

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Соловьев Дмитрий Александрович

Должность: ректор ФГБОУ ВО Вавиловский университет

Дата подписания: 12.12.2023

Федеральное государственное бюджетное образовательное

Уникальный программный код:

528682d78e671e566ab07f01fe1b2172f735a12

учреждение высшего образования «Саратовский государственный

университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И.

Вавилова» (ФГБОУ ВО Вавиловский университет)

**Ф.К. Абдразаков, А.В. Поваров**

## **Учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта по дисциплине «Газоснабжение»**

Направление подготовки  
**08.03.01 Строительство**

Направленность (профиль)  
**«Тепло-, газо-, холодоснабжение и вентиляция»**

**Саратов 2024**

УДК 622.691.4.07

ББК 38.763

**Абдразаков Ф.К., Поваров А.В.**

**Учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта по дисциплине «Газоснабжение» для студентов направления подготовки 08.03.01 Строительство направленность (профиль) «Тепло-, газо-, холодоснабжение и вентиляция» / Сост.: Ф.К. Абдразаков, А.В. Поваров, ФГБОУ ВО Вавиловский университет. – Саратов, 2024. – 45 с.**

Учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта по дисциплине «Газоснабжение» предназначено для обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 Строительство направленность (профиль) «Тепло-, газо-, холодоснабжение и вентиляция». Направлено на формирование у студентов навыков определения расчетных параметров систем газоснабжения населенных пунктов.

## **Введение**

В Российской Федерации газоснабжение городов и населенных пунктов является одним из приоритетов государственной политики при очевидных результатах. Широкая газификация страны обусловлена следующими преимуществами природного газа в сравнении с другими видами топлива:

- низкая себестоимость добычи;
- высокое качество и эффективное сжигание;
- наиболее экономически чистое топливо;
- агрегаты газового оборудования легче поддаются автоматизации;
- повышается санитарно-гигиенический уровень установок;
- улучшаются социально-экономические условия жизни и т.д.

Системы газоснабжения представляют собой сложный комплекс сооружений. На выбор системы газоснабжения населенного пункта оказывает влияние ряд факторов: размер газифицируемой территории, особенности ее планировки, плотность населения, число и характер потребителей газа, наличие естественных и искусственных препятствий для прокладки газопроводов. Указанные факторы необходимо учитывать при выполнении курсового проекта на основании выданного руководителем персонального задания.

## **1. Требования к курсовому проектированию**

Целью курсового проекта по дисциплине «Газоснабжение» является проектирование системы газоснабжения населенного пункта в связи его застройкой, а также для 100% охвата населения и коммунально-бытовых объектов газоснабжением.

Тема курсового проекта представлена в задании на курсовое проектирование (приложение А), в котором также определена структура проекта, состоящая из расчетно-пояснительной записки и графической части.

В расчетно-пояснительной записке должны быть представлены все необходимые расчеты по газоснабжению населенного пункта, а также описания разрабатываемых мероприятий.

**Расчетно-пояснительная записка состоит из следующих частей:**

Титульный лист;

Задание;

Содержание;

Введение;

1. Технологическая часть;

2. Газификация промышленного предприятия;

3. Безопасность жизнедеятельности;

4. Охрана окружающей природной среды;

Заключение;

Библиографический список.

**Графическая часть курсового проекта** выполняется по перечню графического материала, указанному в задании (приложение А) и состоит из трех листов формата А1:

1. Схема газоснабжения населенного пункта

2. Расчетная схема газопровода среднего давления

3. Продольный профиль участка подземного газопровода

Генеральные планы районов газоснабжения представлены в приложении Б.

**Требования к оформлению курсового проекта:**

1. Объем расчетно-пояснительной записи – не более 50 страниц формата А4;

2. Основной текст – шрифт Times New Roman, кегль 14;

3. Поля: левое – 30 мм, правое – 15 мм, верхнее – 20 мм, нижние – 20 мм;

4. Межстрочный интервал – 1,5;

5. Абзацный отступ – 1,25 см;

6. Выравнивание основного текста – по ширине;

7. Таблицы – шрифт Times New Roman, кегль 12, межстрочный интервал – 1;

8. Нумерация страниц – середина нижнего поля. Нумерация начинается с содержания (третья страница).

## **2. Технологическая часть курсового проекта**

### **2.1 Краткие сведения о газифицируемом населенном пункте**

#### **2.1.1 Строительная характеристика**

Приводится краткое описание газифицируемого населенного пункта с точным указанием объектов газоснабжения.

Котельные, расположенные на территории населенного пункта, должны обеспечивать теплом для отопления и горячего водоснабжения ряд коммунально-бытовых и промышленных объектов. Объекты малоэтажного жилищного строительства отапливаются от собственных индивидуальных отопительных приборов. На основании генерального плана населенного пункта рассчитывается отапливаемая площадь на одного человека.

Распределение охвата населения газоснабжением, горячим водоснабжением и отоплением по зонам застройки необходимо привести в таблице 2.1 [1, 2, 3].

**Таблица 2.1 – Охват населения газоснабжением, горячим водоснабжением и отоплением**

Этажность застройки	Охват населения газоснабжением, %	Охват населения горячим водоснабжением, %			Квартиры с централизованным отоплением, %	Индивидуальное отопление, %
		Квартиры с газовыми водонагревателями	Квартиры без газовых водонагревателей, при отсутствии централизованного горячего водоснабжения	Квартиры без газовых водонагревателей, при наличии централизованного горячего водоснабжения		
1 этажные						
2-х этажные						
3-х этажные						

#### **2.1.2 Климатические данные района газоснабжения**

В данном разделе необходимо описать климат района газоснабжения.

Климатические параметры для населенного пункта принимаются на основании нормативных данных [4] и сводятся в таблицу 2.2.

**Таблица 2.2 – Климатические параметры района газоснабжения**

Наименование параметра	Параметр
Температура воздуха расчетная (температура наиболее холодной пятидневки), °C	
Абсолютная минимальная температура воздуха, °C	
Абсолютная максимальная температура воздуха, °C	
Средняя температура воздуха отопительного периода, °C	
Продолжительность отопительного периода, суток	
Средняя скорость ветра за отопительный период, м/с	
Преобладающее направление ветра за декабрь-февраль	

### 2.1.3 Источник газоснабжения населенного пункта

Необходимо описать источник газоснабжения населенного пункта.

Зная состав газообразного топлива, его теплофизические характеристики можно определить по свойствам содержащихся в нем простых газов. Состав и характеристика транспортируемого природного газа должны быть представлены в таблице 2.3.

**Таблица 2.3 – Состав и характеристика транспортируемого природного газа**

Состав газа		Теплота сгорания, кДж/м <sup>3</sup>		Плотность, кг/м <sup>3</sup>	
Компоненты	Доля в общем объеме, $y_i$	$Q_i$	$Q_i \cdot y_i$	$\rho_i$	$\rho_i \cdot y_i$
Метан					
Этан					
Пропан					
Бутан					
Азот					
Углекислый газ					
Итого:					

### 2.2 Годовые расходы газа потребителями

Виды потребления газа в населенном пункте необходимо разделить на следующие группы:

1. Расход газа населением для приготовления пищи и горячей воды;
2. Расход газа предприятиями коммунального хозяйства (баня, больница, хлебокомбинат, котельные);

3. Расход газа на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий от различных источников теплоснабжения (котельные, местные отопительные установки);
4. Расход газа на горячее водоснабжение;
5. Расход газа промышленными предприятиями.

### **2.2.1 Нормативные расходы газа**

Удельные нормативные расходы тепла, отнесенные к различным измерителям, принимаются по [19, 21] и производится их пересчет на м<sup>3</sup> газа по формуле:

$$V_{y\partial}^{\text{год}} = \frac{Q_{y\partial}^{\text{год}}}{Q_n^p}, \quad (2.1)$$

где  $V_{y\partial}^{\text{год}}$  – удельный расход газа на единицу измерения, м<sup>3</sup>/год;  $Q_{y\partial}^{\text{год}}$  – нормативный расход тепла на хозяйственно-бытовые и коммунальные нужды, МДж/год;  $Q_n^p$  – низшая теплота сгорания газа, МДж/м<sup>3</sup>.

### **2.2.2 Годовые расходы газа на коммунально-бытовые нужды населения**

Расчет годового потребления газа на коммунально-бытовые нужды населения производится на основании данных таблицы 2.4 с учетом перспектив развития потребителей газа.

Годовой расход газа на хозяйственно-бытовые и коммунальные нужды определяется по выражению:

$$V_{\text{год}} = N \cdot x \cdot V_{y\partial}^{\text{год}} = N \cdot x \cdot \frac{Q_{y\partial}^{\text{год}}}{Q_n^p}, \quad (2.2)$$

где  $N$  – число единиц потребления;  $x$  – степень охвата газоснабжением в долях единицы.

К полученному годовому расходу добавлен расход газа на нужды не учтенных предприятий бытового обслуживания, в размере 5% от суммарного расхода на индивидуально-бытовые нужды.

Расчетный часовой расход газа определяется как доля годового расхода:

$$V_p = K_m \cdot V_{\text{год}}, \quad (2.3)$$

где  $K_m$  - коэффициент часового максимума [19, 21].

Произведенный расчет должен быть представлен в таблице 2.5.

**Таблица 2.4 – Численность газоснабженого населения**

Этажность застройки	Общее население, чел.	Процент охвата газоснабжением, %	При наличии в квартире					
			С газовыми водонагревателями		Без газовых водонагревателей, при отсутствии централизованного горячего водоснабжения		Без газовых водонагревателей, при наличии централизованного горячего водоснабжения	
			%	чел.	%	чел.	%	чел.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
указывается этажность застройки								
указывается этажность застройки								
<b>Итого:</b>								

**Таблица 2.5 - Расход газа на бытовые и коммунальные нужды населения**

Потребители газа	Количество измерителей	Норма расхода газа, м <sup>3</sup> /год	Годовой расход газа, м <sup>3</sup> /год	Коэффициент часового максимума	Расчетный часовой расход газа, м <sup>3</sup> /час
1	2	3	4	5	6
<b>Расход газа на бытовые нужды населения</b>					
Приготовление пищи и горячей воды при наличии газовой плиты и водонагревателя (указывается этажность застройки)					
Приготовление пищи и горячей воды при наличии в квартире газовой плиты и отсутствии централизованного горячего водоснабжения и водонагревателя (указывается этажность застройки)					
Приготовление пищи и горячей воды при наличии газовой плиты и централизованного горячего водоснабжения (указывается этажность застройки)					
Прочие потребители, 5%					
<b>Итого</b>					
<b>Расход газа на коммунальные нужды населения</b>					
Баня					
Хлебокомбинат					
Больница					
Столовые					
<b>Итого</b>					

### 2.2.3 Годовые расходы газа на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий

Годовой расход газа на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий определим по формуле [5, 6, 19, 21]:

$$Q_{o.s} = \left[ 24 \cdot (1 + K) \cdot \frac{t_{bh} - t_{cp.o}}{t_{bh} - t_{p.o}} + Z \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot \frac{t_{bh} - t_{cp.o}}{t_{bh} - t_{p.s}} \right] \cdot \frac{q_o \cdot F_{ж} \cdot n_o}{\eta_o \cdot Q_n^p}, \quad (2.4)$$

где  $Q_{o.s}$  – годовой расход газа на отопление и вентиляцию,  $\text{м}^3/\text{год}$ ;  $t_{bh}$  – расчетная температура внутреннего воздуха отапливаемых зданий,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $t_{p.o}$  – расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления, принимается равной средней температуре наружного воздуха наиболее холодной пятидневки,  $t_{p.s}$  – расчетная температура наружного воздуха для проектирования вентиляции,  $^{\circ}\text{C}$  (таблица 1.2);  $K$ ,  $K_1$  – коэффициенты, учитывающие расходы тепла на отопление (0,25) и вентиляцию общественных зданий (0,6);  $Z$  – среднее число часов работы систем вентиляции общественных зданий (16 часов в сутки);  $n_o$  – продолжительность отопительного периода в сутках (таблица 1.2);  $F_{ж}$  – отапливаемая площадь жилых зданий,  $\text{м}^2$ ;  $\eta_o$  – КПД отопительной системы (центральное отопление – 0,85, местное отопление – 0,75);  $Q_n^p$  – низшая рабочая теплота сгорания газа  $\text{кДж} / \text{м}^3$  (таблица 1.3);  $q_o$  – укрупненный показатель максимально-часового расхода тепла на отопление жилых зданий ( $\text{кДж}/\text{ч м}^2$ ).

Распределение потребителей тепла по источникам теплоснабжения должно быть приведено в таблице 2.6.

Расход газа на отопление жилых зданий от центрального отопления составит, тыс.  $\text{м}^3/\text{год}$ :

$$Q_{o.com} = 24 \cdot \frac{t_{bh} - t_{cp.o}}{t_{bh} - t_{p.o}} \cdot \frac{q_o \cdot F_{ж.com} \cdot n_o}{\eta_o^{ком} \cdot Q_n^p \cdot 10^3}, \quad (2.5)$$

где  $F_{ж.com}$  – жилая площадь, отапливаемая от центрального отопления (котельной),  $\text{м}^2$ ;  $\eta_o^{ком}$  – КПД отопительной системы жилых зданий от котельной.

