, \text{ м/с} \quad (75)$$

ПРИМЕЧАНИЕ:

В жилых домах частной застройки размеры дымового канала принимают в зависимости от высоты трубы и теплопроизводительности котла, поэтому принимаем канал с площадью поперечного сечения 196 см^2, размеры канала 140 х 140 см (в пол кирпича).

2.9. Расчёт вентиляции кухни.

Общеобменная вентиляция естественная. Размеры решёток общеобменной вентиляции определяются из расчёта обмена воздуха по кратности:

$$L_{выт} = V_{пом} \cdot K_р \text{, м}^3\text{/час} \quad (76)$$

где $К_р$ – коэффициент кратности воздухообмена принимается по справочнику в зависимости от назначения зданий.

$V_р$ – объём помещения в метрах.

Определяем сечение решётки по формуле:

$$F = \frac{L_{выт}}{3600 \cdot \omega} \text{, м}^2 \quad (77)$$

ω - скорость движения воздуха в вытяжной шахте. Принимается 1÷2,0 м/с

По значению F из приложения 7 подбирается необходимая жалюзийная решётка.

2.10. Подбор оборудования ГРП.

Исходные данные для подбора оборудования ГРП берутся по данным:

P_2 – абсолютное конечное давление после регулятора принимается 0,103 МПа

P_1 – абсолютное начальное давление перед регулятором, принимается по среднему давлению Рн, МПа

р – плотность газа, кг/нм^3

V_d^h – расчётный расход газа на ГРП, нм^3/час (принимается по расчетам низкого давления).

- **Подбор регулятора давления.**

Регулятор давления — разновидность регулирующей арматуры, служащее для поддержания постоянного давления газа в трубопроводе.

Регуляторы давления выбираются по расчётному (максимальному) расходу газа при требуемом перепаде давления. Пропускную способность регулятора рекомендуется принимать на 15-20% больше максимального расчётного расхода газа. Устойчивая работа регулятора будет при загрузке в пределах от 10 до 80% максимальной. Пропускная способность регулятора определяется по паспортным данным заводов изготовителей. Если условия работы регулятора отличаются от паспортых, необходимо сделать пересчёт производительности на рабочие условия по следующим формулам:

$$\text{При } \frac{P_2}{P_1} > 0{,}55 \quad V_d^h = 0{,}31\, V_п \sqrt{\frac{\Delta P * P_2}{p}} \text{ нм}^3\text{/час} \qquad (78)$$

$$\text{При } \frac{P_2}{P_1} \leq 0{,}55 \quad V_d^h = 15{,}7\, V_п \frac{P_1}{\sqrt{p}} \text{ нм}^3\text{/час} \qquad (79)$$

P_1 – абсолютное начальное давление перед регулятором МПа

P_2 – абсолютное конечное давление после регулятора МПа

р – плотность газа кг/нм^3

V_d^h– расчётный расход газа нм^3/ч

Р – требуемый перепад давления кПа

$$P = P_1 - P_2, \text{ кПа} \qquad (80)$$

По таблицам технических характеристик регуляторов давления подбирается необходимый регулятор с запасом по производительности.

Регуляторы давления газа

Серия RB 1200

Применение

Регулятор разработан для применения в бытовом секторе: плиты, горелки, печи, колонки, котлы, а также другая аппаратура потребления газа, которая требует точного и быстрого регулирования давления газа. Регуляторы могут устанавливаться в шкафных, и подключаться непосредственно к мембранным счетчикам газа.

Описание

RB 1200 – регулятор прямого действия, с нагруженной пружиной (рычажного типа), со встроенным предохранительно-сбросным клапаном (ПСК) и двумя предохранительно-запорными клапанами (ПЗК).

Таблица 20

Пропускная способность регуляторов RB 1200 (с ПЗК)

Рвх, бар	Максимальный расход (нм3/ч)
0,2	7
0,3	9
0,4	10,5
0,5	11
0,6	11,5
0,7	12
0,8	12,5
0,9	13
1	14
2	20
3	25
4	30
5	27
6	27

Серия RB 2012, 2112, 2212, 2312, 2612 (с ПЗК)

Применение

Регулятор разработан для применения в бытовом и коммерческом секторе: горелки, промышленные печи, колонки, котлы, а также другая аппаратура потребления газа, которая требует точного и быстрого регулирования давления газа.

Описание

RB 2000 – регулятор прямого действия, с нагруженной пружиной (рычажного типа), со встроенным предохранительно-сбросным клапаном (ПСК) и двумя предохранительно-запорными клапанами (ПЗК).

Таблица 21

Пропускная способность регуляторов RB 2012, 2112, 2212 (с ПЗК)

		RB 2012					RB 2112					RB 2212				
Рвх, бар	Рвых, мбар	20	50	100	300	400	20	50	100	300	400	20	50	100	300	400
0,35		25	20	15	-	-	30	25	20	-	-	35	30	28	-	-
0,5		35	28	22	20	-	40	30	25	22	-	45	35	32	30	-
0,6		35	29	23	21	-	40	31	28	24	-	50	38	36	33	-
0,7		35	30	24	22	18	40	32	30	26	22	55	42	38	35	32
0,8		35	29	24	22	19	44	55	59	49	40	57	45	43	39	36
0,9		35	28	25	22	20	45	58	66	52	42	60	47	47	44	42
1		35	27	25	22	20	45	60	68	55	45	60	48	48	46	45
1,5		32	28	25	23	23	45	56	65	65	41	60	52	50	48	45
2		30	30	28	25	22	40	36	32	28	27	58	58	55	52	50
3		30	31	29	26	24	39	36	32	29	27	59	59	57	54	52
4		30	32	30	26	25	38	35	32	30	27	60	60	58	55	55
5		28	28	26	25	25	35	38	35	32	30	65	64	64	62	60
6		28	28	26	25	25	35	38	35	32	30	65	64	64	62	60
7		25	24	22	22	20	35	36	36	34	34	65	65	63	62	60
8		25	24	22	22	20	35	36	36	34	34	65	65	63	62	60
9		25	25	23	21	20	35	37	36	34	34	65	65	63	62	60
10		25	25	24	20	20	35	37	35	33	33	65	64	62	62	60

Таблица 22

Пропускная способность регуляторов RB 2312, 2612 (с ПЗК)

		RB 2312 / RB 2312TR*					RB 2612 / RB2612TR*				
Рвх, бар	Рвых, мбар	20	50	100	300	400	20	50	100	300	400
0,35		35	36	32	-	-	38	35	30	-	-
0,5		65	60	52	55	-	65	60	55	52	-
0,6		65	61	57	55	-	67	66	62	60	-
0,7		65	62	60	55	55	70	68	65	63	60
0,8		65	63	65	57	55	80	78	74	70	68
0,9		65	64	68	59	55	100	100	105	85	80
1		65	65	70	60	53	110	110	117	95	87
1,5		65	64	64	65	61	110	105	105	115	110
2		75	80	90	85	70	105	104	130	120	110
3		73	75	80	77	65	95	94	110	110	100
4		70	68	65	62	59	80	80	78	80	75
5		68	70	65	63	60	75	80	78	75	75
6		68	70	63	61	60	74	76	73	72	69
7		65	65	60	58	55	72	70	65	60	58
8		65	65	60	58	55	72	70	65	60	58
9		65	64	58	54	53	71	68	64	60	57
10		65	62	55	52	50	70	65	62	60	55

Серия RB 3200 (с ПЗК)

Применение

Регулятор разработан для применения в коммерческом секторе: горелки, промышленные печи, колонки, котлы, а также другая аппаратура потребления газа, которая требует точного и быстрого регулирования давления газа. Регуляторы могут устанавливаться в шкафных, и подключаться непосредственно к счетчикам газа.

