Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный
институт

Инженерные системы зданий и сооружений
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
________ А.И. Матюшенко
подпись инициалы, фамилия
«_____»__________2020г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

08.03.01 «Строительство»
код и наименование направления

Разработка схемы газоснабжения поселка Бор
тема

Руководитель	__________	доцент, к.т.н	И.Б.Оленев
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Выпускник	__________		Е.А.Дитенберг
	подпись, дата		инициалы, фамилия
Нормоконтролер	__________		И.Б.Оленев
	подпись, дата		инициалы, фамилия

Красноярск 2020

РЕФЕРАТ

Выпусная квалификационная работа на тему «Разработка схемы газоснабжения поселка Бор» содержит: 49 страниц пояснительной записки, 18 таблиц, 42 формулы, 6 листов графического материала.

ГАЗОСНАБЖЕНИЕ, ГАЗОРЕГУЛЯТОРНЫЙ ПУНКТ, ПОТРЕБЛЕНИЕ ГАЗА, ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ГАЗОВЫХ СЕТЕЙ.

Объект проектирования:

- послок Бор, Красноярского края, Туруханского района. Численность населения 2700 человек.

Цель работы:

- разработать схему газоснабжения п.Бор, для обеспечения газом населения и решения экологических аспектов.
- выполнить один из вариантов распределительных систем газоснабжения;
- подобрать газовое оборудование для устойчивой работы системы газоснабжения.

Выполнен расчет потребления газа как в целом по поселку, так и в отдельности по разнообразным видам потребления в соответствии с требованиями СП 62.13330.2011 Газораспределительные системы. Актуализированная редакция СНиП 42-01-2002.

В результате сделанной работы были разработаны схемы сетей низкого и среднего давления, подобраноосновое оборудование для газафикации посёлка.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

Доля природного газа в топливном балансе России составляет 60%. Так как природный газ является высокоэффективным энергоносителем, который широко применяется в настоящее время, в условиях экономического роста в стране газификация может составить основу социально-экономического развития регионов России, обеспечить улучшение условий труда и быта населения, а также снижение загрязнения окружающей среды. Основной задачей при использовании природного газа является его рациональное потребление, то есть снижение удельного расхода посредством внедрения экономичных технологических процессов, при которых наиболее полно реализуются положительные свойства газа.

В данной бакалаврской работе представлены материалы по газификации п.Бор, Туруханского района Красноярского края численность населения которого составляет 2700 человек. Газифицировать п.Бор предполагается природным газом.

Благодаря техническим решениям, представленным в работе, газификация п.Бор может вестись на современном технологическом уровне, решая, как задачи газоснабжения населения, так и поддержания экологического баланса.

БР выполнена в соответствии с СП 62.13330.2011 Газораспределительные системы. Актуализированная редакция СНиП 42-01-2002.

1 Газоснабжение

При разработке бакалаврской работы рассмотрели следующие вопросы. Система газоснабжения села должна обеспечивать бесперебойную подачу газа потребителям, быть безопасной в эксплуатации, простой и удобной в обслуживании, а также предусматривать возможность отключения отдельных ее элементов или участков газопроводов для производства ремонтных и аварийных работ. Сооружения, оборудование и узлы в системе газоснабжения следует применять однотипные. Принятый вариант системы должен иметь максимальную экономическую эффективность и предусматривать строительство и ввод в эксплуатацию системы газоснабжения по частям.

При проектировании новых систем газоснабжения сел, использующих в качестве топлива природные газы с избыточным давлением до 1,2 Мпа, необходимо руководствоваться СП 62.13330.2011 и Правилами безопасности в газовом хозяйстве.

Все виды потребления газа в населенном пункте можно условно разделить на следующие группы:

1) расход газа населением в квартирах для приготовления пищи и горячей воды;

2) расход газа на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий от различных источников теплоснабжения (котельные, местные отопительные установки);

3) расход газа на горячее водоснабжение.

1.1 Общие сведения о газификации поселка

Поселок Бор расположен в Туруханском районе Красноярского края. Численность населения данного поселка составляет 2700 человек.

В поселке находятся котельные: Котельная №1 (Ул. Лесная 58), Котельная №2 (ул. Зеленая 1А), Котельная №3 (ул. Советская 2А), Котельная №4 (ул. Лесная 84).

Газифицировать поселок Бор предполагается природным газом следующего состава горючих компонентов: метан – 81,5%, этан – 9,5%; пропан – 3,3%, бутан – 0,4%, пентан – 0,2%, углекислый газ – 0,3%, азот + редкие газы – 4,8%.

Метеорологические условия:

- температура внутреннего воздуха отапливаемых зданий, $t_{ВН}$ =22°С [12];
- расчетная наружная для проектирования отопления, $t_{Р.О}$ = -53°С [12];
- расчетная наружная для проектирования вентиляции, $t_{Р.В.}$ = -53°С [12];
- средняя наружного воздуха за отопительный период, $t_{СР.О}$ = -13,1°С [12];
- продолжительность отопительного периода, n_0 = 274 дня [12].

Исходные данные для газификации жилого сектора – таблица 1.

Таблица 1 − Исходные данные для газификации жилого сектора

Номер квартала	Число жителей (потребителей газа)	Площадь отапливаемых помещений автономной системой теплоснабжения, м^2	Примечание
1	55		Отопление от котельной
2	35		Отопление от котельной
3	35		Отопление от котельной
4	45		Отопление от котельной
5	65	1170	
6	55	990	
7	90	1620	
8	70	1260	
9	100		Отопление от котельной
10	70	1260	
11	80	1440	
12	50		Отопление от котельной
13	45		Отопление от котельной
14	60		Отопление от котельной
15	75	1350	
16	45		Отопление от котельной
17	55		Отопление от котельной

Продолжение таблицы 1 − Исходные данные для газификации жилого сектора

Номер квартала	Число жителей (потребителей газа)	Площадь отапливаемых помещений автономной системой теплоснабжения, м^2	Примечание
18	65		Отопление от котельной
19	60		Отопление от котельной
20	80		Отопление от котельной
21	60		Отопление от котельной
22	55		Отопление от котельной
23	75		Отопление от котельной
24	60		Отопление от котельной
25	160		Отопление от котельной
26	140		Отопление от котельной
27	120	2160	
28	90		Отопление от котельной
29	70		Отопление от котельной
30	130		Отопление от котельной
31	60		Отопление от котельной
32	80		Отопление от котельной
33	55		Отопление от котельной
34	70		Отопление от котельной
35	120		Отопление от котельной
36	120		Отопление от котельной
Всего		2700	

Таблица 2 − Исходные данные для расчета потребления природного газа котельными

Абонент	Наименование абонента	Адрес	Вырабатываемая тепловая мощность	
			Гкал/ч	Гкал/год
1	Котельная №1	ул. Лесная 58	8,04	12653
2	Котельная №2	ул. Зеленая 1А	2,9	5208
3	Котельная №3	ул. Советская 2А	3,8	4977
4	Котельная №4	ул.Лесная 84	1,44	2246

1.2 Расчет низшей теплоты сгорания и плотности используемого газа

Для расчета потребления газа необходимо знать низшую теплоту сгорания сухого газа, кДж/м^3, а для проведения гидравлических расчетов плотность газа, кг/м^3, и его кинематическую вязкость, м^2/с.