Расход газа на отопление жилых зданий от местного отопления:

$$Q_{o.m} = 24 \cdot \frac{t_{bh} - t_{cp.o}}{t_{bh} - t_{p.o}} \cdot \frac{q_o \cdot F_{ж.m} \cdot n_o}{\eta_o^{мест} \cdot Q_n^p \cdot 10^3}, \quad (2.6)$$

где  $F_{ж.m}$  – жилая площадь, отапливаемая местными приборами,  $\text{м}^2$ ;  $\eta_o^{мест}$  – КПД отопительной системы местного отопления жилых зданий.

Расход газа на отопление общественных зданий от котельных, тыс.  $\text{м}^3/\text{год}$ :

$$Q_{o.kom} = 24 \cdot K \cdot \frac{t_{bh} - t_{cp.o}}{t_{bh} - t_{p.o}} \cdot \frac{q_o \cdot F_{ж.com} \cdot n_o}{\eta_o^{ком} \cdot Q_n^p \cdot 10^3}, \quad (2.7)$$

Расход газа на вентиляцию общественных зданий от котельных, тыс.  $\text{м}^3/\text{год}$  [6, 8]:

$$Q_{o.v} = Z \cdot \frac{t_{bh} - t_{cp.o}}{t_{bh} - t_{p.s}} \cdot \frac{q_o \cdot F_{вент}^{o.com} \cdot n_o}{\eta_o^{ком} \cdot Q_n^p \cdot 10^3}, \quad (2.8)$$

где  $F_{вент}^{o.com}$  – вентилируемая площадь общественных зданий,  $\text{м}^2$ ,

**Таблица 2.6 – Распределение потребителей по источникам теплоснабжения**

Этажность застройки	Газифицируемое население, чел.	Норма на 1 человека, м <sup>2</sup>	Общая площадь, м <sup>2</sup>	Источники теплоснабжения				КПД систем отопления	
				местное отопление		центральное отопление		центральное отопление	местное отопление
				%	площадь, м <sup>2</sup>	%	площадь, м <sup>2</sup>		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>1. Отопление жилых зданий</b>									
указывается этажность застройки									
указывается этажность застройки									
<b>Итого:</b>									
<b>2. Отопление общественных зданий</b>									
определяется в размере 25% площади жилых зданий									
<b>3. Вентиляция общественных зданий</b>									
принимается в размере 40% от площади общественных зданий									

## 2.2.4 Годовой расход газа на горячее водоснабжение

Годовой расход газа на централизованное горячее водоснабжение от котельной ( $Q_{\text{год}}$ ) определяется по формуле:

$$Q_{\text{год}} = 24 \cdot q_{\text{год}} \cdot N \cdot \left[ n_o + (350 - n_o) \cdot \frac{60 - t_x^{\circ}}{60 - t_x^{\circ}} \cdot \beta \right] \cdot \frac{1}{\eta_{\text{к}} \cdot Q_p^{\text{н}}}, \quad (2.9)$$

где  $q_{\text{год}}$  - укрупненный показатель среднечасового расхода тепла на горячее водоснабжение с учетом общественных зданий, кДж/чел. час, при норме расхода воды на горячее водоснабжение 105 л/(чел. · сутки), принимаем 1272 кДж/чел. час [1, 8];  $N$  - число жителей, пользующихся горячим водоснабжением от централизованных источников;  $n_o$  - число дней отопительного периода в сутках;  $t_x^{\circ}$  и  $t_x^{\circ}$  - температура водопроводной воды в летний и зимний периоды,  $^{\circ}\text{C}$ , при отсутствии данных принимается равной соответственно  $+15^{\circ}\text{C}$  и  $+5^{\circ}\text{C}$ ;  $\beta$  - коэффициент, учитывающий снижение расхода горячей воды в летний период, при отсутствии данных, принимается равным 0,8;  $\eta_{\text{к}}$  - КПД котельной;  $Q_p^{\text{н}}$  – низшая рабочая теплота сгорания газа, кДж /  $\text{м}^3$ ; 350 - число суток работы горячего водоснабжения в году.

Из общего расхода газа на горячее водоснабжение выделим расход газа за отопительный сезон ( $Q_{\text{год}}^o$ ,  $\text{м}^3 / \text{год}$ ) и летний период ( $Q_{\text{год}}^l$ ,  $\text{м}^3 / \text{год}$ ):

$$Q_{\text{год}}^o = 24 \cdot q_{\text{год}} \cdot N \cdot \frac{n_o}{\eta_{\text{к}} \cdot Q_p^{\text{н}} \cdot 10^3}, \quad (2.10)$$

– летний период

$$Q_{\text{год}}^l = 24 \cdot q_{\text{год}} \cdot N \cdot (350 - n_o) \cdot \frac{60 - t_x^{\circ}}{60 - t_x^{\circ}} \cdot \beta \cdot \frac{1}{\eta_{\text{к}} \cdot Q_p^{\text{н}} \cdot 10^3},$$

## 2.2.5 Расчетные часовые расходы газа на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий

Максимальный часовой расход газа на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий определяется по формуле [19, 21]:

$$Q_{\text{час}}^{o,6} = \frac{q_o \cdot F}{Q_p^{\text{н}} \cdot \eta_o}, \quad (2.11)$$

где  $q_o$  – укрупненный показатель максимально-часового расхода тепла на отопление жилых зданий, кДж / ( $\text{ч} \cdot \text{м}^2$ );  $F$  – площадь отапливаемых или вентилируемых зданий,  $\text{м}^2$ ;  $Q_p^{\text{н}}$  – низшая рабочая теплота сгорания газа, кДж /  $\text{м}^3$ ;  $\eta_o$  – КПД отопительной системы.

Расчет показателей проводится в табличной форме (таблица 2.7.)

**Таблица 2.7 – Расчет часовых расходов газа на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий**

Источник теплоснабжения	Площадь зданий, м <sup>2</sup>	$q_o$ , кДж/(м <sup>2</sup> ·ч)	$Q_n^p$ , кДж/м <sup>3</sup>	$\eta_o$	Часовой расход газа, м <sup>3</sup> /ч
Отопление жилых зданий					
Местные отопительные установки					
Котельная					
Отопление общественных зданий					
Котельная					
Вентиляция общественных зданий					
Котельная					
<b>Итого по центральному отоплению:</b>					
<b>Итого местным отопительным установкам:</b>					
<b>Итого по поселку:</b>					

## 2.2.6 Расчетный часовой расход газа на горячее водоснабжение

Расчетный часовой расход газа на горячее водоснабжение определяется по формуле:

$$Q_{\text{гв.п}} = 2 \cdot \frac{Q_{\text{с.в.ср.с}}^o}{24}, \quad (2.12)$$

где  $Q_{\text{гв.п}}$  - расчетный часовой расход газа на горячее водоснабжение, м<sup>3</sup>/ч; 2 - коэффициент неравномерности;  $Q_{\text{с.в.ср.с}}^o$  - среднесуточный расход газа на горячее водоснабжение, определяется делением годового расхода газа за отопительный сезон,  $Q_{\text{с.в.}}$ , на число дней отопительного периода.

## 2.2.7 Расчетные часовые расходы газа на отопление и вентиляцию сосредоточенных потребителей

Расход газа на отопление больницы от котельной, м<sup>3</sup>/ч [5]:

$$V_o^{\text{бол}} = \frac{3,6 \cdot 1,1 \cdot q_o \cdot V_n \cdot (t_e - t_o) \cdot (1 + \varepsilon) \cdot \beta_t}{\eta \cdot Q_n^p}, \quad (2.13)$$

Расход газа на вентиляцию больницы от котельной, м<sup>3</sup>/ч:

$$V_e^{\text{бол}} = \frac{3,6 \cdot q_e \cdot V_n \cdot (t_e - t_o)}{\eta \cdot Q_n^p}, \quad (2.14)$$

где 1,1 - коэффициент, учитывающий дополнительные потери теплоты в системе отопления;  $q_o$ ,  $q_e$  - удельные отопительные и вентиляционные характеристики зданий, Вт / (м<sup>3</sup> · °C), принимаются по [1];  $V_n$  - объем здания больницы по наружному обмеру, м<sup>3</sup>;  $t_e$  - температура внутреннего воздуха, °C, для больницы;  $t_o$  - расчетная температура наружного воздуха, °C;  $\varepsilon$  - коэффициент, учитывающий затраты теплоты на подогрев инфильтрационного воздуха, в зданиях с приточной вентиляцией  $\varepsilon = 0$ ;  $\beta_t$  - температурный коэффициент:

$$\beta_t = 1 + 0,6 \cdot \frac{30 + t_o}{t_e - t_o}, \quad (2.15)$$

### **2.3 Определение расходов газа промышленными потребителями**

Расходы газа по промышленным предприятиям определяются на основании технической характеристики применяемого газового оборудования и заносятся в таблицу 2.8.

**Таблица 2.8 - Расходы газа промышленными потребителями**

№ п/п	Наименование предприятий	Годовой расход газа, тыс. м <sup>3</sup> /год	Коэффициент часового максимума	Часовой расход газа, м <sup>3</sup> /ч
1				
2				
3				
4				
<b>Итого:</b>				

### **2.4 Общий расход газа по населенному пункту**

Проведенные расчеты по определению расходов газа по всем потребителям должны быть приведены в таблице 2.9.

**Таблица 2.9 - Расходы газа по потребителям населенного пункта**

Номер предприятия на схеме газоснабжения	Наименование предприятий	Годовой расход газа, тыс. м <sup>3</sup> /год	Часовой расход газа, м <sup>3</sup> /ч

Результаты всех выполненных расчетов по расходам газа сводятся в таблицу 2.10.

**Таблица 2.10 - Общий расход газа по населенному пункту**

Наименование потребителей	Годовой расход газа, тыс. м <sup>3</sup> /год	Часовой расход газа, м <sup>3</sup> /ч
Бытовые (на приготовление пищи и горячей воды)		
Местные отопительные установки		
Прочие потребители		
<b>Общий расход по сетям низкого давления</b>		

Наименование потребителей	Годовой расход газа, тыс. м <sup>3</sup> /год	Часовой расход газа, м <sup>3</sup> /ч
Отопление, вентиляция и горячее водоснабжение жилых и общественных зданий		
Коммунальные нужды населенного пункта		
Промышленные нужды населенного пункта		
<b>Общий расход по сетям среднего давления</b>		
<b>Общий расход по населенному пункту</b>		

Полученные величины расходов позволяют сделать правильный выбор схемы газоснабжения населенного пункта, а также провести ее оптимальный гидравлический расчет [16, 17].

## 2.5 Выбор схемы газоснабжения населенного пункта

Особенности планировки и застройки населенного пункта, степень охвата газоснабжением различных потребителей, ширина уличных проездов и наличие инженерных коммуникаций, климатические и геологические условия – все это должно быть учтено при газоснабжении.

Рассчет оптимального количества газорегуляторных пунктов шкафных (ГРПШ) производится на основе технико-экономического расчета исходя из стоимости ГРПШ и газопроводов, плотности газопроводной сети, удельного расхода газа, приходящегося на одного жителя и возможного перепада давления газа [7, 9, 10, 12]. Уменьшение числа ГРПШ приводит к снижению приведенных затрат в ГРПШ и подводящим газопроводам среднего давления, однако при этом увеличиваются приведенные затраты в распределительные сети за счет увеличения среднего диаметра газопровода низкого давления.

Оптимальный радиус действия ( $R_{\text{опт}}$ ) ГРПШ, м [19, 21]:

$$R_{\text{опт}} = 1,6S^{0,388} \Delta P^{0,081} / ((0,0075 + 0,003m/100)^{0,245} (Q_{\text{р.н. нд}}/F)^{0,143}), \quad (2.16)$$

где  $S$  – стоимость одного ШРП с учетом его монтажа, руб.;  $\Delta P$  – возможный перепад

давления газа в распределительной сети низкого давления, Па;  $\varphi_1$  – коэффициент плотности

$$\varphi_1 = 0,0075 + \frac{0,003 \cdot m}{100}$$

сети низкого давления, ;  $m$  – плотность населения, чел./га,  $m=N/F$  ( $N$  – численность населения;  $F$  – площадь застройки, га);  $e$  – удельный часовой расход газа на одного жителя, м<sup>3</sup>/чел.ч.;  $Q_{\text{р.н. нд}}$  – часовой расход газа низкого давления, м<sup>3</sup>/ч.

## 2.6 Гидравлический расчет газопроводов низкого давления

Последовательность гидравлического расчета внутридворовых газопроводов низкого давления [19, 21]:

1. проектирование газовых сетей низкого давления по тупиковой схеме (на генеральном плане населенного пункта);
2. разбивка газопровода на участки определенной длины и расхода газа (нумерация начинается с самого удаленного участка);
3. расчет средних удельных потерь давления на расчетной линии от точки

подключения к распределительному газопроводу до наиболее удаленного здания, Па/м:

$$R_{op}^{cp} = \frac{\Delta P}{K_m \cdot l_{sum.l.}}, \quad (2.19)$$

где  $\Delta P$  – нормативный перепад давления, Па, [19, 21];  $K_m$  – коэффициент, учитывающий местные сопротивления, 10%;  $l_{sum.l.}$  – суммарная длина расчетной линии, м.