Описание

RB 3200 – регулятор прямого действия, с нагруженной пружиной (рычажного типа), со встроенным предохранительно-сбросным клапаном (ПСК) и двумя предохранительно-запорными клапанами (ПЗК).

Таблица 23

Пропускная способность регуляторов RB 3200 (с ПЗК)

Рвых, мбар		20	50	100	150	200	350
Рвх, бар	*Код пружины*	*20565168*	*20565166*	*20565150*	*20565151*	*20565150*	*20565151*
0,14		70	63	-	38	-	-
0,35		120	115	95	95	-	-
0,5		145	140	110	120	62	46
0,6		165	160	130	140	73	60
0,7		175	170	145	150	80	70
0,8		200	190	155	160	89	80
0,9		220	205	165	170	96	90
1		230	210	170	180	105	100
1,5		300	270	230	230	180	170
2		380	330	280	280	260	260
3		530	450	410	410	380	380
4		680	540	530	530	490	490
5		780	650	690	690	600	600
6		860	750	750	750	700	700
7		950	870	850	850	800	800
8		950	870	850	850	820	800
9		950	870	850	850	840	800
10		950	870	850	850	850	800

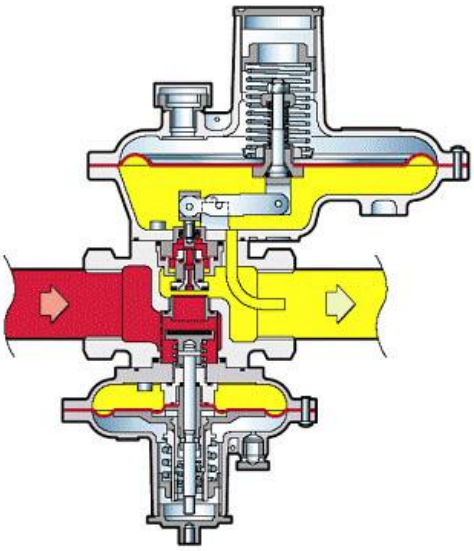


Рисунок 1.Регулятор давления серии RB 2000

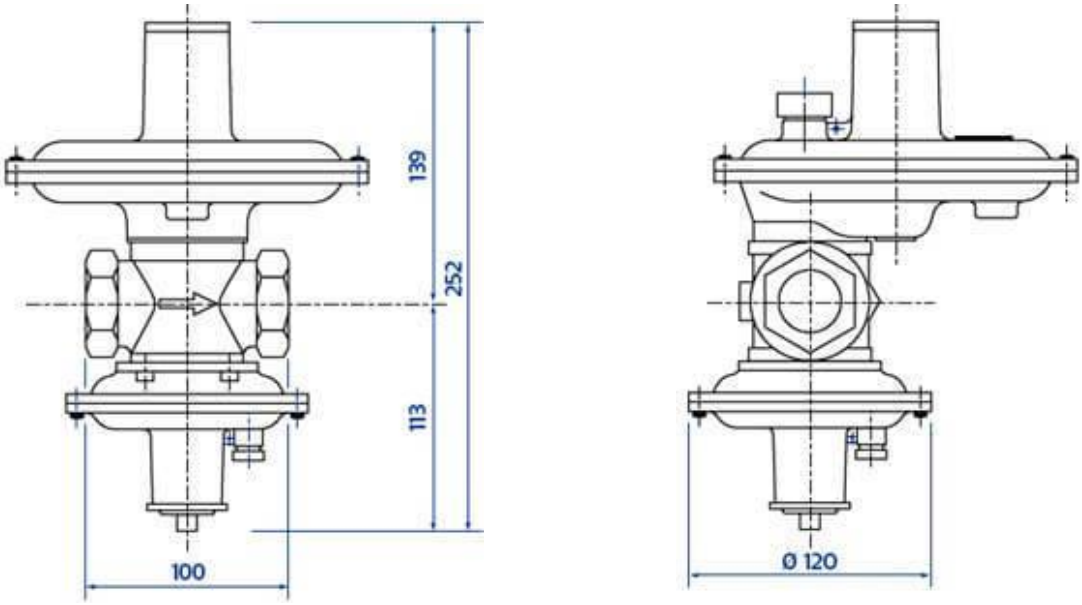


Рисунок 2. Габаритные размеры регуляторов RB 2000

- **Подбор фильтра.**

Задачей фильтра в ГРП или ГРУ является очистка газа от механических примесей: пыли, ржавчины, смолистых веществ и других твердых частиц. При этом фильтр должен пропускать весь газовый поток, не превышая допустимую потерю давления на себе, указанную в паспорте.

Фильтры подбираются по графику (рис.1), на котором показано падение давления в фильтрах в зависимости от пропускной способности при P=0,1 МПа и р=1 кг/нм^3.

Калибр фильтра выбирается из условия, что потери давления газа в фильтре

с чистой кассетой не должны превышать 40% от максимально допустимого перепада давления в фильтре в процессе эксплуатации - 10000 Па, то есть ΔР должен быть не более 0,4-10000 = 4000 Па .

Если расчетный расход газа больше 2000 м3/час, рекомендуется предусматривать установку цилиндрических сварных фильтров ФГ . Максимальная величина потерь давления на загрязненном фильтре ФГ составляет ΔР = 600 Па.[5]

Расчёт фильтра производится по формуле:

$$\Delta P = \frac{\Delta P_{\text{гр}}}{10} \left(\frac{V_d^h}{V_{\text{гр}}}\right)^2 \frac{p}{P_1}, \text{ Па} \qquad (81)$$