Низшая теплота сгорания газа, кДж/м^3, определяется как сумма произведений величин, теплоты сгорания горючих компонентов, на их объемные доли по формуле

$$Q_H^P = \frac{\sum(C_mH_n)_i \cdot Q_{H_i}^P}{100} \text{ кДж/м}^3, \qquad (1)$$

где $(C_mH_n)_i$ - содержание i-го компонента метанового ряда в газе, %;

Q_H^P- низшая теплота сгорания i-го компонента газа, кДж/м^3[16].

Плотность газа, кг/м^3, рассчитывается по формуле

$$\rho_Г = \frac{\sum \delta_i \cdot \rho_i}{100}, \text{ кг/м}^3 \qquad (2)$$

где δ_i - содержание i-го компонента в газе, % по объему;

ρ_i - плотность сгорания i-го компонента газа, кг/м^3 [16].

Кинематическая вязкость газа, м^2/с, определяется по формуле

$$\nu_Г = \mu_Г/\rho_Г \text{ , м}^2\text{/с} \qquad (3)$$

где $\mu_Г$- динамическая вязкость газа, Па·с;

$\rho_Г$ - плотность газовой смеси, кг/м^3, рассчитывается по формуле (2)

Динамическая вязкость газа, Па·с, определяется по формуле

$$\mu_Г = \frac{\sum \delta_i \cdot \mu_i}{100}, \text{ Па·с} \qquad (4)$$

где δ_i - содержание i-го компонента в газе, % по объему;

μ_i – динамическая вязкость i-го компонента в газа при н.у, Па·с, принимается по таблице 3.

Таблица 3 - Физические характеристики газов при 0 °С 101,3 кПа

Газ	Химическая формула	Плотность, кг/м^3	Низшая теплота сгорания, кДж/м^3	Молекулярная масса	Динамическая вязкость, Па·с
Метан	CH_4	0,7168	35840	16,042	$101 \cdot 10^{-7}$
Этан	C_2H_6	1,3566	63730	30,069	$86 \cdot 10^{-7}$
Пропан	C_3H_8	2,019	93370	44,096	$75 \cdot 10^{-7}$
Бутан	C_4H_{10}	2,703	123770	58,122	$68 \cdot 10^{-7}$
Пентан	C_5H_{12}	3,221	146340	72,149	$2830 \cdot 10^{-7}$
Азот	N_2	1,2505		28,013	$165 \cdot 10^{-7}$
Диоксид углерода	CO_2	1,9768		44,010	$137 \cdot 10^{-7}$

Газифицировать поселок Бор предполагается природным газом следующего состава горючих компонентов: метан – 81,5%, этан – 9,5%; пропан – 3,3%, бутан – 0,4%, пентан – 0,2%, углекислый газ – 0,3%, азот + редкие газы – 4,8%. Расчет низшей теплоты сгорания природного газа производится по формуле (1), низшая теплота сгорания природного газа составляет:

$$Q_H^P = \frac{81{,}5 \cdot 35840 + 9{,}5 \cdot 63730 + 3{,}3 \cdot 93370 + 0{,}4 \cdot 123770 + \ 0{,}2 \cdot 1466340}{100} =$$
$$= 39130 \text{ кДж/м}^3.$$

Расчет плотности природного газа производится по формуле (2), плотность природного газа составляет

$$\rho_\Gamma = \frac{81{,}5 \cdot 0{,}7168 + 9{,}5 \cdot 1{,}3566 + 3{,}3 \cdot 2{,}019 + 0{,}4 \cdot 2{,}703 + 0{,}2 \cdot 3{,}221}{100} +$$
$$+ \frac{4{,}8 \cdot 1{,}2505 + 0{,}3 \cdot 1{,}9768}{100} = 0{,}863 \text{ кг/м}^3$$

Расчет динамической вязкости природного газа производится по формуле (4), динамическая вязкость природного газа составляет:

$$\mu_\Gamma = \frac{81{,}5 \cdot 101 \cdot 10^{-7} + 9{,}5 \cdot 86 \cdot 10^{-7} + 3{,}3 \cdot 75 \cdot 10^{-7}}{100} +$$
$$+ \frac{0{,}4 \cdot 68 \cdot 10^{-7} + 0{,}2 \cdot 2830 \cdot 10^{-7} + 4{,}8 \cdot 165 \cdot 10^{-7} + 0{,}3 \cdot 137 \cdot 10^{-7}}{100} =$$
$$= 0{,}0000107 \text{ Па} \cdot \text{с}.$$

Кинематическая вязкость природного газа определяется по формуле (3) и составляет $\nu_\Gamma = 0{,}0000107/0{,}863 = 0{,}0000124$ м2/с.

1.3 Расчет потребления природного газа населением

Число потребителей газа по микрорайонам выявляют из анализа их населенности, этажности застройки и ее основных характеристик, числа и характеристики предприятий и учреждения городского хозяйства, наличии централизованного горячего водоснабжения, характеристики отопительных систем, топливного и теплового баланса города.

При расчете потребления газа в квартирах и частных домах на коммунально-бытовые нужды норма расхода теплоты отнесена к одному человеку в год.

Годовой расход газа, млн $м^3$/год, потребляемого жилыми зданиями, определяется по формуле

$$Q_{\text{год}} = N \cdot \frac{\delta \cdot Q}{100 \cdot Q_{\text{н}}^{\text{р}}} \cdot 10^{-6}\text{, тыс.м}^3\text{/год} \qquad (5)$$

где N – количество потребителей, чел;

δ – потребление газа в жилых квартирах, %;

Q – норма расхода газа на данный вид коммунальных услуг, кДж;

$Q_{\text{н}}^{\text{р}}$– низшая теплота сгорания сухого газа, кДж/$м^3$.