Необходимо определить коэффициенты этажности  $k_{et}$  и застройки  $k_z$ . Приведенные коэффициенты для различных вариантов застройки: для одноэтажной односторонней застройки составляет 0,5 $k_{et}$ ; для одноэтажной двухсторонней застройки – 1,0  $k_{et}$ ; двух-трех этажная односторонняя застройка – 0,5  $k_{et.2-3}$ ; двух-трех этажная двухсторонняя застройка – 1,0  $k_{et.2-3}$ ;

4. установление диаметров газопроводов участков на основании средней удельной потере давления и расчетным расходам газа на соответствующих участках сети, с определением действительных удельных потерь давления;

5. корректировка расчетов в случае, если невязка к располагаемому давлению превышает 10%.

Гидравлический расчет выполняется в таблице 2.11.

**Таблица 2.11 - Гидравлический расчет тупикового участка газопровода низкого давления**

№ участка	$l_i$ , м	$Q_{ni}$ , $m^3/\text{ч}$	$Q_{tri}$ , $m^3/\text{ч}$	$Q_{pi}$ , $m^3/\text{ч}$	$d_h \times S$ , $mm \times mm$	$\Delta p_i/l_i$ , $Pa/m$	$\Delta p_i$ , $Pa$	Давление газа, Па	
								в начале	в конце
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ветка 1									
ветка 2									
ветка 3									

## 2.7 Гидравлический расчет газопровода среднего давления

В случае возникновения аварийного режима при отключении головных участков слева и справа от точки питания, кольцевой газопровод среднего давления превращается в тупиковый. Диаметры участков кольца в данном случае, определяются как для расчета тупиковых линий при ограниченном газоснабжении потребителей, после чего сеть газоснабжения рассчитывается при нормальном режиме [19, 21].

Последовательность гидравлического расчета газопроводов среднего давления:

1. проектирование газовых сетей среднего давления по кольцевой схеме (на генеральном плане поселка), с составлением расчетного варианта для аварийных и нормального режимов эксплуатации. Узлы сети нумеруются, обозначаются длины участков. Начальное давление газа в газопроводе среднего давления принимается максимальным, а конечное принимается таким, чтобы при максимальной нагрузке сети обеспечивалось минимально допустимое давление газа перед регуляторами ГРП.

Величина давления определяется по выражению, МПа:

$$P_k = P_g + P_c + n, \quad (2.20)$$

где  $P_g$  - максимальное давление газа перед горелками газового оборудования, МПа;  $P_c$  - потери давления в сети потребителя, МПа;  $n$  - потери давления в регуляторе, арматуре и оборудовании ГРП (перепад давления в ГРП может составлять 5%);

2. расчет диаметра кольца схемы газоснабжения [19, 21]:

$$V_p^3 = 0,59 \cdot \sum_{i=1}^n K_{ob_i} \cdot V_i, \quad (2.21)$$

где  $V_p^3$  - расчетный эквивалентный по создаваемой потере давления расход газа всеми потребителями газа в аварийной ситуации,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;  $V_i$  - расчетный расход газа  $i$ -потребителем,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;  $K_{ob_i}$  - коэффициент обеспеченности газом  $i$ -го потребителя в аварийной ситуации;  $A_{cp}$  - среднеквадратичный перепад давления в сети,  $\text{kPa}^2/\text{м}$ :

$$A_{cp} = \frac{P_n^2 - P_k^2}{1,1 \cdot L_k},$$

где  $P_n$ ,  $P_k$  – абсолютные величины давления газа, соответственно, в начале и конце сети,  $\text{kPa}$ ;  $L_k$  - протяженность расчетного кольца, м; 1,1 - коэффициент, учитывающий потери давления в местных сопротивлениях. По номограмме, представленной в источнике [21], необходимо подобрать диаметр газопровода среднего давления;

3. Определение расходов потребителей газа, с учетом необходимой их обеспеченности, суммированием расхода каждого участка, начиная от последнего потребителя по направлению к ГГРП. Давление газа у последнего потребителя не должно понижаться ниже минимально допустимого значения.

Давление газа в начале первого участка на выходе из ГГРП составляет  $P_n = 0,3 \text{ МПа}$ .

Давление газа в конце участка (МПа), определяется по формуле:

$$P_k = \sqrt{P_n^2 - A \cdot L_p}, \quad (2.22)$$

где  $A \cdot L_p$  – расчетная длина участка газопровода, м;

4. расчет минимальных диаметров отводов к сосредоточенным потребителям при расчетном гидравлическом режиме.

Гидравлические расчеты можно выполнить с применением номограмм для определения потерь давления в газопроводах и эквивалентных длин [21] (рис.2.1 и 2.2).

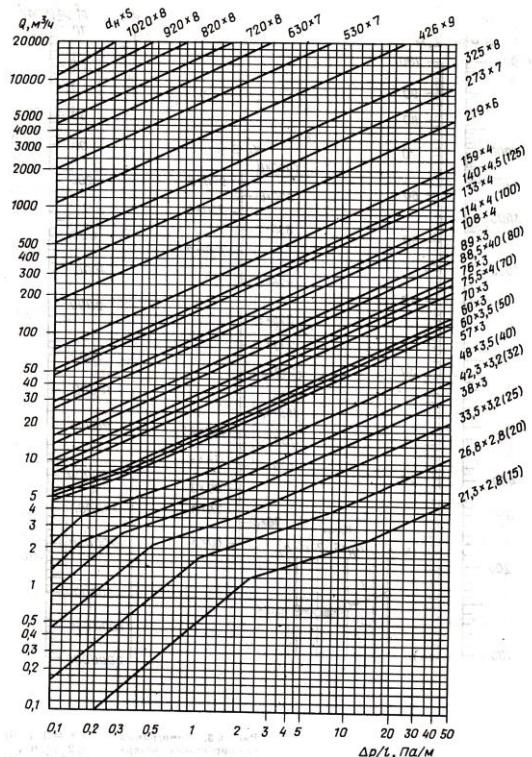


Рисунок 2.1 - Номограмма для определения потерь давления в газопроводах низкого давления

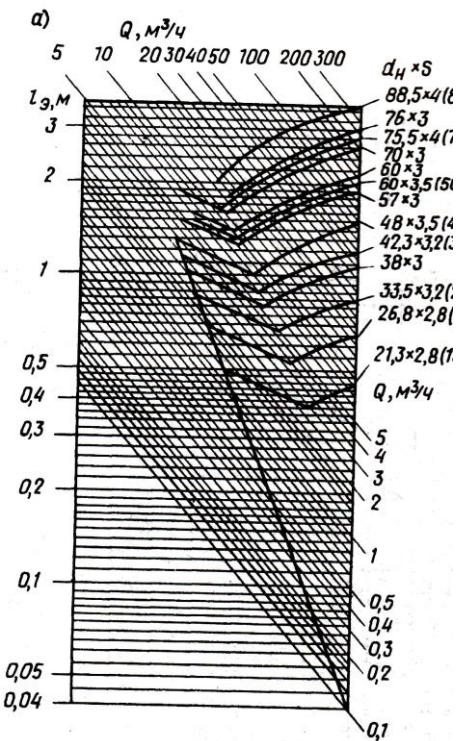


Рисунок 2.2 - Номограмма для определения эквивалентных длин

Гидравлический расчет выполняется в таблице 2.12.

Таблица 2.12 - Гидравлический расчет тупикового участка газопровода среднего давления

№ участка	$l_i, \text{м}$	$Q_{pi}, \text{м}^3/\text{ч}$	$d_h \times S, \text{мм} \times \text{мм}$	$\Delta p_i$	Давление газа	
					в начале	в конце
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
ГГРП - 1						
1 - ШГРП						

Примеры расчетных схем газоснабжения, выполненных с помощью специальной программы АО «Гипронигаз» г. Саратов, представлены в приложении Г.

## 2.8 Подбор регуляторов давления для ГРПШ

В целях снижения давления газа до заданных показателей и поддержания его в системе, предусматривается установка в системе газоснабжения ГРПШ, проектирование которых сводится к подбору необходимого регулятора давления и или выбору подходящей марки ГРПШ (рис. 2.3) [7, 21].



Рисунок 2.3 - Оборудование ГРПШ

На основании данных гидравлического расчета газопроводов низкого давления определяется пропускная способность подобранныго регулятора при известных величинах начального и конечного давления газа перед регулятором. Запас пропускной способности по сравнению с производительностью ГРПШ, должен быть в пределах 15-20%.

Тип ГРПШ необходимо подобрать по характеристикам регулятора давления газа, при этом проверяя правильность его коэффициентом загрузки (правильный подбор регулятора - коэффициент имеет низший предел 15%, высший предел 85%):

$$K_3 = V_{p.\text{изгрн}} / V_{p.\text{max}} \cdot 100\%, \quad (2.22)$$

где  $V_{p.\text{изгрн}}$  – расчетный часовой расход газа на ШГРП,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;  $V_{p.\text{max}}$  – максимальный часовой расход газа для данного типа регулятора давления,  $\text{м}^3/\text{ч}$ .

Если условия работы регулятора отличаются от паспортных, делается перерасчет производительности на рабочие условия.

Пропускная способность регулятора, при отличии условий его работы от паспортных, определяется по выражению,  $\text{м}^3/\text{ч}$ :

$$V_p = V_n \cdot \frac{P_{\text{ax}} \cdot \varphi}{P_{\text{ax}}^n \cdot \varphi_n \cdot \sqrt{\rho / \rho_o}}, \quad (2.23)$$

где  $V_n$  - расход газа согласно паспортным данным,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;  $P_{\text{ax}}$  - входное абсолютное давление газа, отличающееся от паспортного, МПа;  $\varphi$ , - коэффициент, зависящий от отношения входного давления газа к выходному [7, 20];  $P_{\text{ax}}^n$  - входное абсолютное паспортное давление газа, МПа;  $\rho$  - плотность газа паспортная,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $\rho_o$  - плотность газа отличная от паспортной,  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

Для подбора регулятора давления газа исходными являются данные, приведенные в таблице 2.13, при этом производительность ГРПШ должна быть принята по данным гидравлического расчета газопроводов низкого давления, а входное абсолютное давление газа принято по данным гидравлического расчета газопроводов среднего давления.

**Таблица 2.13 – Данные для подбора регуляторов давления газа**

Показатель	Номер ГРПШ				
	1	2	3	4	5
Производительность ГРПШ, м <sup>3</sup> /ч					
Входное абсолютное давление газа, МПа					
Входное абсолютное паспортное давление газа, МПа					

Результаты подбора регуляторов давления газа и типов проектируемого ГРП должны быть представлены в таблице 2.14.

**Таблица 2.14 – Типы ГРП и регуляторы давления**

Номер ШГРП	Регулятор давления	Пропускная способность регулятора	Тип ШГРП
1			
2			
3			
4			
5			

### 3. Газификация промышленного предприятия

#### 3.1 Определение типа газового обогревателя

Отопление производственного здания возможно за счет применения инжекционных горелок, обеспечивающих эффективное использование газа. К инжекционным горелкам относятся газовые горелки инфракрасного излучения, предназначенные для отопления помещений большой высоты (от 4 до 20 метров) или со значительными тепловыми потерями. Состоят данные горелки из блок-горелки и теплообменной трубы с температурой на поверхности 400-550 °C [20, 22]. Оборудование обладает повышенной эффективностью за счет отражающей параболы, расположенной над трубой, способной концентрированно направлять тепловой поток сверху вниз, с помощью системы управления приборов можно отапливать не все производственное помещение, а только зоны, в которых осуществляется работа (рис. 3.1).

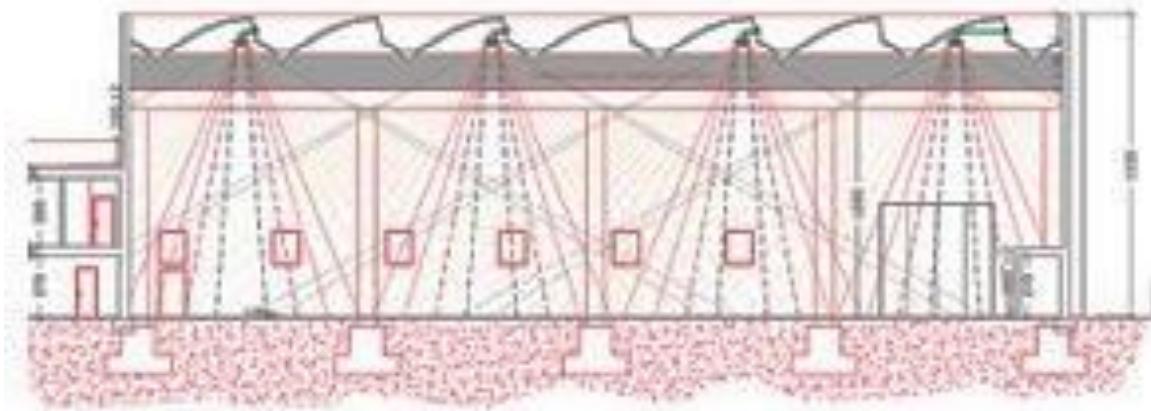


Рисунок 3.1 - Распределение теплового потока от инжекционных горелок

Отсутствие застоя теплого воздуха в районе кровли способствует уменьшению теплопотерь цеха и созданию более комфортных условий. В цеху, отапливаемом приборами лучистого отопления, температура воздуха может быть ниже традиционно расчетной, тогда как поверхности стен и производственного оборудования будут иметь температуру выше, что создаст более комфортные условия.