ΔР – искомая потеря давления, Па

$\Delta P_{\text{гр}}$ – потеря давления по графику, Па

V_d^h – расчётный расход газа, нм^3/ч

$V_{\text{гр}}$ – расход газа по графику, нм^3/ч

р – плотность проходящего через фильтр газа, кг/нм^3

P_1 – абсолютное давление газа перед фильтром, МПа

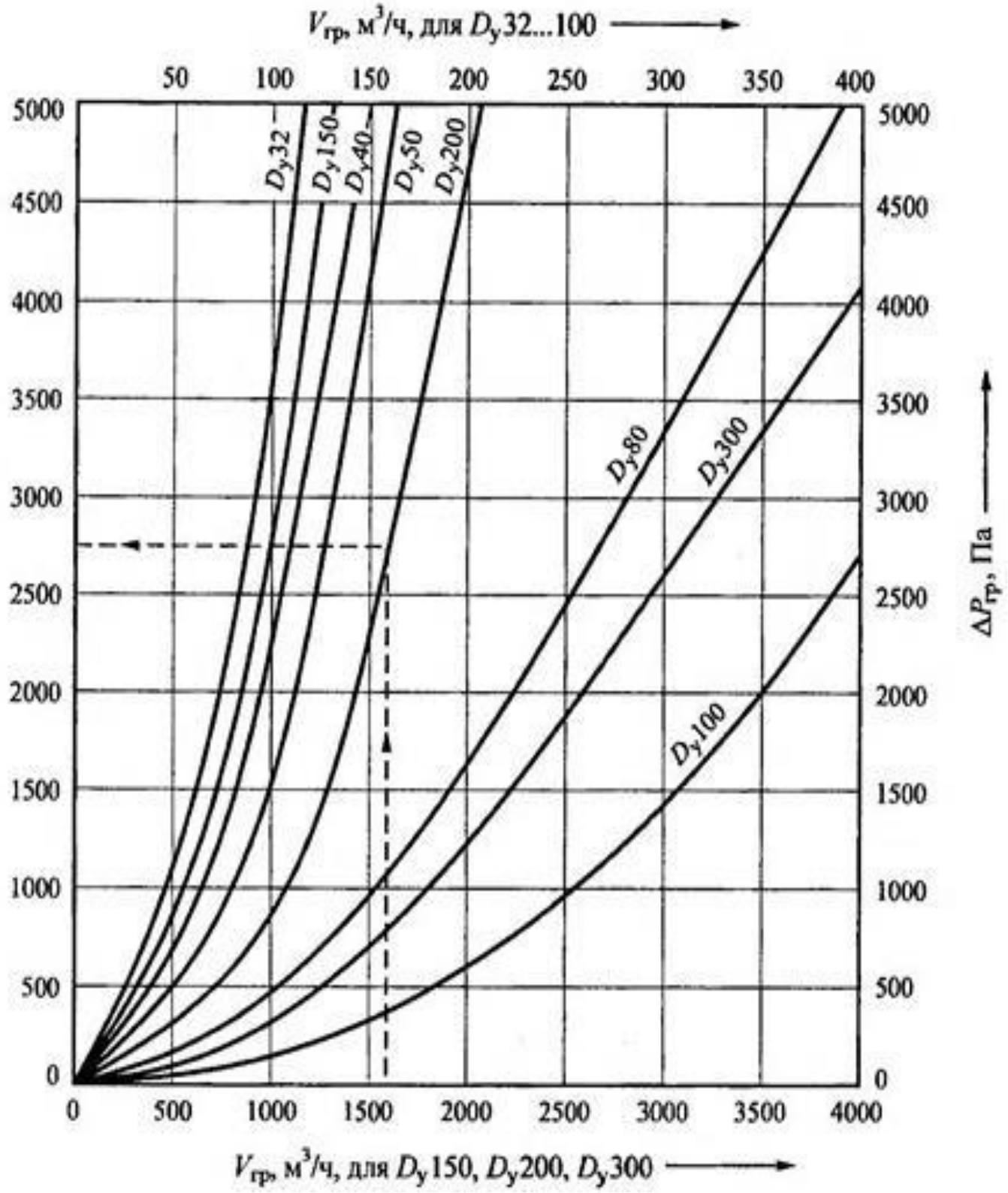


Рисунок 3. График падение давления в фильтрах

По таблицам технических характеристик газовых фильтров подбирается необходимый фильтр.

Фильтры газа VZF, ZFG, VZEF, ZEFG

Описание

Фильтры со сменными фильтрующими элементами устанавливаются для очистки газа от твердых частиц. Небольшие габариты, а также угловое исполнение позволяют использовать их в шкафных установках.

Технические характеристики

Типы VZF и ZFG											
DN	H1, mm	H2, mm	L, mm	Ø D, mm	Ø K, mm	b, mm	Ø d, mm	A*	Δ p*	x, mm	H3, mm
* 1"	126	64	125	55	-	-	-	1/2	-	35	90
25	126	64	140	115	85	18	14	1/2	1/4	35	90
40	210	90	210	150	110	22	18	1/2	1/4	71	120
50	210	90	210	165	125	22	18	1/2	1/4	71	120
80	376	125	270	200	160	24	18	1	1/4	131	210
100	463	143	320	220	180	25	18	1	1/4	180	235
150	677	173	400	285	240	26	22	1	1/4	295	300

*только тип VZF

Типы VZEF и ZEFG									
DN	H, mm	L, mm	Ø D, mm	Ø K, mm	b, mm	Ø d, mm	Δ p*	x, mm	H3, mm
25	87	78	115	85	18	14	1/4	35	90
50	123	123	165	125	22	18	1/4	70	120
80	259	134	200	160	24	18	1/4	131	210
100	319	159	220	180	24	18	1/4	180	235

Вес (кг)				
DN	VZF - 16, кг	VZEF - 16, кг	ZFG - 16, кг	ZEFG -16, кг
1"	1,7	-	-	-
25	2,0	2,0	6,0	5,5
40	6,7	-	-	-
50	7,0	7,0	16,0	14,0
80	12,0	10,0	30,0	25,0
100	19,0	14,0	48,0	37,0
150	42,0	-	115,0	-