Годовой расход газа, тыс. $м^3$/год, на отопление и вентиляцию жилых застроек вычисляется по формуле:

$$Q_{\text{о.в.}} = \left[24 + (1+K) \cdot \frac{t_{\text{ВН}} - t_{\text{СР.О}}}{t_{\text{ВН}} - t_{\text{Р.О}}} + Z \cdot K_1 \cdot K \cdot \frac{t_{\text{ВН}} - t_{\text{СР.О}}}{t_{\text{ВН}} - t_{\text{Р.В}}}\right] \cdot \qquad (6)$$

$$\cdot \frac{g \cdot F \cdot n_o}{\eta_0 \cdot Q_{\text{н}}^{\text{р}}} \cdot 10^{-6},\ \text{тыс. м}^3\text{/год}$$

где K_1, K – коэффициенты, учитывающие расход теплоты на отопление и вентиляцию, при отсутствии данных соответственно принимаются равным 0,25 и 0,4;

$t_{\text{ВН}}, t_{\text{Р.О}}, t_{\text{Р.В}}, t_{\text{СР.О}}$ – температура соответственно внутреннего воздуха отапливаемых зданий, расчетная наружная для проектирования отопления, расчетная наружная для проектирования вентиляции, средняя наружного воздуха за отопительный сезон, °C;

Z – среднее число часов работы системы вентиляции общественных зданий в течение суток, при отсутствии данных принимается 16 ч,

g – укрупненный показатель максимального часового расхода теплоты на отопление жилых зданий, кДж/ч на 1 м^2 жилой площади [16]. ;

F – жилая площадь отапливаемых зданий, м^2;

n_o– продолжительность отопительного периода, сут;

η_0 – КПД отопительной системы принимается 0,85;

$Q_{\text{н}}^{\text{р}}$ – низшая теплота сгорания сухого газа, кДж/м^3.

Часовой расход газа, м^3/ч, в жилых домах и на коммунально-бытовые нужды рассчитывается по формуле

$$Q_{\text{ч}}^{j} = \frac{Q_{\text{год}}^{j} \cdot 10^6}{m^j}, \text{м}^3/\text{ч} \qquad (7)$$

где $Q_{\text{год}}^{j}$ - годовой расход газа, млн м^3/год;

m^j - число часов использования максимума, ч/год.

Для жилых домов число часов максимума зависит от числа жителей, снабжаемых газом от сети [16]. .

Часовой расход газа, м^3/ч, на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий рассчитывается по формуле

$$Q_{\text{ч(о.в.)}} = \frac{Q_{\text{о.в.}} \cdot 10^6}{m_{\text{о.в.}}}, \text{м}^3/\text{ч} \qquad (8)$$

где $Q_{\text{о.в.}}$ - годовой расход газа на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий, млн м^3/год;

$m_{\text{о.в.}}$ - число часов использования максимума на отопление, вентиляцию жилых и общественных зданий, ч/год.

Число часов использования максимума, ч/год, на отопление, вентиляцию жилых и общественных зданий вычисляют по формуле

$$m_{\text{о.в.}} = n_o \cdot \left[24 + (1+K) \cdot \frac{t_{\text{ВН}} - t_{\text{СР.О}}}{t_{\text{ВН}} - t_{\text{Р.О}}} + Z \cdot K_1 \cdot K \cdot \frac{t_{\text{ВН}} - t_{\text{СР.О}}}{t_{\text{ВН}} - t_{\text{Р.В}}}\right], \text{ч/год} \qquad (9)$$

где n_o,$t_{\text{ВН}}$, $t_{\text{Р.О}}$, $t_{\text{Р.В}}$, $t_{\text{СР.О}}$,K_1,K,Z , - то же, что и в формуле (6).

Расчет проведен по формуле (5) и сведен в таблицу 3.

Низшая теплота сгорания сухого газа составляет $Q_H^P = 39130$ кДж/м³ − расчет раздел 1.2. Норма расхода газа на данный вид коммунальных услуг, кДж .

Таблица 4 – Расчет годового расхода газа на коммунально-бытовые нужды

Номер квартала	Количество потребителей	Назначение расходуемого газа	Норма расхода газа на одного потребителя		Расход газа, тыс.$м^3$/год
			МДж	$м^3$	
1	55	Приготовление пищи	4100	104,8	5,763
2	35	Приготовление пищи	4100	104,8	3,667
3	35	Приготовление пищи	4100	104,8	3,667
4	45	Приготовление пищи	4100	104,8	4,715
5	65	Приготовление пищи и горячей воды	10000	255,6	16,611
6	55	Приготовление пищи и горячей воды	10000	255,6	14,056
7	90	Приготовление пищи и горячей воды	10000	255,6	23,000
8	70	Приготовление пищи и горячей воды	10000	255,6	17,889
9	100	Приготовление пищи	4100	104,8	10,478
10	70	Приготовление пищи и горячей воды	10000	255,6	17,889
11	80	Приготовление пищи и горячей воды	10000	255,6	20,445
12	50	Приготовление пищи	4100	104,8	5,239
13	45	Приготовление пищи	4100	104,8	4,715
14	60	Приготовление пищи	4100	104,8	6,287
15	75	Приготовление пищи и горячей воды	10000	255,6	19,167
16	45	Приготовление пищи	4100	104,8	4,715
17	55	Приготовление пищи	4100	104,8	5,763
18	65	Приготовление пищи	4100	104,8	6,811
19	60	Приготовление пищи	4100	104,8	6,287
20	80	Приготовление пищи	4100	104,8	8,382
21	60	Приготовление пищи	4100	104,8	6,287
22	55	Приготовление пищи	4100	104,8	5,763
23	75	Приготовление пищи	4100	104,8	7,858
24	60	Приготовление пищи	4100	104,8	6,287
25	160	Приготовление пищи	4100	104,8	16,765
26	140	Приготовление пищи	4100	104,8	14,669
27	120	Приготовление пищи и горячей воды	10000	255,6	30,667

Окончание таблицы 4 – Расчет годового расхода газа на коммунально-бытовые нужды

Номер квартала	Количество потребителей	Назначение расходуемого газа	Норма расхода газа на одного потребителя		Расход газа, тыс.м^3/год
			МДж	м^3	
28	90	Приготовление пищи	4100	104,8	9,430
29	70	Приготовление пищи	4100	104,8	7,335
30	130	Приготовление пищи	4100	104,8	13,621
31	60	Приготовление пищи	4100	104,8	6,287
32	80	Приготовление пищи	4100	104,8	8,382
33	55	Приготовление пищи	4100	104,8	5,763
34	70	Приготовление пищи	4100	104,8	7,335
35	120	Приготовление пищи	4100	104,8	12,573
36	120	Приготовление пищи	4100	104,8	12,573
Всего					377,141

Из таблицы 4 видно, что годовой расход газа на коммунально-бытовые нужды составляет 377,141 тыс. м^3/год.

Расчет часового расхода газа на коммунально-бытовые нужды.

Расчет проведен по формуле (7) и сведен в таблицу 4. Годовой расход газа из таблицы 4. Число часов использования максимума, ч/год.