Системы лучистого отопления не нуждаются в промежуточном материальном теплоносителе, здесь осуществляется прямой нагрев. В конвективных системах отопления происходит трехступенчатый нагрев теплоносителя: котельная нагревает воду, вода приборы отопления, приборы отопления воздух в помещении, что влияет на уменьшение КПД системы.

Кроме того, отсутствие постоянного обслуживающего персонала в системе газового лучистого отопления, минимальные потери тепла, быстрый прогрев цеха за 15-30 минут с равномерным распределением тепла по его площади, проведение технического обслуживания 1 раз в месяц (профилактическое обслуживание 1 раз в год), способствуют снижению эксплуатационных затрат при работе цеха в 4-6 раз по сравнению с централизованной системой отопления.

Таким образом, для отопления производственного цеха могут быть выбраны инфракрасные обогреватели длинноволновые «темного» типа модели FRACCARO PANRAD, которые предназначены для отопления различных промышленных помещений высотой от 4-х до 20 метров. Газовые промышленные инфракрасные обогреватели PANRAD, объединенные в инфракрасную систему отопления, представляют собой трубные излучатели с габаритными размерами от 3 до 12 метров в длину, с отражателями и газовыми генераторами тепла мощностью до 50 кВт (рис. 3.2). Отражатель, расположенный над трубой, направляет лучи концентрированно в зону обогрева, где находятся люди. Приборы комплектуются блоками управления. Ядром обогревателя является блок с газовой инжекционной горелкой,

соответствующей по требованиям всем нормам безопасности и экологии. Температура поверхности трубы излучателя составляет 400-550 °C.

Процесс работы обогревателя заключается в следующем. В инжекторе обогревателя газ тщательно перемешивается с воздухом, после чего подготовленная газо-воздушная смесь поступает в смесительную камеру, из которой проходит через насадок и сгорает на поверхности насадка, нагревающегося до температуры 800-900°C, который направляет инфракрасные лучи напрямую в отапливаемую зону цеха.



Рис. 3.2. Инфракрасные обогреватели FRACCARO PANRAD

Расстояние от горелок до конструкций помещения из горючих и трудно-горючих материалов (потолка, оконных и дверных коробок) должно быть не менее 0,5 м при температуре излучающей поверхности до 900 °C и не менее 1,25 м для температуры выше 900 °C (рис. 3.3). Электропроводка должна находиться на расстоянии не менее 1 м от горелки и зоны облучения.

Необходимо предусмотреть работу обогревателей с автоматикой, которая обеспечит прекращение подачи газа в случае, если пламя горелки погаснет [13, 14].

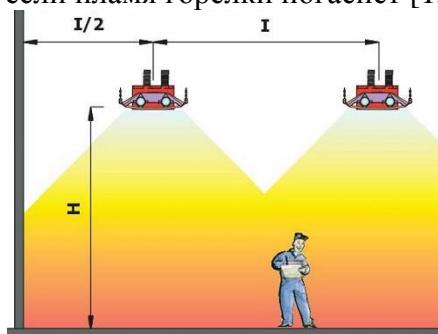


Рисунок 3.3 - Расстояние для установки блоков инжекционных горелок

Вентиляцию помещения цеха следует выполнить из условий допустимых концентраций CO<sub>2</sub> и NO<sub>2</sub>, непосредственно в рабочей зоне. Размещение вытяжных устройств системы вентиляции необходимо предусмотреть выше излучателей, а приточных устройств - вне зоны работы горелок обогревателей.

### 3.2 Расчет расхода газа для работы обогревателей

Определим расчетный расход газа для удовлетворения всех потребностей в тепле и КПД газоиспользующего оборудования. Это необходимо для того, чтобы правильно запроектировать горелки инфракрасного излучения.

Годовой расход тепла на отопление производственного цеха определим по выражению, кДж/год [21, 22]:

$$Q_{\text{o}}^{\text{год}} = 24 \times Q_{\text{o}}^{\text{ч}} \times \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{ср.о}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о}}} \times n_0, \quad (3.1)$$

где  $Q_{\text{o}}^{\text{ч}}$  – максимальный часовой расход тепла на отопление, кДж/ч;  $t_{\text{вн}}$  – расчетная температура внутреннего воздуха отапливаемого здания,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $t_{\text{ср.о}}$  – средняя температура наружного воздуха за отопительный период,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $t_{\text{р.о}}$  – расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $n_0$  – продолжительность отопительного периода, дней.

Максимальный часовой расход тепла на отопление цеха, ккал/ч:

$$Q_{\text{o}}^{\text{ч}} = q_{\text{o}} \times a \times (t_{\text{вн}} - t_{\text{р.о}}) \times V \times (1 + K_{\text{и.р.}}), \quad (3.2)$$

где  $q_{\text{o}}$  – удельная тепловая характеристика здания для отопления, кДж/ $\text{м}^3\cdot\text{ч}\cdot^{\circ}\text{C}$  (0,38 кДж/ $\text{м}^3\cdot\text{ч}\cdot^{\circ}\text{C}$ ) [6];  $a$  – коэффициент, учитывающий изменение удельной тепловой характеристики в зависимости от расчетной температуры наружного воздуха ( $a=1,01$ );  $V$  – строительный объем здания,  $\text{м}^3$ ;  $K_{\text{и.р.}}$  – расчетный коэффициент инфильтрации, зависящий от теплового и ветрового напора.

Определим строительный объем здания производственного цеха,  $\text{м}^3$ :

$$V=b_3 \cdot L_3 \cdot h_3, \quad (3.3)$$

где  $b_3$  – ширина здания цеха, м;  $L_3$  – длина здания, м;  $h_3$  – высота здания цеха, м.

Расчетный коэффициент инфильтрации  $K_{\text{и.р.}}$  определяется по формуле:

$$K_{\text{и.р.}} = 10^{-2} \times \sqrt{\left[ 2gh \left( 1 - \frac{273 + t_{\text{р.о}}}{273 + t_{\text{вн}}} \right) + W_p^2 \right]} = 0,069, \quad (3.4)$$

где  $g$  – ускорение свободного падения,  $\text{м}/\text{с}^2$ ;  $h$  – высота производственного цеха, м;  $W_p$  – расчетная скорость ветра в отопительный период,  $\text{м}/\text{с}$ .

Годовой расход тепла на вентиляцию определяется по формуле, ккал/год:

$$Q_{\text{в}}^{\text{год}} = Z \times Q_{\text{в}}^{\text{ч}} \times \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{ср.о}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{р.в}}} \times n_0, \quad (3.5)$$

где  $Z$  – усредненное за отопительный период число часов работы системы вентиляции в течение суток, ч (20 ч);  $Q_{\text{в}}^{\text{ч}}$  – максимальный часовой расход тепла на вентиляцию, кДж/ч;  $t_{\text{р.в}}$  – расчетная температура наружного воздуха для проектирования вентиляции,  $^{\circ}\text{C}$ .

Максимальный часовой расход тепла на вентиляцию определяется по формуле, ккал/ч:

$$Q_{\text{в}}^{\text{ч}} = q_{\text{в}} \times a \times (t_{\text{вн}} - t_{\text{р.в}}) \times V, \quad (3.6)$$

где  $q_{\text{в}}$  – удельная тепловая характеристика здания для вентиляции, кДж/ $\text{м}^3\cdot\text{ч}\cdot^{\circ}\text{C}$  (0,09 кДж/ $\text{м}^3\cdot\text{ч}\cdot^{\circ}\text{C}$ ).

Просуммировав часовые расходы тепла на отопление и вентиляцию, получается общий расход тепла на отопление здания цеха, МВт:

$$Q_{\text{п}} = Q_{\text{o}}^{\text{ч}} + Q_{\text{в}}^{\text{ч}}$$

Годовой расход газа, м<sup>3</sup>/год:

$$V^{год} = \frac{Q^{год}}{\eta \times Q_n^p}$$

Часовой расход газа, м<sup>3</sup>/ч:

$$V^ч = \frac{Q^ч}{\eta \times Q_n^p},$$

где  $Q_n^p$  – низшая теплота сгорания газа, кДж/м<sup>3</sup>.

Данные по газовым инфракрасным газовым обогревателям необходимо представить в таблице 3.1.

**Таблица 3.1 – Газовые обогреватели для отопления производственного цеха**

Марка обогревателя	Мощность, кВт	Количество, шт.	Длина, м	Часовой расход газа, м <sup>3</sup> /ч	КПД оборудования, %

В цеху организации необходимо установить клапан термозапорный и систему автоматического контроля загазованности САКЗ. Система предназначена для отключения подачи газа в случае образования не допустимых концентраций оксида углерода и природного газа в воздухе помещения цеха [20, 22]. Датчики-сигнализаторы необходимо подсоединить к многоканальному блоку СТГ-10-8, который используется для выдачи сигнализации о превышении установленных значений объемной доли горючих газов и массовой концентрации оксида углерода в воздухе. Сигнализаторы загазованности на СО необходимо установить на высоте 1,6 м от пола цеха, а датчики на СН<sub>4</sub> (метан) ниже на 0,2 м от потолка.

#### **Газоснабжение производственной организации.**

Схема газоснабжения организации может быть принята тупиковая с двумя ступенями редуцирования газа через ГРПШ с регулятором давления газа или ГРП на стене здания производственного цеха.

Изоляция подземных стальных участков газопровода должна быть выполнена по ГОСТ ИСО 9.602-2005. Надземные участки газопровода следует защитить от атмосферной коррозии покрытием, состоящим из двух слоев грунтовки и двух слоев желтой краски, лака или эмали, предназначенных для наружных работ при температуре наружного воздуха - 28°C [22].

### **3.3 Служба эксплуатации газового хозяйства**

В данном разделе должен быть рассмотрен комплекс мероприятий по безопасной эксплуатации газового хозяйства, регламентированный Правилами безопасности.

Организация должна иметь комплект исполнительно-технической документации на газовое хозяйство:

- проектная документация,
- исполнительная документация (акты первичного пуска газа, наладки газового оборудования и приборов автоматики).

На наружный газопровод должен составляться эксплуатационный паспорт, содержащий основные технические характеристики и данные о проведенных ремонтах.

Инструкции для лиц, занятых технической эксплуатацией газового хозяйства, разрабатываются с учетом особенностей газового хозяйства, требований заводов-

изготовителей оборудования и конкретных условий производства ремонтно-строительной организации.

Организация, эксплуатирующая газовое хозяйство, обязана:

- обеспечивать персоналом, удовлетворяющим квалификационным требованиям, не имеющим медицинских противопоказаний к работе;
- выполнять комплекс мероприятий, включая систему технического обслуживания и ремонта, обеспечивающего содержание газового хозяйства и исправном состоянии и соблюдать требования Правил безопасности;
- иметь лицензию на эксплуатацию газового хозяйства и копии лицензий организаций, выполняющих по договору работы по техническому обслуживанию и ремонту;
- обеспечивать подготовку и аттестацию работников;
- иметь нормативные и правовые акты, нормативные технические документы, устанавливающие правила ведения работ в газовом хозяйстве;
- организовывать и осуществлять производственный контроль за соблюдением требований промышленной безопасности;
- обеспечивать наличие и функционирование необходимых приборов и систем контроля;
- выполнять постановления и предписания органов надзора в соответствии с их полномочиями;
- проводить внеочередные технические обследования (диагностику технического состояния) газопроводов, сооружений и технических устройств в установленные Правилами безопасности сроки или по требованию органов надзора;
- приостанавливать эксплуатацию объектов газового хозяйства самостоятельно или по требованию органов надзора в случае аварии или инцидента, а также в случае обнаружения обстоятельств, влияющих на промышленную безопасность;
- предотвращать проникновение на объекты газового хозяйства посторонних лиц;
- немедленно информировать органы надзора об аварии или инциденте, произошедших в газовом хозяйстве;
- осуществлять мероприятия по локализации и ликвидации последствий аварий (инцидентов) и оказывать содействие государственным органам в расследовании их причин;
- принимать участие в техническом расследовании причин аварий, принимать меры по их устранению, профилактике и учету;
- представлять в органы надзора информацию о выполнении мероприятий по предотвращению аварий, предписываемых актом расследования.

Газовая служба организации должна быть централизованной, полностью обеспечивающей обслуживание и эксплуатацию газового хозяйства [22, 22].

Газовая служба должна иметь помещение, телефонную связь, необходимый комплект оборудования:

- газоанализаторы, газоискатели;
- противогазы и спасательные пояса;
- переносные взрывозащищенные светильники;
- контрольные манометры (жидкостные, мембранные, пружинные);
- приборы для проведения измерений электропотенциалов на подземных газопроводах;
- набор для проведения технического обслуживания и газоопасных работ;
- средства пожаротушения.

Перечень механизмов, приборов и приспособлений, необходимых для ремонта полиэтиленовых газопроводов:

- установка для сварки полиэтиленовых труб встык;
- трубы и соединительные детали из полиэтилена, узлы соединений «полиэтилен-сталь»;
- электростанция передвижная;
- комплект предупреждающих знаков;

- кабель электрический.

В состав централизованной газовой службы входят:

- начальник газовой службы (1 человек);
- мастер по эксплуатации и ремонту (1 человек);
- слесарь и газоэлектросварщик (1 человек).