Рисунок 4. Фильтры газа VZF, ZFG, VZEF, ZEFG

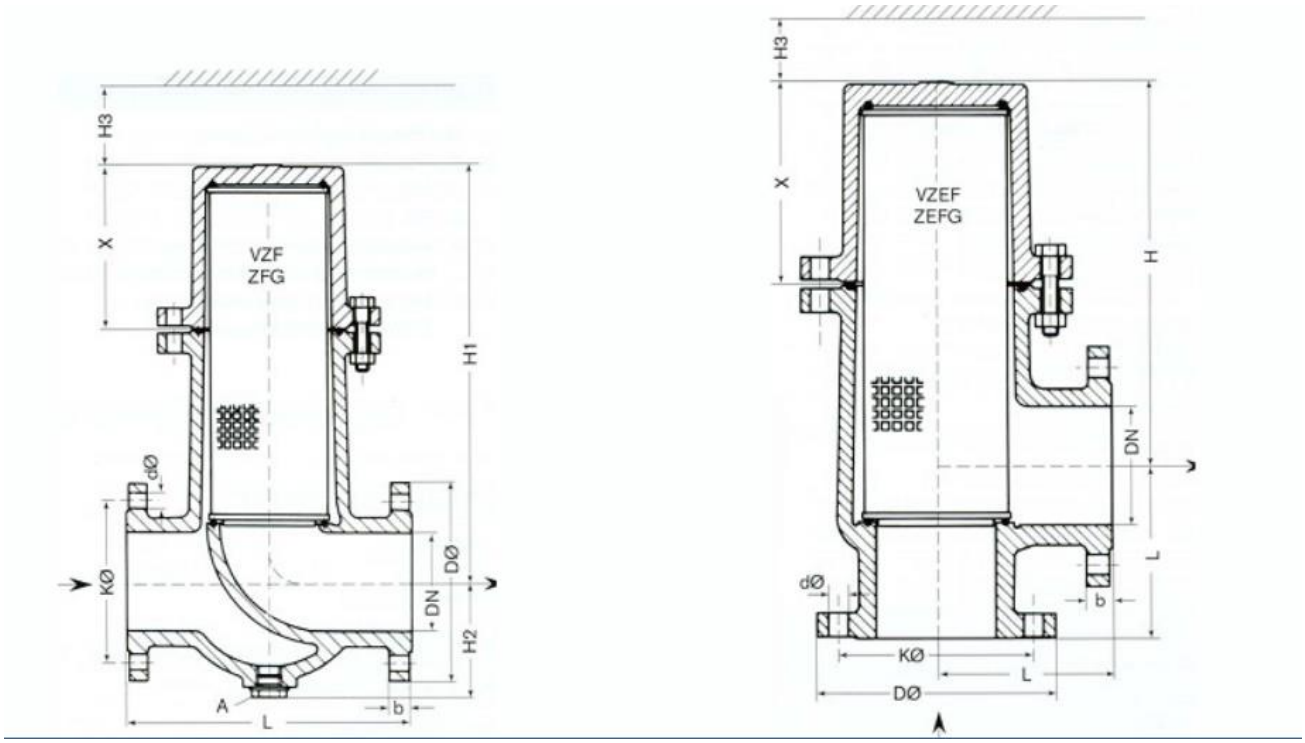


Рисунок 5. Габаритные размеры газового фильтра

- **Подбор предохранительного запорного клапана.**

ПЗК – служит для отключения подачи газа потребителю при недопустимом повышении или понижении давления газа за регулятор.

В соответствии с требованиями правил верхний предел срабатывания **ПЗК** не должен превышать максимальное рабочее давление газа после регулятора более чем на 25%. Нижний предел, устанавливаемый проектом, соответствует требованиям обеспечения устойчивой работы *газогорелочных* устройств, и уточняется при пусконаладочных работах.

Промышленность выпускает два типа ПЗК: ПКН и ПКВ. Первый следует применять в случаях, когда после ГРП или ГРУ поддерживается низкое давление, второй - среднее.

Подбор клапанов сводится к выбору условного диаметра, который принимается равным диаметру условного прохода газопровода или регулятора давления.

- **Подбор предохранительного сбросного клапана.**

ПСК должен обеспечивать сброс газа в атмосферу, исходя из условий кратковременного повышения давления, не влияющего на промышленную безопасность и нормальную работу газового оборудования потребителей.

Установку ПСК необходимо предусматривать за регулятором давления, а при наличии расходомера — после расходомера.

Предохранительные сбросные клапаны должны обеспечить сброс газа при превышении номинального рабочего давления после регулятора не более чем на 15%.

ПСК подбирается по пропускной способности регулятора давления. Пропускная способность ПСК должна составлять не менее 10% от пропускной способности регулятора давления или не менее пропускной способности наибольшего из клапанов.

2.11. Расчет катодной защиты.

Площадь поверхности, защищаемых газопроводов.

$$S_{г/п} = 3{,}14\sum_{i=1}^{m} d_i l_i, м^2 \qquad (82)$$

где, $S_{г/п}$ – площадь поверхности газопроводов, м^2

d_i – диаметр участка газопровода, мм

l_i – длина участка газопровода, м

Относительная площадь поверхности газопровода:

$$d = \frac{S_{г/п}}{S_{тер}}, м^2 / га \qquad (83)$$

где, $S_{тер}$ – площадь территории, га

Средняя плотность защитного тока:

$$j=20{,}1+(99-33{,}9d-4{,}96\rho)*10^{-3} мА/м^2. \qquad (84)$$

где, ρ – коррозионная активность грунта Ом/м; ρ =30…50 Ом/м.

Значение суммарного защитного тока:

$$I = \frac{1.3\, j * S_{гп}}{1000}, мА \qquad (85)$$

Число катодных станций:

$$n = \frac{I}{I_{кс}} = \frac{I}{25}, шт. \quad (86)$$

Фактическое значение суммарного защитного тока:

$$I^{ф}_{кс} = \frac{I}{n}, мА \quad (87)$$

Радиус действия:

$$R = 60\sqrt{\frac{I^{ф}_{кс} * S_{гп}}{j * S_{тер}}}, м \quad (88)$$

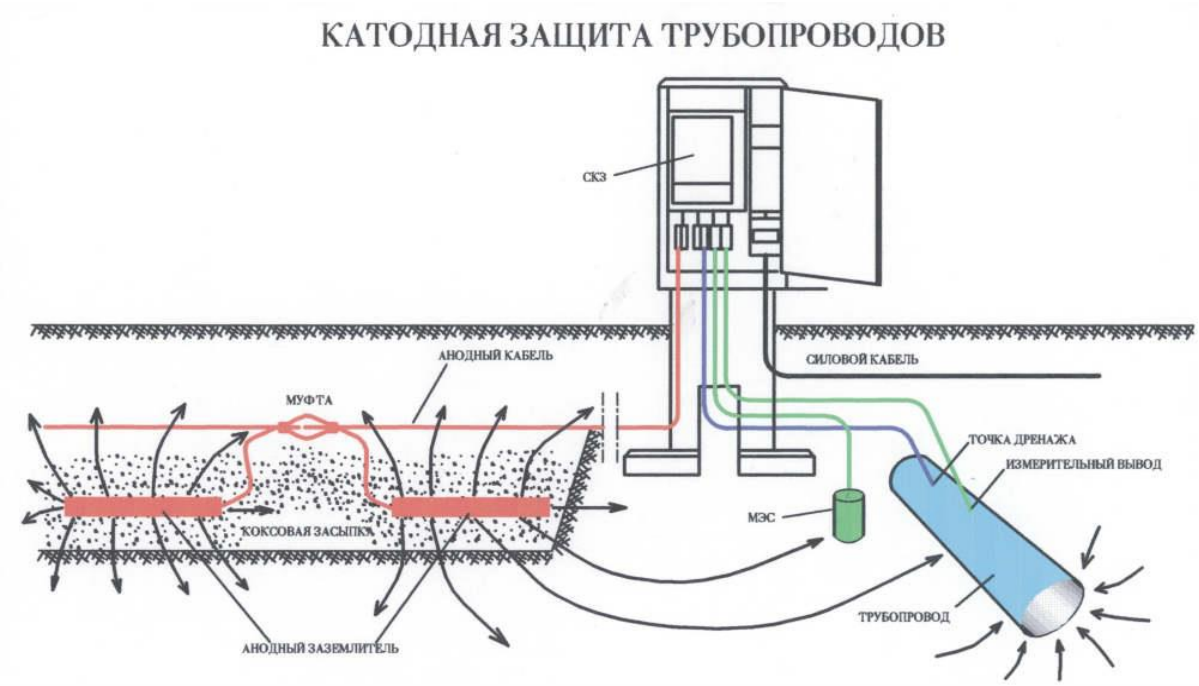


Рисунок 6. Станция катодной защиты

ЛИТЕРАТУРА:

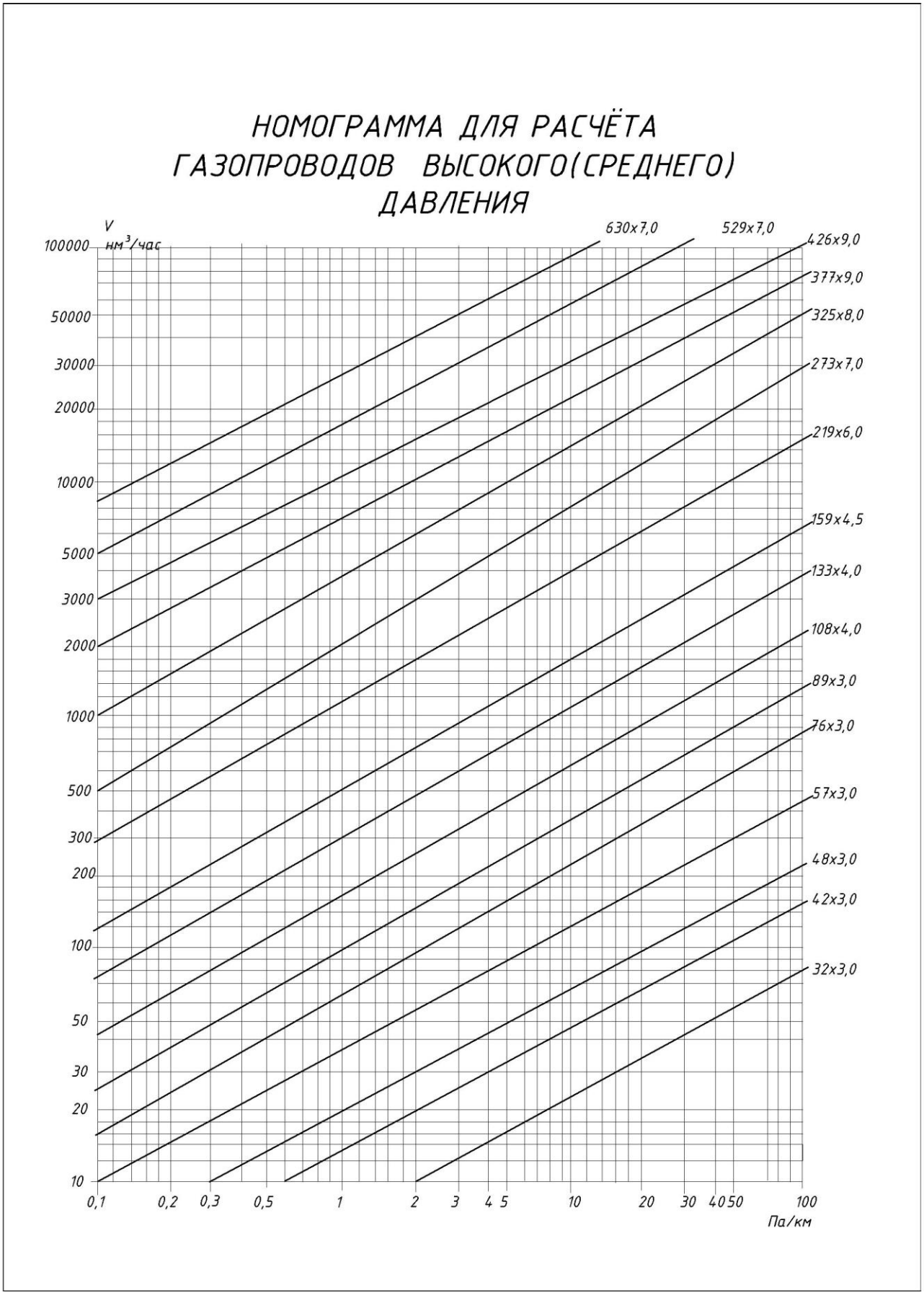
1. А.А. Блоштейн «Материалы и изделия для систем газоснабжения»/ (Библиотека мастера газового хозяйства), 1971. – 200 с.;
2. Ионин А.А., Жила В.А. Газоснабжение: учебник для вузов – М.: Изд-во АСВ, 2011. – 472 с.
3. Н. В. Колпакова Проектирование городских систем газоснабжения : учеб.-метод. пособие /; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2017. — 70 с.
4. Г.П. Комина, А.О. Прошутинский, Гидравлический расчет и проектирование газопровода – Учебное пособие, Санкт-Петербург, 2010г. – 148 с.
5. Б.М. Хрусталев и др. Теплоснабжение и вентиляция. Курсовое и дипломное проектирование. / Под ред. проф. Б.М. Хрусталева - М.: Изд-во АСВ, 2010. – 784 с.
6. РД 153-39.4-091-01. Инструкция по защите городских подземных трубопроводов от коррозии», Москва, 2002 г.
7. ГОСТ 21.610-85 СПДС. Газоснабжение, наружные газопроводы. Рабочие чертежи. 1986.
8. СНиП ПМР 42.01.11 «Газоснабжение».
9. СП 42-101-2003. Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб, Москва, 2003 г.
10. СП 42-103-2003 Проектирование и строительство газопроводов из полиэтиленовых труб и реконструкция изношенных газопроводов. Москва, 2003 г.
11. СТО Газпром 2-2.1-093-2006 Газораспределительные системы. Альбом типовых решений по проектированию и строительству (реконструкции) газопроводов с использованием полиэтиленовых труб. Москва, 2007
12. Каталог «Газового оборудования Actaris», Киев ,2005г.
13. Каталог «Сигнал – газовое оборудование», Энгельс,2010г.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

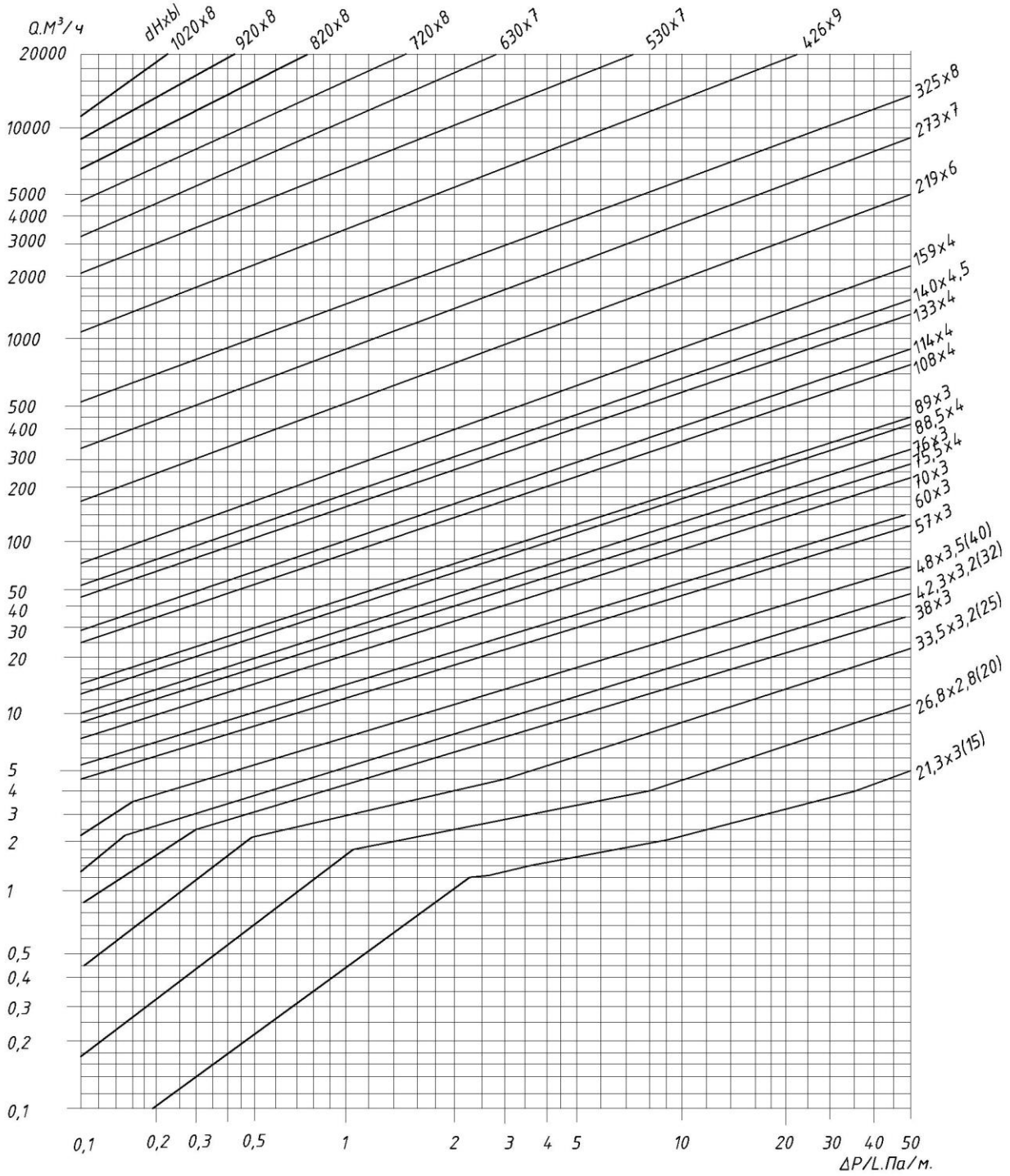
ПЛОТНОСТЬ И СОСТАВ (%) ГАЗОВЫХ ОСНОВНЫХ И ГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