Таблица 5 − Расчет часового расхода газа на коммунально-бытовые нужды

Номер квартала	Годовой расход газа, млн м^3/год	Число часов максимума	Часовой расход газа, м^3/ч
1	5,763	1800	3,2
2	3,667	1800	2,0
3	3,667	1800	2,0
4	4,715	1800	2,6
5	16,611	1800	9,2
6	14,056	1800	7,8
7	23,000	1800	12,8
8	17,889	1800	9,9
9	10,478	1800	5,8
10	17,889	1800	9,9
11	20,445	1800	11,4
12	5,239	1800	2,9
13	4,715	1800	2,6
14	6,287	1800	3,5
15	19,167	1800	10,6
16	4,715	1800	2,6
17	5,763	1800	3,2
18	6,811	1800	3,8
19	6,287	1800	3,5
20	8,382	1800	4,7

Окончание таблицы 5 – Расчет часового расхода газа на коммунально-бытовые нужды

Номер квартала	Годовой расход газа, млн $м^3$/год	Число часов максимума	Часовой расход газа, $м^3$/ч
21	6,287	1800	3,5
22	5,763	1800	3,2
23	7,858	1800	4,4
24	6,287	1800	3,5
25	16,765	1800	9,3
26	14,669	1800	8,1
27	30,667	1800	17,0
28	9,430	1800	5,2
29	7,335	1800	4,1
30	13,621	1800	7,6
31	6,287	1800	3,5
32	8,382	1800	4,7
33	5,763	1800	3,2
34	7,335	1800	4,1
35	12,573	1800	7,0
36	12,573	1800	7,0
Всего			209,4

Часовой расход газа на коммунально-бытовые нужды в п.Бор по результатам расчета из таблицы 5 равен 209,4 $м^3$/ч.

Расчет годового расхода газа на нужды отопления и вентиляции.

Расчет проведен по формуле (6) и сведен в таблицу 6.

Исходные данные для расчета:

– раздел 1.1

– укрупненный показатель максимального часового расхода теплоты на отопление жилых зданий, $g = 670$ кДж/ч на 1 $м^2$ жилой площади.

Таблица 6 – Расчет годового расхода газа на нужды отопления и вентиляции

Номер квартала	Жилая площадь отапливаемых помещений частного сектора, м	Расход газа, тыс.$м^3$/год
5	1170	104,048
6	990	88,040
7	1620	144,066
8	1260	112,051
10	1260	112,051
11	1440	128,059
15	1350	120,055
27	2160	192,088
Всего	11250	1000,458

Из таблицы 6 видно, что годовой расход газа на нужды отопления и вентиляции составляет 1000,458 тыс.м^3/год.

Расчет часового расхода газа на нужды отопления и вентиляции.

Расчет проведен по формуле (8) и сведен в таблицу 7. Годовой расход газа из таблицы 6.

Число часов использования максимума на отопление и вентиляцию определяется по формуле (9) и составляет

$$m_{\text{ов}} = 274\left(24(1+0{,}25)\frac{22-(-13{,}1)}{22-(-53)} + 16\ \cdot 0{,}25 \cdot 0{,}6 \cdot \frac{22-(-13{,}1)}{22-(-53)}\right) =$$

$$= 4155\ \text{ч/год}$$

Таблица 7 − Расчет часового расхода газа на нужды отопления и вентиляции жилого сектора

Номер квартала	Годовой расход газа, тыс.м^3/год	Число часов максимума	Часовой расход газа, м^3/ч
5	104,048	4155	25,0
6	88,040	4155	21,2
7	144,066	4155	34,7
8	112,051	4155	27,0
10	112,051	4155	27,0
11	128,059	4155	30,8
15	120,055	4155	28,9
27	192,088	4155	46,2
Всего	1000,458		240,8

Часовой расход газа на нужды отопления и вентиляции в п.Бор по результатам расчета из таблицы 7 равен 240,8 м^3/ч.

Расчет годового расхода газа потребителями, расположенными в жилой зоне п.Бор.

Расчет сведен в таблицу 8. Исходные данные: таблицы 4 и 6.

Таблица 8 − Расчет годового расхода газа потребителями, расположенными в п. Бор

Номер квартала	Расход газа, тыс.м^3/год		
	на коммунально-бытовые нужды	на отопление и вентиляцию	всего
1	5,763	-	5,763
2	3,667	-	3,667
3	3,667	-	3,667
4	4,715	-	4,715
5	16,611	104,048	120,659

Окончание таблицы 8 – Расчет годового расхода газа потребителями, расположенными в п. Бор

Номер квартала	Расход газа, тыс.м^3/год		
	на коммунально-бытовые нужды	на отопление и вентиляцию	всего
6	14,056	88,040	102,096
7	23,000	144,066	167,066
8	17,889	112,051	129,940
9	10,478		10,478
10	17,889	112,051	129,940
11	20,445	128,059	148,504
12	5,239	-	5,239
13	4,715	-	4,715
14	6,287	-	6,287
15	19,167	120,055	139,222
16	4,715	-	4,715
17	5,763	-	5,763
18	6,811	-	6,811
19	6,287	-	6,287
20	8,382	-	8,382
21	6,287	-	6,287
22	5,763	-	5,763
23	7,858	-	7,858
24	6,287	-	6,287
25	16,765	-	16,765
26	14,669	-	14,669
27	30,667	192,088	222,755
28	9,430	-	9,430
29	7,335	-	7,335
30	13,621	-	13,621
31	6,287	-	6,287
32	8,382	-	8,382
33	5,763	-	5,763
34	7,335	-	7,335
35	12,573	-	12,573
36	12,573	-	12,573
Всего	377,141	1000,458	1377,599

Годовой расход природного газа потребителями, расположенными в п.Бор составляет 1377,599 тыс.м^3/год.

Расчет часового расхода газа потребителями, расположенными в жилой зоне п.Бор.

Расчет сведен в таблицу 9. Исходные данные: таблицы 5 и 7.

Таблица 9 – Расчет часового расхода газа потребителями, расположенными в п. Бор

Номер квартала	Расход газа, м^3/ч		
	на коммунально-бытовые нужды	на отопление и вентиляцию	всего
1	3,2	-	3,2
2	2,0	-	2,0
3	2,0	-	2,0
4	2,6	-	2,6
5	9,2	25,0	34,2
6	7,8	21,2	29,0
7	12,8	34,7	47,5
8	9,9	27,0	36,9
9	5,8	-	5,8
10	9,9	27,0	36,9
11	11,4	30,8	42,2
12	2,9	-	2,9
13	2,6	-	2,6
14	3,5	-	3,5
15	10,6	28,9	39,5
16	2,6	-	2,6
17	3,2	-	3,2
18	3,8	-	3,8
19	3,5	-	3,5
20	4,7	-	4,7
21	3,5	-	3,5
22	3,2	-	3,2
23	4,4	-	4,4
24	3,5	-	3,5
25	9,3	-	9,3
26	8,1	-	8,1
27	17,0	46,2	63,2
28	5,2	-	5,2
29	4,1	-	4,1
30	7,6	-	7,6
31	3,5	-	3,5
32	4,7	-	4,7
33	3,2	-	3,2
34	4,1	-	4,1
35	7,0	-	7,0
36	7,0	-	7,0
Всего	209,4	240,8	450,2

Часовой расход природного газа потребителями, расположенными в п. Бор составляет 450,2 м^3/ч.