Задачи, решаемые газовой службой организации:

- контроль параметров поступающего в организацию газа;

- техническое обслуживание газового хозяйства (обход и осмотр трасс надземных и подземных газопроводов, проверки загазованности колодцев, других сооружений, расположенных вдоль трассы газопровода на расстоянии до 15 м в каждую сторону);

- осмотр и проверка исправности арматуры, оборудования и плотности соединений всех внутренних газопроводов;

- ежедневный обход и проверка газового оборудования ГРПШ и ГРУ;

- обеспечение сохранности подземных газопроводов от механических повреждений;

- проведение ревизий и всех видов ремонта газопроводов, газового оборудования, КИП и автоматики безопасности в установленные сроки;

- ликвидация возникших аварий.

В производственном цехе и котельной должны записываться показания КИП и все неисправности в работе газового оборудования за смену.

Топку котла необходимо проветривать перед каждым пуском в работу [8]. Также необходимо осуществить продувку газопроводов. Перед этим необходимо проверить, чтобы в зоне выброса газа из продувочной свечи отсутствовали люди, световые фонари и источники открытого огня. После этого необходимо провести анализ газа, выходящего из продувочного газопровода. Содержание кислорода после продувки не должно превышать 1%.

Перед пуском газа на объектах, принятых комиссией, должны быть проведены повторные испытания на герметичность газопроводов, проверено состояние дымоотводящих и вентиляционных систем, комплектность и исправность газового оборудования, арматуры, средств измерений и автоматизации работы оборудования.

Присоединение к действующим (существующим) газопроводам поселка вновь построенных при реконструкции газопроводов, должно производиться только перед пуском газа в эти газопроводы или объекты [10, 11]. Все газопроводы и газооборудование перед их присоединением к действующим газопроводам должны подвергаться внешнему осмотру и контрольной опрессовке бригадой, производящей пуск газа. Наружные газопроводы подлежат контрольной опрессовке давлением 0,02 МПа, при этом падение давления не должно превышать 10 даПа за 1 ч. Контрольное испытание внутренних газопроводов промышленного цеха ремонтно-строительной организации должно производиться давлением 0,01 МПа; падение давления не должно превышать 60 даПа за 1 час [21].

## **4. Безопасность жизнедеятельности**

### **4.1 Система охраны труда в газовом хозяйстве**

Создание безопасных условий труда, обеспечивающих оптимальные санитарно-гигиенические условия и исключающих травматизм и профессиональные заболевания, является важной задачей на любом производстве. Система охраны труда включает службы техники безопасности и промышленной санитарии в газовом хозяйстве, проектно-конструкторские организации, государственные органы технического надзора [20].

Основу комплексной системы составляют внедрение новой безопасной техники, прогрессивных методов организации труда и технологии производства; комплексная механизация; применение защитных средств и приспособлений, позволяющих снизить травматизм.

Контроль в этой сфере обеспечивается такими организациями, как Госгортехнадзор, Государственная инспекция по энергонадзору, Главное санитарно-эпидемиологическое управление при Министерстве здравоохранения, Главная инспекция по контролю за работой газоочистных и пылеулавливающих установок.

Организация рабочих мест должна обеспечивать безопасность выполнения работ. Рабочие места в случае необходимости должны иметь ограждения, защитные и предохранительные устройства и приспособления. Присутствие посторонних лиц на рабочих местах запрещается.

Место, где проводятся газоопасные работы по врезке газопроводов, замене запорных устройств, необходимо оградить щитами с предупредительными знаками и надписями типа: «Огнеопасно - газ». При значительном выделении газа в окружающую среду необходимо запретить движение транспорта в радиусе до 50 м от места работы.

### **4.2 Техника безопасности производства земляных работ при прокладке газопроводов**

К производству земляных работ при прокладке подземных газопроводов нельзя приступить без специального разрешения организации, в чьем ведении находятся земли. В условиях поселка разрешение на производство работ (ордер) дает администрация поселка. Места расположения подземных коммуникаций должны быть точно указаны эксплуатационными организациями. Подземные коммуникации, попадающие в зону работ, как правило, разрывают и укрепляют. Разработку грунта вблизи подземных сетей и коммуникаций производят под наблюдением производителя работ или мастера. Использование ударных инструментов не допускается [20, 22].

Работы по отрывке траншей должны производиться в соответствии с действующими строительными нормами. По краям траншей должны оставаться свободные проходы шириной не менее 0,5 м. Для предотвращения обвалов грунта нельзя увеличивать угол откоса стенок сверх установленной нормы при рытье траншей с откосами. Крепление траншей щитами или досками производят так, чтобы они возвышались над поверхностью земли на 10-15 см. Конструкция крепления вертикальных стенок траншей глубиной до 3 м должна быть инвентарной. Крепления выполняют по типовым проектам [18].

При выполнении земляных работ необходимо обеспечить систематический контроль за состоянием стен траншей и котлованов и в случае появления трещин немедленно вывести работников из опасной зоны. В случае обрушения и осыпания стен необходимо принимать меры по их укреплению.

Траншеи, разрабатываемые в местах передвижения людей и транспорта, должны иметь ограждения с указательными знаками и предупредительными надписями, а в темное время суток - сигнальное освещение согласно требованиям правил дорожного движения. Переход

через траншею или котлован разрешается только по настилам или переходным мостикам с перилами. Ширина мостиков должна быть не менее 0,6 м с перилами высотой 1 м.

Не допускается разработка грунта подкопами. Складывание грунта и материалов около выемок разрешается не ближе 0,5-1 м от бровки. Применяемые строительные машины и механизмы оборудуют звуковой сигнализацией. Пребывание людей в забое экскаватора не разрешается.

#### **4.3 Безопасность работ при эксплуатации системы газоснабжения**

Эксплуатация подземных и надземных газопроводов и сооружений на них должна соответствовать требованиям правил безопасности в газовом хозяйстве и другим нормативным документам, утвержденным в установленном порядке.

Перед спуском в колодец или траншую непосредственный руководитель работ должен произвести проверку наличия там взрывоопасных и вредных газов с помощью специальных приборов, проверить наличие у работников спасательных поясов с веревками, свободные концы которых должны удерживать работники, оставшиеся наверху для оказания, в случае необходимости, помощи.

Бригада, выполняющая работу в котловане, колодце и траншее, должна состоять не менее чем из трех работников.

Для проведения ремонтных работ действующего газопровода в котловане, колодце и траншее, не требующих разборки газового оборудования, разрешается спуск одного работника. В отдельных случаях разрешается спуск одновременно не более двух работников с надетыми и застегнутыми спасательными поясами с веревками и приготовленными к применению противогазами.

Перед началом работ на расстоянии 5 м от открытого колодца, со стороны движения транспорта, должны быть установлены ограждения, а на расстоянии 10-15 м – соответствующий предупредительный знак «Дорожные (ремонтные) работы», «Осторожно - газ», «Проезд запрещен», «Сужение дороги», «Прочие опасности».

Резьбовые, фланцевые и сварные соединения, которые разбирались для проведения ремонтных работ, после сборки должны проверяться на герметичность при рабочем давлении мыльной эмульсией или с помощью высокочувствительных газоанализаторов. Проверка открытым огнем запрещается.

Набивку сальников запорной арматуры разрешается производить при давлении не выше 0,1 МПа (1 кгс/см<sup>2</sup>). При производстве работ, связанных с применением сварочных и огневых работ давление газа должно быть снижено до 40-200 даПа (40-200 мм вод. ст.). В случае отклонения давления газа от заданных параметров работы должны быть приостановлены до выявления причин отклонения от установленных параметров и их устранения.

Если работы проводились по восстановлению герметичности газопровода (заменой отдельного его участка), то он должен быть продут газом через продувочные свечи или стояки конденсатосборников, расположенных на конце участка.

Окончание продувки необходимо определить путем анализа или взятия пробы газовоздушной смеси в емкость с мыльной эмульсией и последующим поджогом вне сооружений и помещений. При спокойном возгорании газа (без хлопков) на поверхности эмульсии продувка может быть прекращена. Объемная доля кислорода в пробе газа не должна превышать 1 % по объему. Продувка газопроводов должна осуществляться в местах, где исключена возможность попадания газовоздушной смеси в здание, а также воспламенения от какого-либо источника огня. Места сброса газа в атмосферу должны быть ограждены, у места сброса должен быть выставлен дежурный персонал и установлены предупредительные знаки «Огнеопасно - газ». У места сброса газа запрещается курение, пользование открытым огнем, нахождение посторонних лиц [20, 22].

## **5. Охрана окружающей природной среды**

Во время работ по прокладке системы газоснабжения возможно загрязнение воздушного бассейна выбросами продуктов сгорания от работы строительной техники (оксид углерода, диоксид азота) и при проведении сварочных работ [13, 15].

Необходимо рассмотреть загрязнения окружающей среды, возникающие во время эксплуатации системы газоснабжения. Загрязнения представляют собой постоянные выбросы газа по причине невозможности полной герметичности резьбовых и фланцевых соединений, а также запорной арматуры и газового оборудования. Необходимо предусматривать мероприятия исключающие возможность аварийных ситуаций на газопроводенаселенного пункта. Для возможности быстрого обнаружения утечек газа по запаху к потребителю поступает природный газ, содержащий одорант (этилмеркаптан).

Выброс природного газа может происходить во время проведения ремонтных и профилактических работ, а также в случае возникновения аварии. Утечки на подземных газопроводах происходят в газовых колодцах на задвижках и компенсаторов, а на надземных газопроводах - в местах установки отключающих устройств. Газорегуляторные пункты являются источником утечек газа из-за не герметичности соединений оборудования, арматуры и имеющихся газопроводов.

Среди причин, вызывающих возникновение аварийных ситуаций на газопроводах, стоит учесть их повреждение различными машинами и механизмами, коррозия стальных трубопроводов и разрыв сварных соединений, повышение давления в системе газоснабжения. При повышении давления сверх нормативного должен срабатывать предохранительно-сбросной клапан и сбрасывать избыток газа через «свечу» в атмосферу, снижая давление в системе.

Существенное снижение выбросов вредных веществ в атмосферу возможно за счет качественного и своевременного выполнения комплекса мероприятий, входящих в перечень работ, проводимых газовой службой.

## **Заключение**

В заключение курсового проекта по газоснабжению населенного пункта необходимо описать достижение поставленной цели, решение намеченных к выполнению задач и конкретные полученные в проекте результаты.

### **Пример формулировки заключения по курсовому проекту:**

В результате выполнения курсового проекта была разработана эффективная система газоснабжения микрорайона г. Саратова. Таким образом, цель проекта была достигнута, а поставленные задачи решены.

Были получены следующие результаты:

- рассмотрена строительная и климатическая характеристика района строительства системы газоснабжения;
- годовой расход газа по микрорайону города составил  $12088 \text{ м}^3/\text{ч}$ , расчетный часовой расход газа составил  $4835 \text{ м}^3/\text{год}$ ;
- была выбрана рациональная схема газоснабжения микрорайона города и определено количество и тип ГРПШ, подобраны регуляторы давления газа РДУК - 50;
- выполнен гидравлический расчет сетей низкого и среднего давления;
- рассмотрены мероприятия по безопасности жизнедеятельности при прокладке и эксплуатации газопроводов;
- рассмотрены мероприятия связанные с охраной окружающей среды.

Была выполнена графическая часть курсового проекта, состоящая из трех листов формата А1, включающих в себя схему газоснабжения микрорайона г. Саратова, расчетную схему газопровода среднего давления и продольный профиль участка подземного газопровода.

## **Список использованной литературы**

1. СП 131.13320.2020 Строительная климатология.
2. СП 62.13330.2011 Газораспределительные системы.
3. ГОСТ 34670-2020 Системы газораспределительные. Пункты редуцирования газа.
4. СП 42-101-2003 «Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб» / ЗАО Полимергаз – М.: ГУП ЦПП, 2003. – 166 с.
5. СП 42-103-2003 Проектирование и строительство газопроводов из полиэтиленовых труб и реконструкция изношенных газопроводов.
6. Газоснабжение / Г. П. Комина, Е. Л. Палей, Н. В. Моисеев, И. В. Федорова. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 332 с. — ISBN 978-5-507-45144-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/284087>
7. Шибеко, А. С. Газоснабжение : учебное пособие для вузов / А. С. Шибеко. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 520 с. — ISBN 978-5-507-44767-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/242870>
8. Мирошниченко, Т. А. Газоснабжение. Курсовое проектирование : учебное пособие / Т. А. Мирошниченко. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. - 100 с. - ISBN 978-5-9729-0901-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1904201>
9. Мирошниченко, Т. А. Газоснабжение. Практикум: учебное пособие / Т. А. Мирошниченко. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. - 168 с. - ISBN 978-5-9729-1905-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2170221>
10. Газоснабжение : методические указания / Составитель Г. Н. Мартыненко. — Воронеж : ВГТУ, 2022. — 31 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/300986>
11. Белецкий Б.Ф. Технология и механизация строительного производства [Текст]. 4-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2021. – 752 с
12. ПБ 12-529-03РТН России 2003 г. Правила безопасности систем газораспределения и газопотребления.
13. ФНИП «Правила безопасности сетей газоснабжения и газопотребления» / Утверждены приказом Ростехнадзора от 15.11.13 № 524

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

### **ПРИЛОЖЕНИЕ А. Задание на курсовое проектирование**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и  
инженерии имени Н.И. Вавилова»**