№	Месторождение	CO2	H2	CH4	C2H6	C3H8	C4H10	C5H12	N2
1	Уренгойское	0,3		98,40	0,1				1,2
2	Ямбургское	0,1		98,6	0,1				1,2
3	Губкинское	0,5		96,9	0,3	0,1			2,2
4	Заполярное	0,2		99,3	0,1				0,4
5	Медвежье	0,5		97,3	1	0,1	0,1	0,1	0,5
6	Юбилейное	0,6		97,9					1,5
7	Мессояхское	0,5		97,5	0,11	0,02	0,01	0,02	1,84
8	Соленинское	0,5		95,38	3,1	0,08	0,34	0,1	0,5
9	Оренбургское	0,87	1,49	83,77	4,6	1,64	0,81	1,88	4,94
10	Вуктылское	0,1		75,1	8,9	3,6	1,5	6,4	4,4
11	Джанкойское	0,1		99,15	0,19				0,56
12	Западно –Крестищенское	0,22		93,75	3,02	0,95	0,32	0,24	1,5
13	Пролетарское	0,25		86,16	5,81	2,98	1,32	0,74	2,74
14	Солоховское	1		81,63	7,5	5,25	2,25	1	1,37
15	Щебелинское	2		91,07	3,26	0,59	0,18	0,6	1,3
16	Каипское	0,78		91,12	4,47	1,32	0,54	0,8	0,97
17	Астраханское	0,65		90,48	2,07	0,99	1,75	0,61	3,45

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

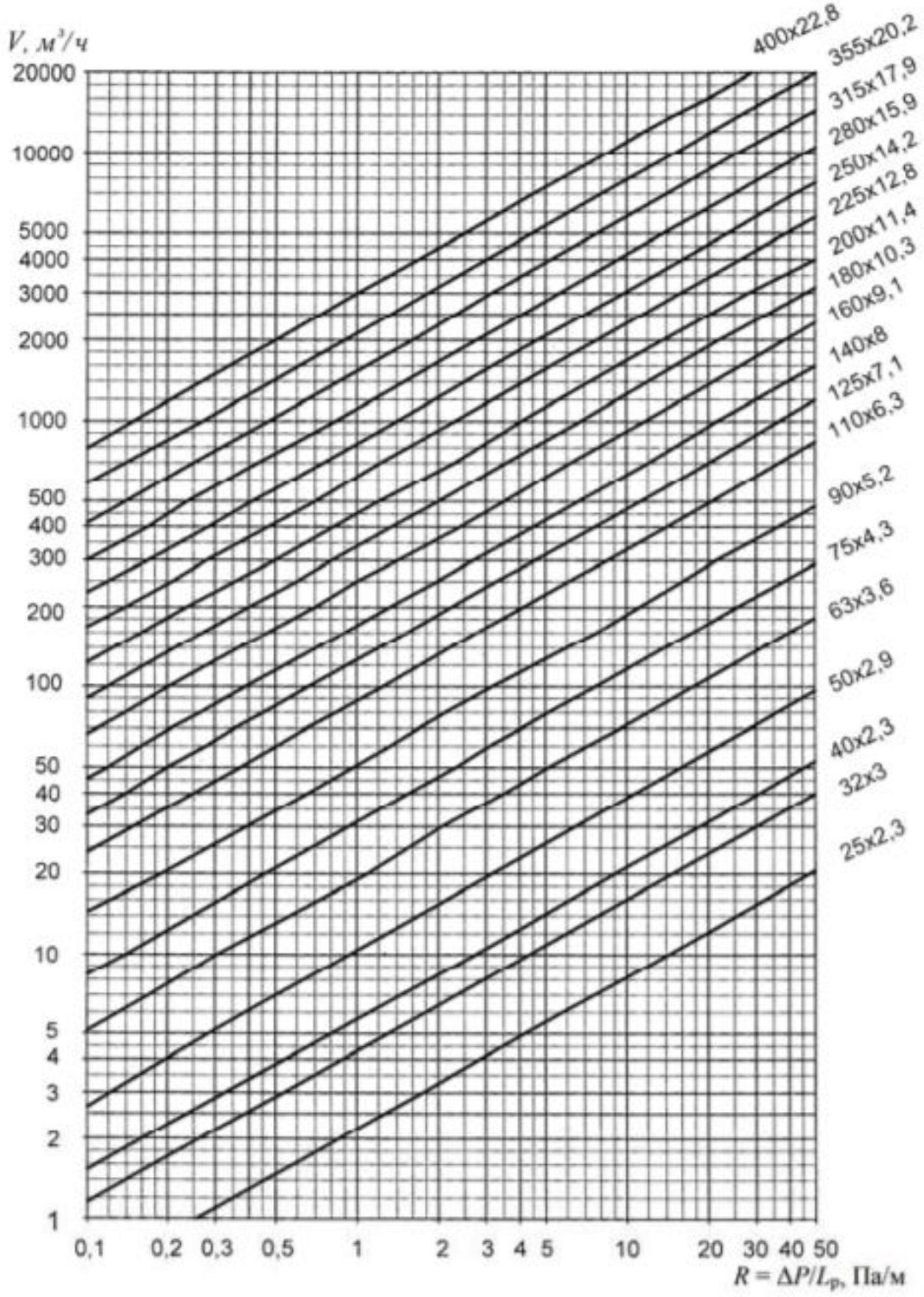


ПРИЛОЖЕНИЕ 3



ПРИЛОЖЕНИЕ 4

НОМОГРАММА ДЛЯ РАССЧЕТА ГАЗОПРОВОДОВ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ ИЗ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ТРУБ



ПРИЛОЖЕНИЕ 5

УКАЗАНИЯ ПО ЗАПОЛНЕНИЮ СПЕЦИФИКАЦИИ

К чертежам и схемам установок, оборудования и трубопроводов составляют спецификацию по форме 7 в соответствии с ГОСТ 21.1101-2013 (рис. 9.).