1.4. Расчет потребления газа котельными поселка

Тепловая энергия, идущая на нужды населения, вырабатывается в котлах малой мощности, установленных в четырех котельных, расположенных в поселке. Исходные данные к расчету приведены в таблице 2.

Годовой расхода газа в целом по котельной, млн. м^3/год, определяется по формуле

$$Q_{\text{ГОД}} = \frac{4{,}187 \cdot D}{Q_H^{\text{Р}} \cdot (\eta/100)} \cdot 10^3 \text{, тыс. м}^3\text{/год} \quad (10)$$

где D – нагрузка котельной в течение года, Гкал//год;

$Q_H^{\text{Р}}$ – низшая теплота сгорания сухого газа, кДж/м^3, [раздел 1.2].

η – коэффициент полезного действия котла при работе на газе, %.

Требуемый часовой расход газа на котел, м^3/ч, определяется по формуле

$$Q_{\text{ч}} = \frac{4{,}187 \cdot D^{\text{ч}}}{Q_H^{\text{Р}} \cdot (\eta/100)} \cdot 10^3\text{, м}^3\text{/ч} \quad (11)$$

где $D^{\text{ч}}$– нагрузка котла, Гкал/год;

$Q_H^{\text{Р}}$ – низшая теплота сгорания сухого газа, кДж/м^3, [раздел 1.2].

η – коэффициент полезного действия котла при работе на газе, %.

Расчет потребления природного газа котельными проведен по формулам (10) и (11) и приведен в таблице 10. Низшая теплота сгорания $Q_H^{\text{Р}} = 39130$ кДж/м^3

Таблица 10 – Расчет потребления природного газа котельными

Абонент	Производительность котла		КПД	Расход газа, м^3/ч	тыс.м^3/год
	Гкал/ч	Гкал/год			
Котельная №1	8,04	12653	90	955,9	1504,333
Котельная №2	2,9	5208	90	344,8	619,187
Котельная №3	3,8	4977	90	451,8	591,723
Котельная №4	1,44	2246	90	171,2	267,030
Всего	16,18	25084		1923,7	2982,273

Для газоснабжения котельных поселка Бор требуется 2982,273 тыс.м^3/год газа.

1.5 Определение суммарного расхода газа для газоснабжения населенного пункта

На основании расчетов в разделах 1.2 – 1.5 данные о расходах газа по видам потребления приведены в таблице 11.

Таблица 11 − Расход газа по видам потребления в п. Бор

Наименование абонента	Часовой расход газа, м3/ч	Расход газа тыс.$м^3$/год
КБП население	209,4	377,141
ОВ население	240,8	1000,458
Население	450,2	1377,599
Котельная №1	955,9	1504,333
Котельная №2	344,8	619,187
Котельная №3	451,8	591,723
Котельная №4	171,2	267,030
Всего	2373,9	4359,872

1.6 Принципиальная схема газоснабжения населенного пункта

В выпускной работе предлагается двухступенчатая система газоснабжения состоящая из сетей низкого и среднего давления.

Сеть среднего давления – тупиковая, запитанная от ГРС, ГРС размещается на северо-западе от поселка. В поселке запроектированы две тупиковые сети низкого давления.

Три котельные запитываются от сети среднего давления, а одна от сети низкого давления.

1.7 Выбор оптимального количества сетевых ГРП

Для подвода газа в поселке проектом предусмотрен тупиковый распределительный подземный газопровод среднего давления, к которому производится присоединение сетевого ГРП трех котельных.

Из условия оптимального расстояния действия ГРП, снижающего давление со среднего до низкого, в поселке предусматривается проектирование сетевого газорегуляторного пункта.

1.8 Трассировка газовых сетей в поселке

На территории поселка Бор газопроводы прокладываются под землей.

Выбор трассы газопроводов производится с учетом коррозионной активности грунтов и наличия блуждающих токов, плотности застройки, экономической эффективности и т. д.

Вводы газопроводов в жилые дома предусматриваются в нежилые помещения, доступные для осмотра и ремонта газовых систем. Целесообразно вводы газопроводов в общественные и жилые здания осуществлять непосредственно в помещения, где установлены газовые приборы. Вводы не должны проходить через фундаменты и под фундаментами зданий.

Соединение стальных труб выполняется на сварке. Резьбовые и фланцевые соединения предусматриваются в местах установки запорной арматуры, горелок, контрольно-измерительных приборов, автоматики и др.

Минимальные расстояния по горизонтали и вертикали между газопроводами и зданиями, промпроводками, сооружениями принимаются проектными организациями в соответствии с действующими нормативными документами. Допускается уменьшение этих расстояний в стесненных условиях. Решение об этом принимается проектной организацией с указанием дополнительных мероприятий по качеству применяемых труб, контролю сварных соединений и др. Глубина прокладки газопроводов принимается не менее 0,8 м до верха газопровода или футляра, допускается уменьшение до 0,6 м в местах, где нет проезда транспорта.

Надземные газопроводы прокладываются на негорючих опорах или по стенам зданий.

В котельных проектом предлагается для снижения давления газа перед газогорелочными устройствами установить газорегуляторные установки.

При газификации поселка Бор прокладываются подземные газопроводы низкого и среднего давления.

1.9 Гидравлический расчет распределительных сетей низкого давления

Гидравлический расчет тупиковых сетей состоит из нескольких последовательных этапов.

На первом этапе, согласно принятой принципиальной схеме производят трассировку распределительной сети, в результате чего выявляют сектора.

На втором этапе газовую сеть разбивают на участки, к которым будет присоединено большое число различных потребителей. Это могут быть отдельные стояки жилых зданий, отдельные жилые здания, коммунальные, общественные и прочие потребители. Кроме того, к ним присоединяют ответвления, которые подают газ группам зданий. Отличительная особенность этих потребителей состоит в том, что заранее не известны места их присоединения к газопроводу.

На третьем этапе определяются длины участков и предварительные расчетные расходы газа на участках.

На четвертом этапе определяются диаметры газопроводов.

На шестом этапе проводится гидравлический расчет тупиковых ответвлений и проверяется полнота использования перепада давления.

При движении газа по трубопроводам происходит постепенное снижение первоначального давления за счет преодоления сил трения и местных сопротивлений, которые определяются по формуле

$$\mathit{\Delta} \mathrm{p} = \mathit{\Delta} \mathrm{p}_{\mathrm{ТР}} + \mathit{\Delta} \mathrm{p}_{\mathrm{М.С.}} \text{ ,Па} \tag{12}$$

где $\mathit{\Delta} \mathrm{p}_{\mathrm{ТР}}$ - потери давления на трение, Па;

$\mathit{\Delta} \mathrm{p}_{\mathrm{М.С.}}$ - потери давления в местных сопротивлениях, Па.