**УТВЕРЖДАЮ**

**Зав. кафедрой**

### **Задание на курсовой проект**

**Направление подготовки 08.03.01 Строительство**

**Профиль подготовки Тепло-, газо-, холодоснабжение и вентиляция**

**Кафедра Гидромелиорация, природооустройство и строительство в АПК**

**Вариант задания № \_\_\_\_\_**

**По курсовому проекту студенту(ке) \_\_\_\_\_ курса**

#### **1. Тема курсового проекта:**

**Газоснабжение населенного пункта**

#### **2. Исходные данные к курсовому проекту:**

- генеральный план населенного пункта
- перечень промышленных предприятий и отопительных котельных с расходами топлива
- источник газоснабжения
- давление на выходе из ГГРП
- численность населения

#### **3. Содержание расчетно-пояснительной записи:**

**Введение**

**1 Технологическая часть**

**2 Газификация промышленного предприятия**

**3 Безопасность жизнедеятельности**

**4 Охрана окружающей природной среды**

**Заключение**

**Библиографический список**

#### **4. Перечень графического материала с точным указанием обязательных чертежей:**

1. Схема газоснабжения населенного пункта
2. Расчетная схема газопровода среднего давления
3. Продольный профиль участка подземного газопровода

## **5. Литература, пособия:**

1. СП 131.13320.2020 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99.
2. СП 62.13330.2011 Газораспределительные системы.
3. ГОСТ 34670-2020 Системы газораспределительные. Пункты редуцирования газа.
4. СП 62.13330.2011 «СНиП 42-01-2002 Газораспределительные системы» / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2003. – 32 с.
5. СП 42-101-2003 «Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб» / ЗАО Полимергаз – М.: ГУП ЦПП, 2003. – 166 с.
6. СП 42-103-2003 Проектирование и строительство газопроводов из полиэтиленовых труб и реконструкция изношенных газопроводов.
7. ПБ 12-529-03РТН России 2003 г. «Правила безопасности систем газораспределения и газопотребления».
8. Белецкий, Б.Ф. Технология и механизация строительного производства [Текст]. 4-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2021. – 752 с.
9. Абдразаков Ф.К., Поваров А.В. Учебно-методическое пособие по выполнению курсового проекта по дисциплине «Газоснабжение» для студентов направления подготовки 08.03.01 Строительство направленность (профиль) «Тепло-, газо-, холодоснабжение и вентиляция» / Сост.: Ф.К. Абдразаков, А.В. Поваров, ФГБОУ ВО Вавиловский университет. – Саратов, 2024. – 45 с.

Дата выдачи задания «\_\_\_\_» «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_ г.

Срок сдачи студентом законченного проекта «\_\_\_\_» «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_ г.

Руководитель проекта \_\_\_\_\_

Задание принял к исполнению \_\_\_\_\_

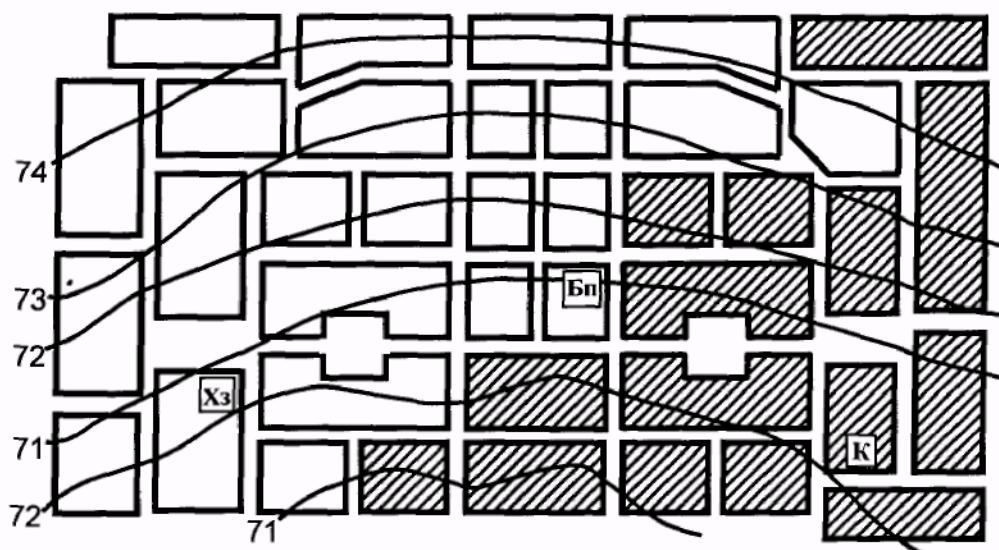
## ПРИЛОЖЕНИЕ Б.

### Генеральные планы районов газоснабжения

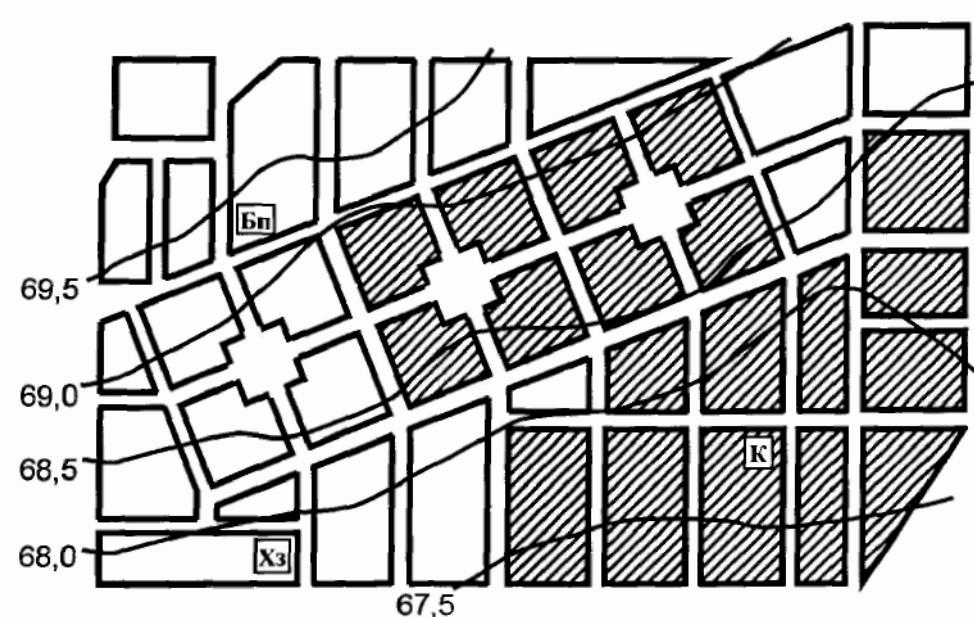
#### Условные обозначения к генеральным планам:

- Бп - банно-прачечный комбинат; Хз - хлебозавод; К - котельная;  
кварталы с газовыми плитами и централизованным горячим водоснабжением;  
кварталы с газовыми плитами и газовыми проточными водонагревателями.