В спецификациях указывают:

а) в графе "Поз." (позиции (марки) элементов конструкций, установок;

б) в графе "Обозначение" (обозначение основных документов на записываемые в спецификацию элементы конструкций, оборудование и изделия или стандартов (технических условий) на них;

в) в графе "Наименование" (наименования элементов конструкций, оборудования и изделий и их марки. Допускается на группу одноименных элементов указывать наименование один раз и подчеркивать;

г) в графе "Кол." (количество элементов);

д) в графе "Масса, ед. кг" (массу в килограммах). Допускается приводить массу в тоннах, но с указанием единицы измерения;

е) в графе "Примечание" (дополнительные сведения, например, единицу измерения массы.

Графы «Обозначение» и «Масса» заполняются :

- если стальной газопровод, то по справочнику А. А. Блоштейн «Материалы и изделия для систем газоснабжения»;
- если полиэтиленовый газопровод , то по СТО Газпром 2-2.1-093-2006 Газораспределительные системы. Альбом типовых решений по проектированию и строительству (реконструкции) газопроводов с использованием полиэтиленовых труб. Москва, 2007.

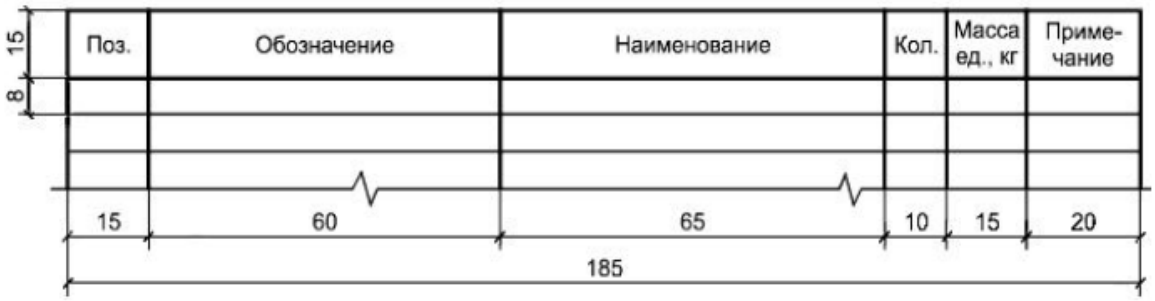


Рисунок 9. – Форма 7 - Спецификация оборудования и материалов

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

РАСЧЕТНАЯ МАССА 1 М ТРУБ (ПЭ)

Номинальный наружный диаметр *d*, мм	Расчетная масса 1 м труб, кг				
	SDR 17,6	**SDR 17**	**SDR 13,6**	**SDR 11**	**SDR 9**
20	-	-	-	0,132	0,162
25	-	-	-	0,169	0,210
32	-	-	0,229	0,277	0,325
40	0,281	0,292	0,353	0,427	0,507
50	0,436	0,449	0,545	0,663	0,790
63	0,682	0,715	0,869	1,05	1,25
75	0,970	1,01	1,23	1,46	1,76
90	1,40	1,45	1,76	2,12	2,54
110	2,07	2,16	2,61	3,14	3,78
125	2,66	2,75	3,37	4,08	4,87
140	3,33	3,46	4,22	5,08	6,12
160	4,35	4,51	5,50	6,67	7,97
180	5,52	5,71	6,98	8,43	10,1
200	6,78	7,04	8,56	10,4	12,5
225	8,55	8,94	10,9	13,2	15,8
250	10,6	11,0	13,4	16,2	19,4
280	13,2	13,8	16,8	20,3	24,4
315	16,7	17,4	21,3	25,7	30,8

Примечания:

1 Расчетная масса 1 м труб вычислена при плотности полиэтилена 950 кг/м^3 с учетом половины допусков на толщину стенки и средний наружный диаметр.

2 При изготовлении труб плотностью r, отличающейся от 950 кг/м^3, значение, приведенное в таблице, умножают на коэффициент К=r/950

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕГУЛИРУЕМЫХ РЕШЕТОК

Обозначение				***Размеры воздуховодов***	
Однорядная	***Живое сечение, м2***	***Двухрядная***	***Живое сечение, м2***	***H, мм***	***L, мм***
РВ-1-100х150	0,00849	**РВ-2-100х150**	0,00614	100	150
200	0,01175	200	0,00862	-	200
250	0,01502	250	0,01459	-	250
300	0,01828	300	0,01319	-	300
400	0,02482	400	0,01776	-	400
РВ-1-150х150	0,01308	**РВ-2-150х150**	0,00925	150	150
200	0,01811	200	0,01301	-	200
250	0,02314	250	0,01613	-	250
300	0,02964	300	0,02136	-	300
400	0,03823	400	0,02676	-	400
500	0,04829	500	0,03364	-	500
РВ-1-200х200	0,02534	**РВ-2-200х200**	0,01829	200	200
250	0,03238	250	0,02180	-	250
300	0,03942	300	0,02796	-	300
400	0,05350	400	0,03763	-	400
500	0,06758	500	0,04730	-	500
РВ-1-300х200	0,03942	**РВ-2-300х200**	0,02796	300	200
300	0,06056	300	0,04273	-	300
400	0,08219	400	0,05750	-	400
500	0,10382	500	0,07227	-	500
РВ-1-400х400	0,11088	**РВ-2-400х400**	0,07923	400	400
500	0,14006	500	0,09724	-	500
РВ-1-500х500	0,17630	**РВ-2-500х500**	0,12221	500	500

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

ГОУ «ПГУ им. Т.Г. Шевченко»
Бендерский политехнический филиал

Кафедра «Инженерно-экологические системы»

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

Расчетно-пояснительная записка

ТЕМА: «ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГОРОДСКИХ СИСТЕМ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ»