Средняя скорость движения газа в газопроводе определяются по формуле

$$w = \frac{V}{F}\text{ , м/с} \tag{13}$$

где w - средняя скорость движения газа, м/с,

V - объемный расход газа, м^3/ч;

F - площадь поперечного сечения участка газопровода, м^2.

В зависимости от скорости потока, диаметра трубы и вязкости газа течение его может быть ламинарным, т. е. упорядоченным в виде движущихся один относительно другого слоев, и турбулентным, когда в потоке газа возникают завихрения и слои перемешиваются между собой. Режим движения газа характеризуется величиной критерия Рейнольдса

$$Re = \frac{w \cdot D}{v} \tag{14}$$

где w - скорость потока газа, м/с;

D - внутренний диаметр газопровода, м;

v - кинематическая вязкость газа, м^2/с.

При Re<2000 в газопроводах газ движется в режиме ламинарного течения, а при Re>4000 в режиме турбулентного течения. При 2000>Re>4000 в газопроводе возникает так называемая критическая область движения газа (переходная от ламинарного течения в турбулентное).

Для сетей низкого давления потери давления на преодоление сил трения описываются формулой

$$p_H - p_K = 626{,}1 \cdot \lambda \frac{V^2}{d^5} \rho l\text{ ,Па,} \tag{15}$$

где p_H - давление в начале газопровода, Па;

p_K - давление в конце газопровода, Па;

λ - безразмерный коэффициент гидравлического трения;

V - объемный расход газа, м^3/ч;

d - внутренний диаметр газопровода, см;

ρ - плотность газа при нормальных условиях, кг/м^3;

l - длина газопровода, м.

Коэффициент гидравлического трения λ определяется в зависимости от режима движения газа по газопроводу, характеризуемого числом Рейнольдса. Учитывая, что при определении потерь давления на преодоление сил трения по формуле (17), используются объемный расход газа, выраженный в м^3/ч, и внутренний диаметр газопровода, выраженный в см, подставляя эти значения в формулу (16), получаем формулу критерия Рейнольдса для этих расчетных величин

$$Re = 0{,}0354\frac{V}{d\nu} \tag{16}$$

где V - объемный расход газа, м^3/ч;

d - внутренний диаметр газопровода, см;

ν - кинематическая вязкость газа, м^2/с.

Турбулентное движение газа в газопроводе может происходить в так называемой зоне гидравлически гладких труб, и в зоне, когда на гидравлическое сопротивление влияет шероховатость стенки. Критерием гидравлической гладкости внутренней стенки газопровода является значение определяемое по формуле:

$$Re\left(\frac{k}{d}\right) < 23 \tag{17}$$

где Re – число Рейнольдса;

k - эквивалентная абсолютная шероховатость внутренней поверхности стенки трубы, см;

d - внутренний диаметр газопровода, см.

Эквивалентная абсолютная шероховатость внутренней поверхности стенки газопровода, принимаемая равной: для новых стальных труб 0,01 см, для стальных бывших в эксплуатации - 0,1 см, для полиэтиленовых независимо от времени эксплуатации - 0,0007 см, для медных труб - 0,001 см.

При расчете газопроводов безразмерный коэффициент гидравлического трения λ определяется:

- для ламинарного режима движения газа (Re<2000) по формуле Стокса

$$\lambda = \frac{64}{Re} \tag{18}$$

- для переходного (критического) режима движения газа (2000>Re>4000) по формуле Зайченко

$$\lambda = 0{,}0025 \cdot \sqrt[3]{Re} \tag{19}$$

- для турбулентного режима движения газа (Re>4000) безразмерный коэффициент гидравлического трения для гидравлически гладкой стенки при $Re\left(\frac{k}{d}\right) < 23$, определяется при 4000>Re>100000 по формуле Блазиуса (22) и при Re>100000 формуле Альтшуля (23)

$$\lambda = \frac{0{,}3165}{Re^{0{,}25}} \tag{20}$$

$$\lambda = \frac{1}{(1{,}82\, lgRe - 1{,}64)^2} \tag{21}$$

- для турбулентного режима движения газа (Re>4000) для гидравлически шероховатой стенки при $Re\left(\frac{k}{d}\right) > 23$ по формуле Альтшуля

$$\lambda = 0{,}11\left(\frac{k}{d} + \frac{68}{Re}\right)^{0{,}25} \tag{22}$$

Потери давления на участке газовой сети складываются из потерь давления на преодоление сил трения и потерь давления в местных сопротивлениях. Для сетей низкого давления потери давления на преодоление сил трения описываются формулой (17), потери давления в местных сопротивлениях в распределительных газопроводах большой протяженности принимают равными 10 % от последних независимо от материала труб. Таким образом, общие потери давления на отдельно взятом участке газовой сети можно охарактеризовать формулой

$$\varDelta P = 1{,}1 \cdot 626{,}1 \cdot \lambda \frac{{Q_P}^2}{d^5} \rho l \text{, Па,} \tag{23}$$

где $\varDelta P$ - потери давления на рассматриваемом участке, Па;

Q_P- расчетный расход газа на участке, м^3/ч;

λ - безразмерный коэффициент гидравлического трения, определяется по одной из формул (18-22) в зависимости от режима течения газа и шероховатости внутренней поверхности труб;

d - внутренний диаметр газопровода, см;

ρ - плотность газа при нормальных условиях, кг/м^3;

l - длина участка газопровода, м.

Потери давления на участках газовой сети зависят от протяженности участка его диаметра и расхода газа, а так же от физических свойств газа.

Из условий экономичности газовой сети расчетный внутренний диаметр участков газопровода определяется по формуле

$$d_P = \sqrt[n]{\frac{AB\rho {Q_P}^m}{\Delta P_{УД}}}\text{, см,} \tag{24}$$

где d_P - расчетный внутренний диаметр участка, см;

A - коэффициент, зависящий от категории сети, для низкого давления $A = 626$;

B, n, m - коэффициенты, зависящие от материала газопровода, для стальных труб $B = 0{,}022$, $n = 5, m = 2$, для полиэтиленовых труб $B = 0{,}0446$, $n = 4{,}75, m = 1{,}75$;

Q_P- расчетный расход газа на участке, м^3/ч;

$\Delta P_{УД}$ - удельные потери давления на трение, Па/м – для сетей низкого давления.