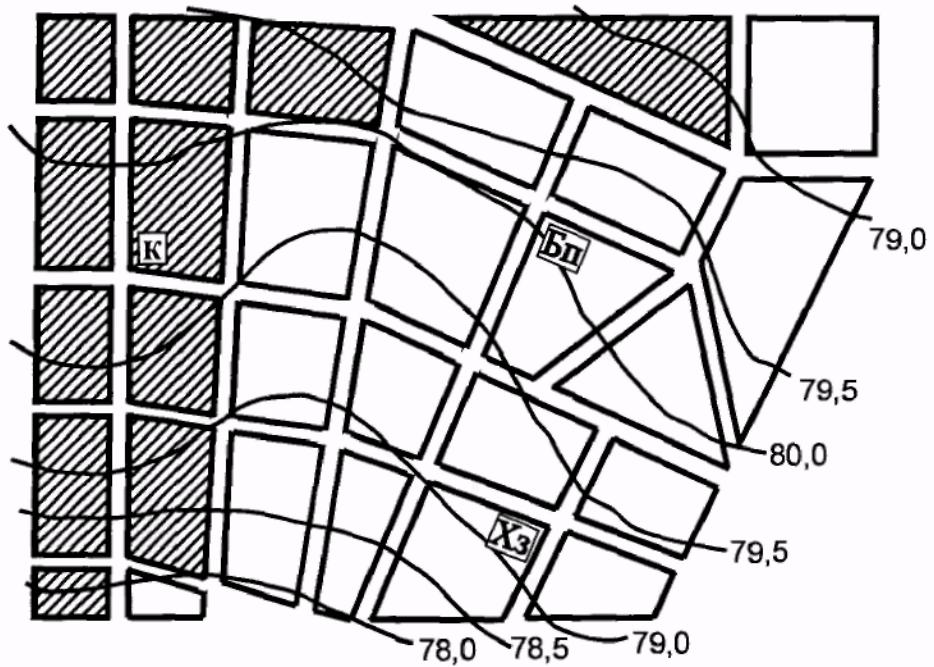
Генплан № 1



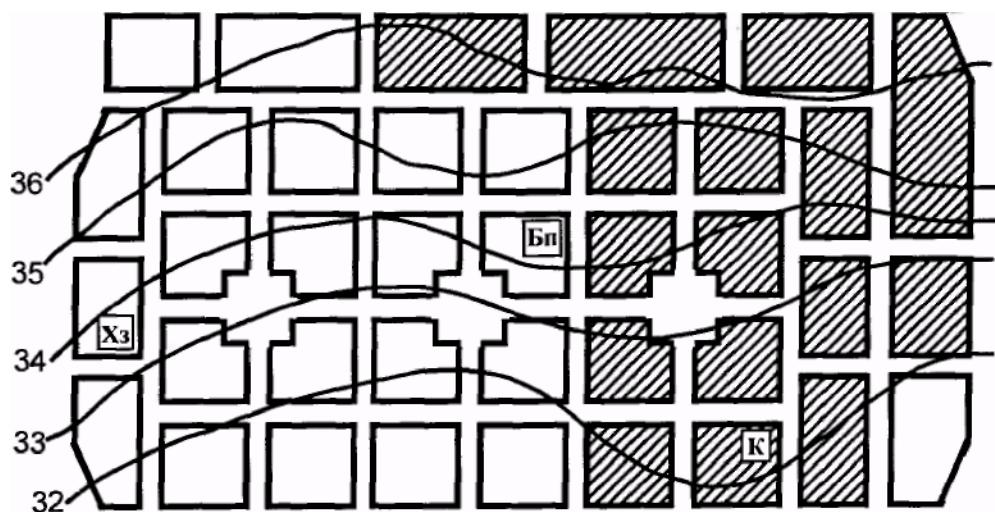
Генплан № 2



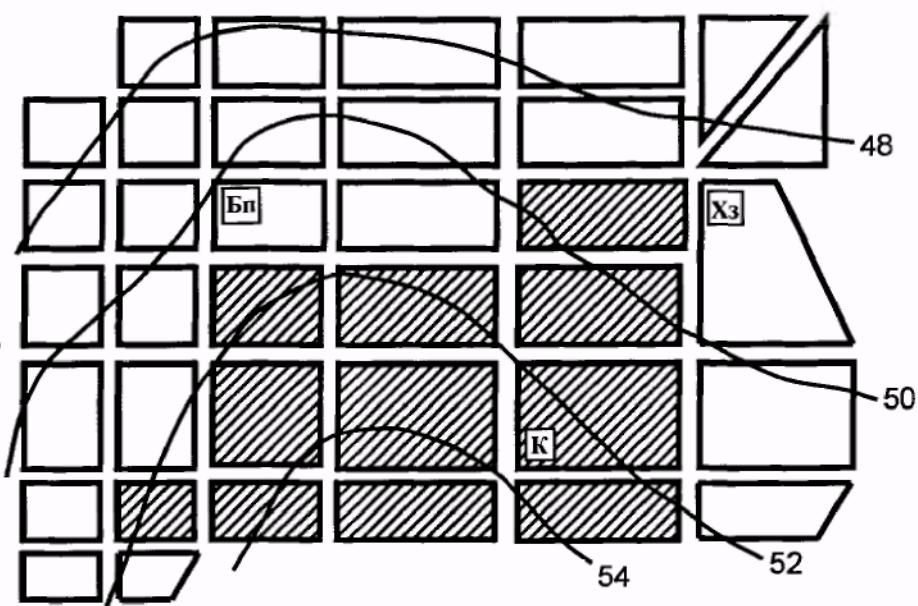
Генплан № 3



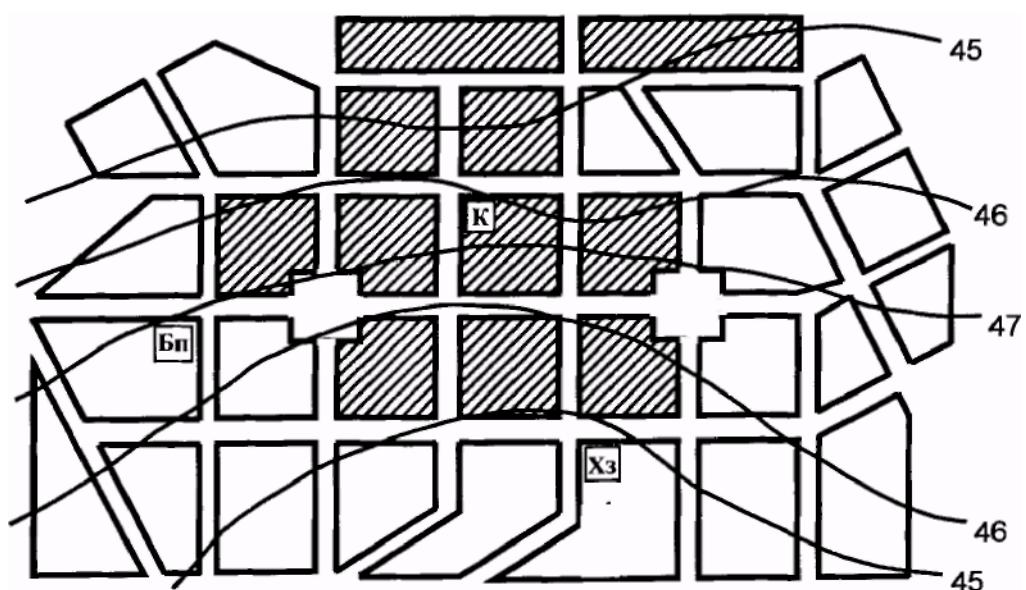
Генплан № 4



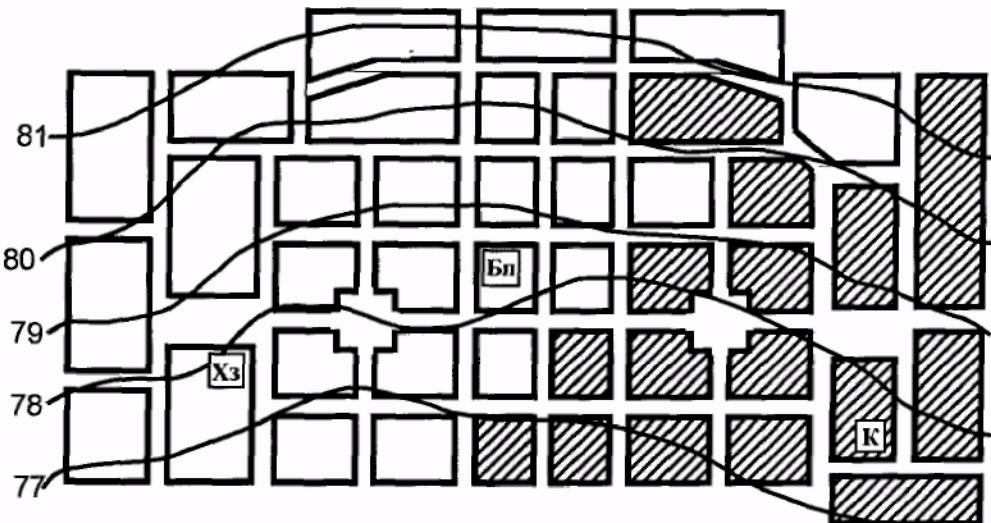
Генплан № 5



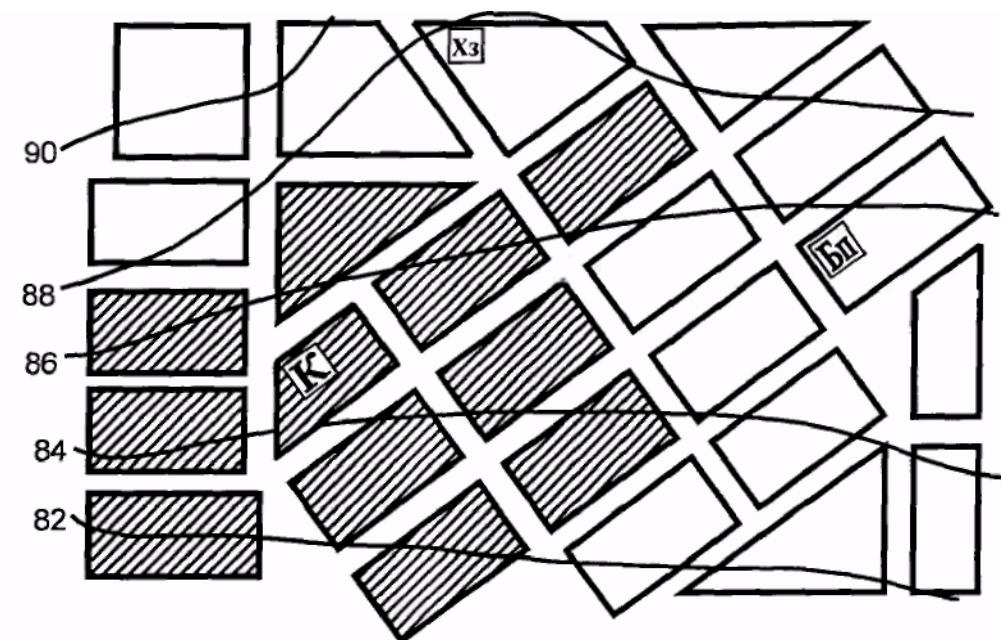
Генплан № 6



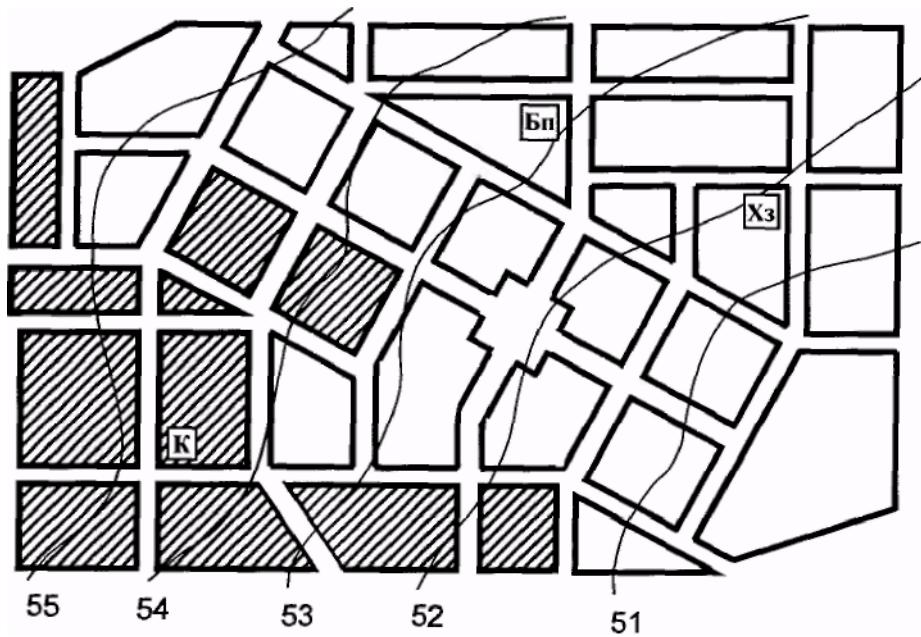
Генплан № 7



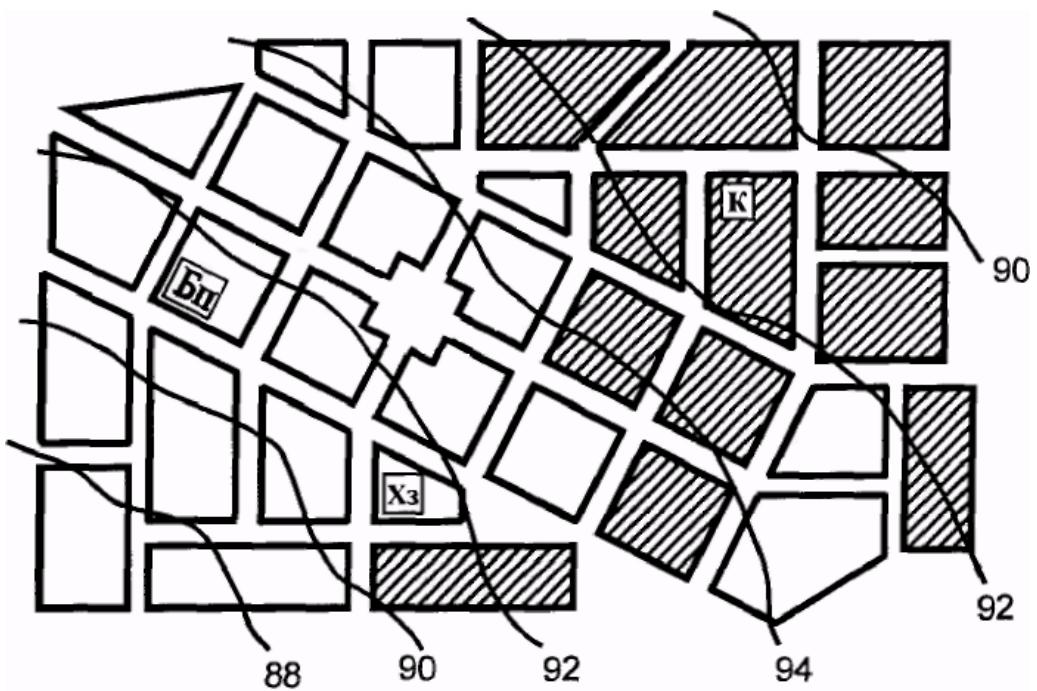
Генплан № 8



Генплан № 9



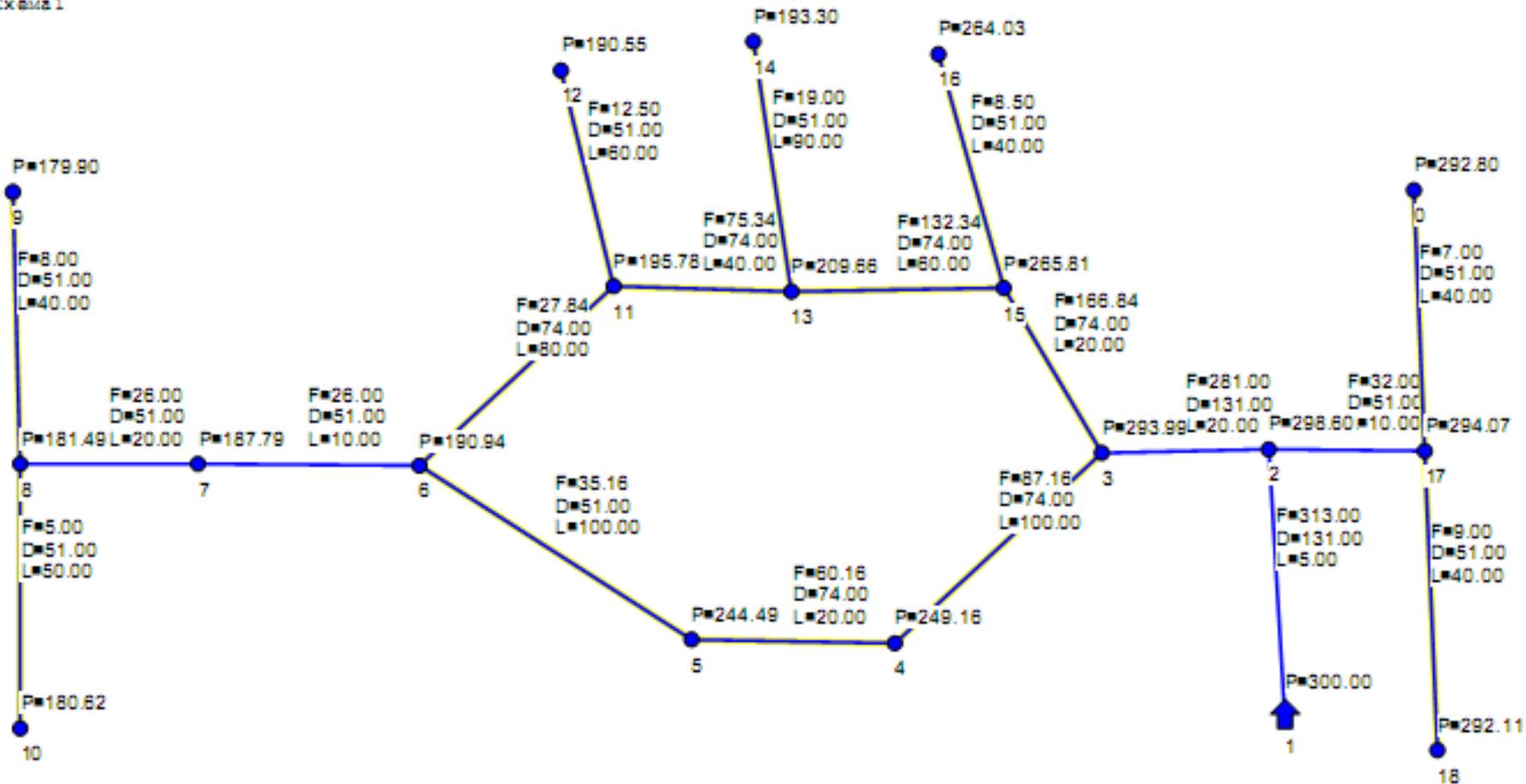
Генплан № 10



## Примеры расчетных схем газоснабжения

Расчетная схема газопровода низкого давления с одним ГРПШ

Схема 1



Наименование схемы Схема НД вариант 1.txt  
 Исходные данные и результаты расчета

Источники, потребители, узлы

Номер	Тип	Расход	Давление	Наименование
0	узел	0.00	292.80	
1	источник	313.00	300.00	ГРП-1
2	узел	0.00	298.60	
3	узел	0.00	293.99	
4	узел	0.00	249.16	
5	узел	0.00	244.49	
6	узел	0.00	190.94	
7	узел	0.00	187.79	
8	узел	0.00	181.49	
9	узел	0.00	179.90	
10	узел	0.00	180.62	
11	узел	0.00	195.78	
12	узел	0.00	190.55	
13	узел	0.00	209.66	
14	узел	0.00	193.30	
15	узел	0.00	265.81	
16	узел	0.00	264.03	
17	узел	0.00	294.07	
18	узел	0.00	292.11	