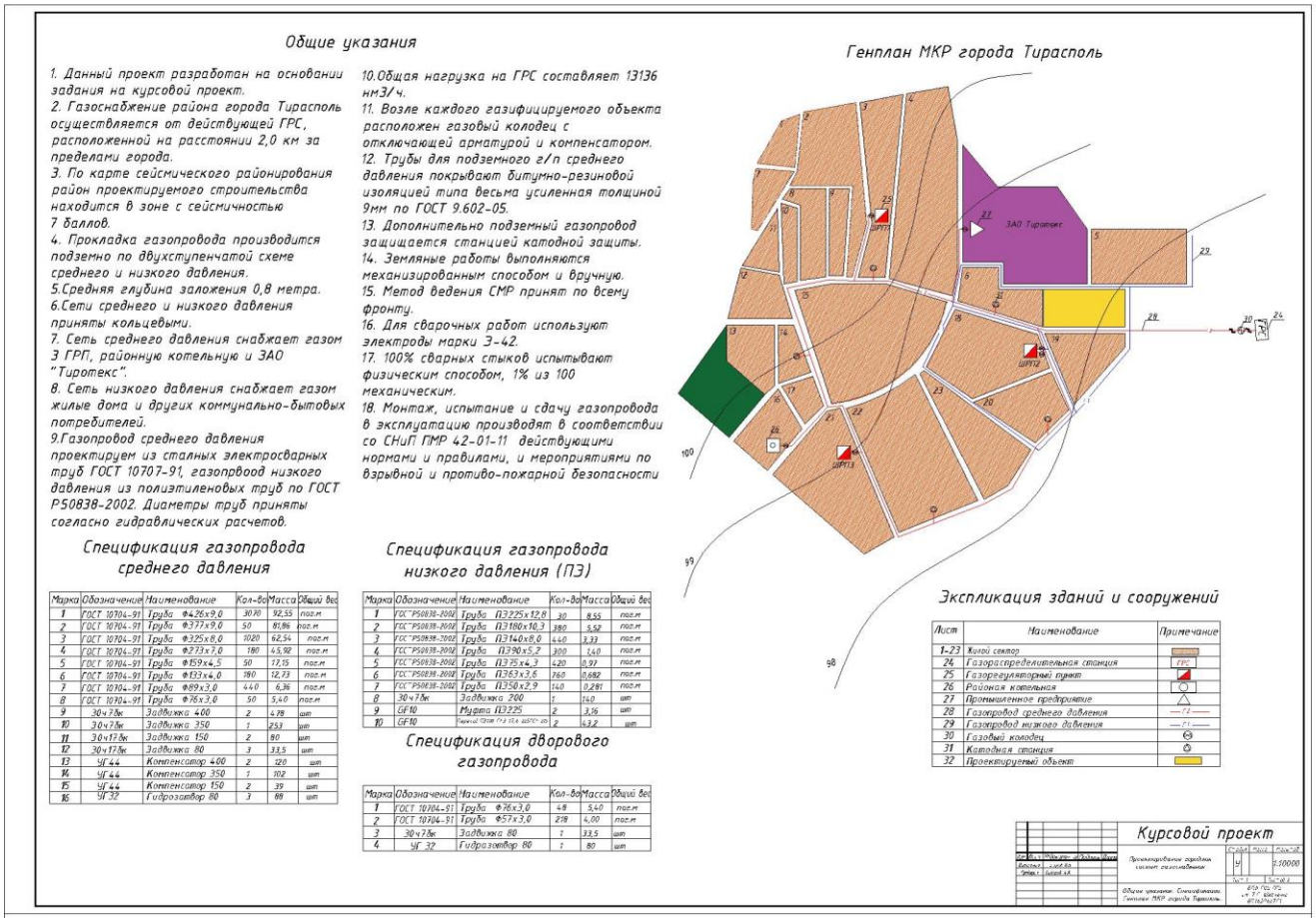
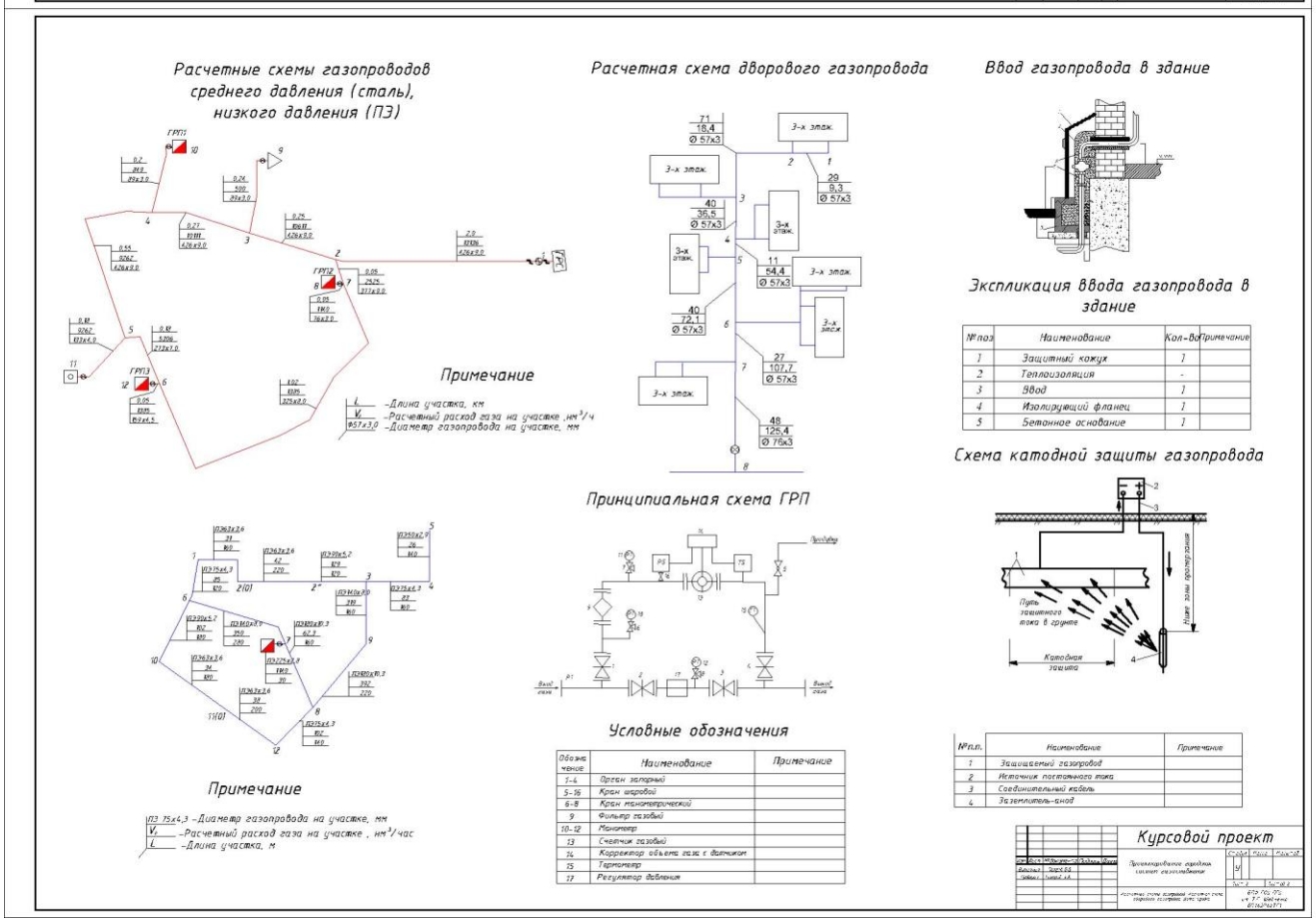
ДИСЦИПЛИНА: «ГАЗОСНАБЖЕНИЕ».

Направление: 08.03.01.
профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция»

Выполнил студент
группы БП__ДР62ТГ1
Ф.И.О.

Проверил преподаватель
Джевецкая Е.В.

Бендеры
20__ г.

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