Удельные потери давления на трение определяется по формуле

$$\Delta P_{УД} = \frac{\Delta P_{ДОП}}{1{,}1L}\text{, Па/м,} \tag{25}$$

где $\Delta P_{УД}$ - удельные потери давления на трение, Па/м;

$\Delta P_{ДОП}$ - допустимые потери давления, Па;

L - расстояние от ГРП до самой удаленной точки, м.

Расчетный расход газа на участке определяется по формуле

$$Q_P = Q_T + k \cdot Q_П\text{, м}^3\text{/ч,} \tag{26}$$

где Q_P- расчетный расход газа на участке, м^3/ч;

Q_T - транзитный расход газа на участке, м^3/ч;

k - поправочный коэффициент к путевому расходу газа, учитывающий что в начале участка значение путевого расхода газа составляет 100% от $Q_П$, а в конце участка 0% от $Q_П$;

$Q_П$ - путевой расход газа на участке, м^3/ч.

Транзитный расход газа - это расход газа, проходящий по участку газопровода, и разбираемый потребителями на последующих участках газовой сети. Путевой расход газа - это расход газа, разбираемый потребителями на конкретно взятом участке газовой сети.

Путевой расход для каждого участка рассчитывается по формуле

$$Q_П = g_{УД} \cdot l, \text{ м}^3/\text{ч}, \tag{27}$$

где $g_{УД}$ - удельный путевой расход газа на участке, м^3/ч·м;

l - длина участка, м.

Удельный путевой расход газа на участке равен сумме удельных расходов газа питающих контуров (секторов), которые обслуживает данный участок.

Удельный путевой расход газа для питающих контуров (секторов) рассчитывается по формуле

$$g_{\text{УД}} = \frac{Q_i}{l_i}, \text{ м}^3/\text{ч·м}, \tag{28}$$

где Q_i - расход газа в питающем контуре (секторе), м^3/ч;

l_i - длина рассматриваемого контура (сектора), м.

Для определения транзитного расхода газа необходимо учитывать путь движения газа, согласно схемы предварительного распределения потоков. Транзитный расход газа рассчитывается по формуле

$$Q_{T_i} = \sum\left(Q_{T_{i+1}} + Q_{П_{i+1}}\right), \text{ м}^3/\text{ч}, \tag{29}$$

где Q_{T_i}- транзитный расход газа рассматриваемого участка, м^3/ч;

$Q_{T_{i+1}}$ - транзитный расход газа на следующем участке по ходу движения, м^3/ч;

$Q_{П_{i+1}}$ - путевой расход газа на следующем участке по ходу движения, м^3/ч.

При расчете транзитного расхода газа на участке необходима знать транзитный и путевой расход газа на следующем участке по ходу движения газа.

Расчет удельного путевого расхода газа питающих секторов проведен по формуле (28) и сведен в таблицу 12.

Таблица 12 - Удельные путевые расходы газа для всех питающих секторов распределительной сети

Номер сектора	Квартал		Расход газа в питающем секторе, м^3/ч	Длина питающего сектора, м	Удельный путевой расход газа питающего сектора, м^3/ч·м
	номер	расход газа, м^3/ч			
Сектор №1	12	2,9	12,8	70	0,0074
	13	2,6		210	
	18	3,8		350	
	19	3,5		230	
Сектор №2	7	47,5	84,4	440	0,0888
	8	36,9		510	
Сектор №3	16	2,6	5,8	350	0,0062
	17	3,2		300	
Сектор №4	6	29	108,1	230	0,0825
	10	36,9		440	
	11	42,2		140	
Сектор №5	5	34,2	34,2	500	0,0684
Сектор №6	9	5,8	5,8	280	0,0138
Сектор №7	14	3,5	8,2	510	0,0066
	20	4,7		340	
Сектор №8	15	39,5	39,5	560	0,0338
Сектор №9	25	9,3	9,3	340	0,0039
Сектор №10	26	8,1	8,1	400	0,0203
Сектор №11	27	63,2	63,2	250	0,0403
Сектор №12	24	3,5	12,8	190	0,0107
	28	5,2		290	
	29	4,1		300	
Сектор №13	33	3,2	7,3	780	0,0094
	34	4,1		0	
Сектор №14	23	4,4	4,4	560	0,0051
Сектор №15	31	3,5	15,2	1170	0,0063
	32	4,7		450	
	36	7		780	
Сектор №16	30	7,6	14,6	1600	0,0045
	35	7		1170	
Сектор №17	22	3,2	3,2	300	0,0107

Окончание таблицы 12 - Удельные путевые расходы газа для всех питающих секторов распределительной сети

Номер сектора	Квартал		Расход газа в питающем секторе, $м^3/ч$	Длина питающего сектора, м	Удельный путевой расход газа питающего сектора, $м^3/ч·м$
	номер	расход газа, $м^3/ч$			
Сектор №19	4	2,6	2,6	80	0,0016
Сектор №20	1	3,2	3,2	80	0,0018
Сектор №21	2	2	4	690	0,0052
	3	2		80	

Расчет путевого расхода газа в распределительных газопроводах низкого давления проведен по формуле (26) и сведен в таблицу 13.

Таблица 13 - Расчет путевого расхода газа

Номер участка	Длина участка, м	Номер контура (сектора) обслуживаемым участком	Удельный путевой расход газа на участке, $м^3/ч·м$	Путевой расход газа, $м^3/ч$
1-2	70	Сектор №1	0,00744	0,5
2-3	210	Сектор №1	0,00744	1,6
3-4	350	Сектор №1, Сектор №3	0,00744+0,00624=0,01368	4,8
4-5	230	Сектор №1, Сектор №4	0,00744+0,08252=0,08996	20,7
1-7	120	Сектор №1	0,00744	0,9
7-8	510	Сектор №1, Сектор №7	0,00744+0,00661=0,01405	7,2
8-9	230	Сектор №1	0,00744	1,7
5-6	440	Сектор №2, Сектор №4	0,08884+0,082519=0,171359	75,4
9-10	510	Сектор №2	0,08884	45,3
3-11	300	Сектор №3, Сектор №17	0,00624+0,01067=0,01691	5,1
11-12	280	Сектор №3, Сектор №6	0,00624+0,01381=0,02005	5,6
12-13	140	Сектор №4, Сектор №6	0,08252+0,01381=0,09633	13,5
13-14	500	Сектор №4, Сектор №5	0,08252+0,06840=0,15092	75,5
7-16	340	Сектор №7, Сектор №9	0,00661+0,00389=0,0105	3,6
16-17	390	Сектор №7, Сектор №9	0,00661+0,00389=0,0105	4,1
8-15	560	Сектор №8	0,03376	18,9
17-18	610	Сектор №8	0,03376	20,6
17-19	310	Сектор №9	0,00389	1,2
19-20	400	Сектор №9, Сектор №10	0,00389+0,02025=0,02414	9,7
20-21	250	Сектор №9, Сектор №11	0,00389+0,04025=0,04414	11,0
21-22	410	Сектор №9	0,00389	1,6
26-27	290	Сектор №9, Сектор №12	0,00389+0,01067=0,01456	4,2
20-23	530	Сектор №11	0,04025	21,3
21-24	790	Сектор №11	0,04025	31,8
25-26	190	Сектор №12	0,01067	2,0
25-28	300	Сектор №12, Сектор №14	0,01067+0,00512=0,01579	4,7
28-29	420	Сектор №12	0,01067	4,5
28-30	780	Сектор №13, Сектор №15	0,00936+0,00633=0,01569	12,2
3-32	560	Сектор №14	0,00512	2,9