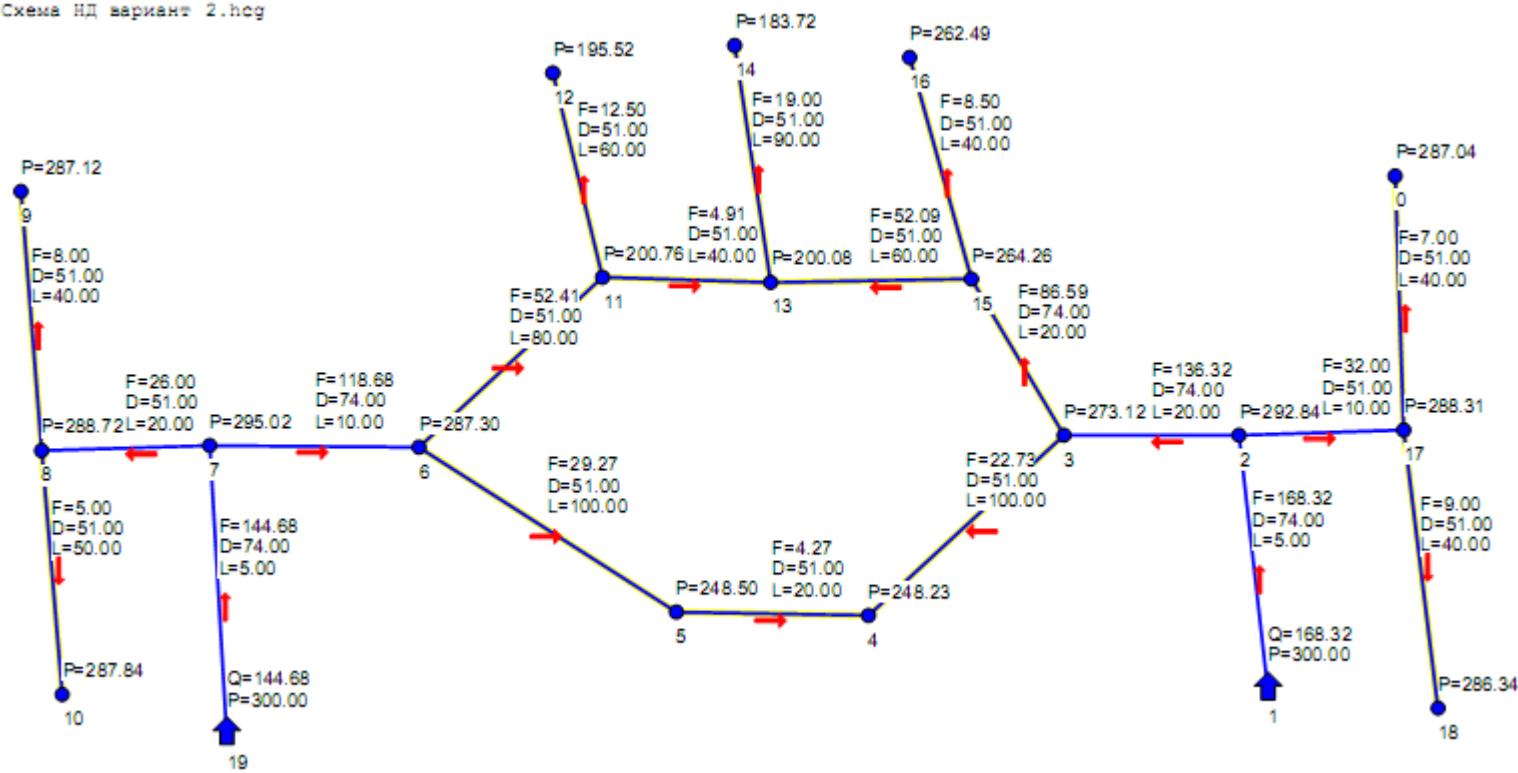
Участки

Нач	Кон	Длина	Диаметр	Поток	Перепад	Рн	Рк	Материал
1	2	5	131	313.00	1.40	300.00	298.60	полиэт.
2	3	20	131	281.00	4.62	298.60	293.99	полиэт.
3	4	100	74	87.16	44.83	293.99	249.16	полиэт.
4	5	20	74	60.16	4.67	249.16	244.49	полиэт.
5	6	100	51	35.16	53.55	244.49	190.94	полиэт.
6	7	10	51	26.00	3.15	190.94	187.79	полиэт.
7	8	20	51	26.00	6.30	187.79	181.49	полиэт.
8	9	40	51	8.00	1.60	181.49	179.90	полиэт.
8	10	50	51	5.00	0.88	181.49	180.62	полиэт.
11	6	80	74	27.84	4.84	195.78	190.94	полиэт.
11	12	60	51	12.50	5.23	195.78	190.55	полиэт.
13	11	40	74	75.34	13.88	209.66	195.78	полиэт.
13	14	90	51	19.00	16.35	209.66	193.30	полиэт.
15	13	60	74	132.34	56.15	265.81	209.66	полиэт.
3	15	20	74	166.84	28.18	293.99	265.81	полиэт.
15	16	40	51	8.50	1.77	265.81	264.03	полиэт.
2	17	10	51	32.00	4.54	298.60	294.07	полиэт.
17	18	40	51	9.00	1.96	294.07	292.11	полиэт.
17	0	40	51	7.00	1.26	294.07	292.80	полиэт.

SDR 11  
 63\*5.8  
 90\*8.2  
 110\*10  
 160\*14.6

## Расчетная схема газопровода низкого давления с двумя ГРПШ

### Схема ИД вариант 2.hdg



Наименование схемы Схема НД вариант 2.txt  
 Исходные данные и результаты расчета

Источники, потребители, узлы

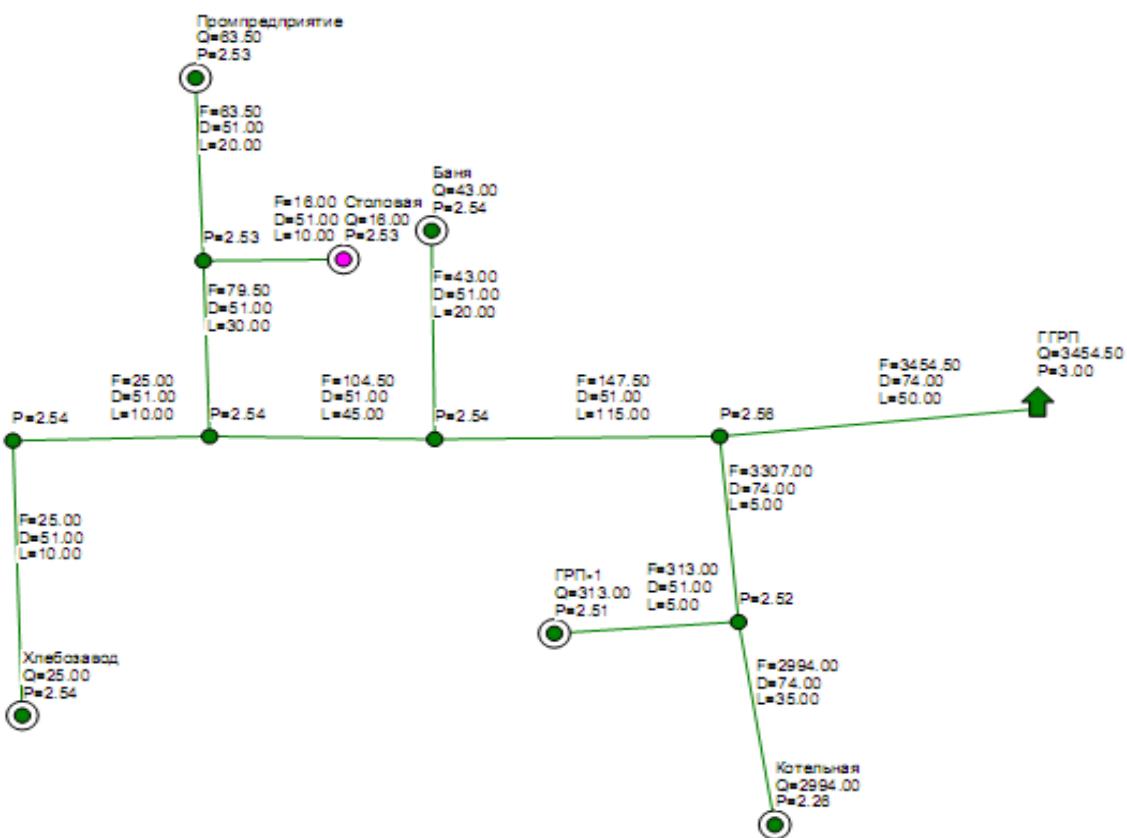
Номер	Тип	Расход	Давление	Наименование
0	узел	0.00	287.04	
1	источник	168.32	300.00	ГРП-1
2	узел	0.00	292.84	
3	узел	0.00	273.12	
4	узел	0.00	248.23	
5	узел	0.00	248.50	
6	узел	0.00	287.30	
7	узел	0.00	295.02	
8	узел	0.00	288.72	
9	узел	0.00	287.12	
10	узел	0.00	287.84	
11	узел	0.00	200.76	
12	узел	0.00	195.52	
13	узел	0.00	200.08	
14	узел	0.00	183.72	
15	узел	0.00	264.26	
16	узел	0.00	262.49	
17	узел	0.00	288.31	
18	узел	0.00	286.34	
19	источник	144.68	300.00	ГРП-2

Участки

Нач	Кон	Длина	Диаметр	Поток	Перепад	Рн	Рк	Материал
1	2	5	74	168.32	7.16	300.00	292.84	полиэти.
2	3	20	74	136.32	19.72	292.84	273.12	полиэти.
3	4	100	51	22.73	24.89	273.12	248.23	полиэти.
5	4	20	51	4.27	0.27	248.50	248.23	полиэти.
6	5	100	51	29.27	38.80	287.30	248.50	полиэти.
7	6	10	74	118.68	7.72	295.02	287.30	полиэти.
7	8	20	51	26.00	6.30	295.02	288.72	полиэти.
8	9	40	51	8.00	1.60	288.72	287.12	полиэти.
8	10	50	51	5.00	0.88	288.72	287.84	полиэти.
6	11	80	51	52.41	86.54	287.30	200.76	полиэти.
11	12	60	51	12.50	5.23	200.76	195.52	полиэти.
11	13	40	51	4.91	0.68	200.76	200.08	полиэти.
13	14	90	51	19.00	16.35	200.08	183.72	полиэти.
15	13	60	51	52.09	64.19	264.26	200.08	полиэти.
3	15	20	74	86.59	8.86	273.12	264.26	полиэти.
15	16	40	51	8.50	1.77	264.26	262.49	полиэти.
2	17	10	51	32.00	4.54	292.84	288.31	полиэти.
17	18	40	51	9.00	1.96	288.31	286.34	полиэти.
17	0	40	51	7.00	1.26	288.31	287.04	полиэти.
19	7	5	74	144.68	4.98	300.00	295.02	полиэти.

## Расчетная схема газопровода среднего давления

Схема СД вариант 1.hsg



## Содержание

<b>Введение</b>	3
<b>1. Требования к курсовому проектированию</b>	4
<b>2. Технологическая часть курсового проекта</b>	5
2.1. Краткие сведения о газифицируемом населенном пункте	5
2.1.1 Строительная характеристика	5
2.1.2. Климатические данные района газоснабжения	5
2.1.3. Источник газоснабжения населенного пункта	6
2.2. Годовые расходы газа потребителями	6
2.2.1 Нормативные расходы газа	7
2.2.2 Годовые расходы газа на коммунально-бытовые нужды населения	7
2.2.3 Годовые расходы газа на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий	10
2.2.4 Годовой расход газа на горячее водоснабжение	12
2.2.5 Расчетные часовые расходы газа на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий	12
2.2.6 Расчетный часовой расход газа на горячее водоснабжение	13
2.2.7 Расчетные часовые расходы газа на отопление и вентиляцию сосредоточенных потребителей	13
2.3 Определение расходов газа промышленными потребителями	14
2.4 Общий расход газа по населенному пункту	14
2.5 Выбор схемы газоснабжения населенного пункта	15
2.6 Гидравлический расчет газопроводов низкого давления	15
2.7 Гидравлический расчет газопровода среднего давления	16
2.8 Подбор регуляторов давления для ГРПШ	18
<b>3. Газификация промышленного предприятия</b>	21
3.1 Определение типа газового обогревателя	21
3.2 Расчет расхода газа для работы обогревателей	23
3.3 Служба эксплуатации газового хозяйства	24
<b>4. Безопасность жизнедеятельности</b>	27
4.1 Система охраны труда в газовом хозяйстве	27
4.2 Техника безопасности производства земляных работ при прокладке газопроводов	27
4.3 Безопасность работ при эксплуатации системы газоснабжения	28
<b>5. Охрана окружающей природной среды</b>	29
<b>Заключение</b>	30
<b>Список использованной литературы</b>	31
<b>Приложения</b>	32
Приложение А	32
Приложение Б	34
Приложение В	39

Составители:

Абдразаков Фярид Кинжаевич

Поваров Андрей Владимирович

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ  
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ГАЗОСНАБЖЕНИЕ»**