Окончание таблицы 13 - Расчет путевого расхода газа

Номер участка	Длина участка, м	Номер контура (сектора) обслуживаемым участком	Удельный путевой расход газа на участке, $м^3/ч\cdot м$	Путевой расход газа, $м^3/ч$
30-31	450	Сектор №15	0,00633	2,9
36-37	1600	Сектор №16	0,00453	7,3
33-34	450	Сектор №16	0,00453	2,0
11-35	290	Сектор №18	0,01207	3,5
51-52	80	Сектор №19, Сектор №20	0,0016+0,0018=0,0034	0,27
52-53	480	Сектор №19, Сектор №20	0,0016+0,0018=0,0034	1,61
51-57	350	Сектор №19	0,0016	0,56
57-58	710	Сектор №19	0,0016	1,14
51-54	570	Сектор №20	0,0018	1,0
54-55	690	Сектор №20, Сектор №21	0,0018+0,0052=0,007	4,80
55-56	80	Сектор №21	0,0052	0,42

Расчет транзитного расхода газа в распределительных газопроводах низкого давления проведен по формуле (29) и сведен в таблицу 14.

Таблица 14 - Расчет транзитного расхода газа

Номер участка	Путевой расход газа, $м^3/ч$	Номер участка для определения транзитного расхода газа (котельной)	Транзитный расход газа, $м^3/ч$
1-2	0,5	2-3, 2-25	261,0
2-3	1,6	3-4, 3-32, 3-11	228,9
3-4	4,8	4-5	96,1
4-5	20,7	5-6	75,4
1-7	0,9	7-8, 7-16	178,0
7-8	7,2	8-9, 8-15	65,9
8-9	1,7	9-10	35,2
5-6	75,4	нет	0,0
9-10	45,3	нет	0,0
3-11	5,1	11-12, 11-35	105,3
11-12	5,6	12-13	88,9
12-13	13,5	13-14	75,5
13-14	75,5	нет	0,0
7-16	3,6	16-17	101,3
16-17	4,1	17-18, 17-19	97,2
8-15	18,9	нет	0,0
17-18	20,6	нет	0,0
17-19	1,2	19-20	75,4
19-20	9,7	20-21, 20-23	65,8
20-21	11,0	21-22, 21-24	33,4
21-22	1,6	нет	0,0
26-27	4,2	нет	0,0
20-23	21,3	нет	0,0
21-24	31,8	нет	0,0

Окончание таблицы 14 - Расчет транзитного расхода газа

Номер участка	Путевой расход газа, м^3/ч	Номер участка для определения транзитного расхода газа (котельной)	Транзитный расход газа, м^3/ч
25-28	4,7	28-29, 28-30	19,6
28-29	4,5	нет	0,0
28-30	12,2	30-31	2,9
3-32	2,9	32-33	14,8
32-33	12,7	33-34	2,0
30-31	2,9	нет	0,0
36-37	7,3	нет	0,0
33-34	2,0	нет	0,0
11-35	3,5	35-36	7,3
2-25	0	25-26, 25-28	30,6
35-36	0	36-37	7,3
50-51	0	51-52, 51-57, 51-54	461,6
51-52	0,27	52-К3, 52-53	453,4
52-53	1,61	нет	0,0
51-57	0,56	57-58	1,1
57-58	1,14	нет	0,0
51-54	1,00	54-55	5,2
54-55	4,80	55-56	0,4
52-К3	451,8	нет	0,0
55-56	0,42	нет	0,0

Согласно схеме распределения потоков газа, мною разработана компьютерная математическая модель работы газовой сети. На основании этой модели произведен расчет расчетного расхода газа в распределительных газопроводах низкого давления, расчет сведен в таблицу 15.

Таблица 15 - Определение расчетного расхода газа

Номер участка	Путевой расход газа, м^3/ч	$k_П$	Транзитный расход газа, м^3/ч	Расчетный расход газа, м^3/ч
1-2	0,5	0,55	261,0	261,3
2-3	1,6	0,55	228,9	229,7
3-4	4,8	0,55	96,1	98,7
4-5	20,7	0,55	75,4	86,8
1-7	0,9	0,55	178,0	178,5
7-8	7,2	0,55	65,9	69,9
8-9	1,7	0,55	35,2	46,3
5-6	75,4	0,55	0,0	41,5
9-10	45,3	0,55	0,0	24,9
3-11	5,1	0,55	105,3	108,1
11-12	5,6	0,55	88,9	92,0

Окончание таблицы 15 - Определение расчетного расхода газа

Номер участка	Путевой расход газа, м^3/ч	$k_П$	Транзитный расход газа, м^3/ч	Расчетный расход газа, м^3/ч
13-14	75,5	0,55	0,0	41,5
7-16	3,6	0,55	101,3	103,3
16-17	4,1	0,55	97,2	99,5
8-15	18,9	0,55	0,0	10,4
17-18	20,6	0,55	0,0	11,3
17-19	1,2	0,55	75,4	76,1
19-20	9,7	0,55	65,8	71,1
20-21	11,0	0,55	33,4	39,5
21-22	1,6	0,55	0,0	0,9
26-27	4,2	0,55	0,0	2,3
20-23	21,3	0,55	0,0	11,7
21-24	31,8	0,55	0,0	17,5
25-26	2,0	0,55	4,2	5,3
25-28	4,7	0,55	19,6	22,2
28-29	4,5	0,55	0,0	2,5
28-30	12,2	0,55	2,9	9,6
3-32	2,9	0,55	14,8	16,3
32-33	12,7	0,55	2,0	9,0
30-31	2,9	0,55	0,0	1,6
36-37	7,3	0,55	0,0	4,0
33-34	2,0	0,55	0,0	1,1
11-35	3,5	0,55	7,3	9,2
2-25	0	0,55	30,6	30,6
35-36	0	0,55	7,3	7,3
50-51	0	0,55	461,6	461,6
51-52	0,27	0,55	453,4	453,6
52-53	1,61	0,55	0,0	0,9
51-57	0,56	0,55	1,1	1,4
57-58	1,14	0,55	0,0	0,6
51-54	1,00	0,55	5,2	5,8
54-55	4,80	0,55	0,4	3,1
52-К3	451,8	1	0,0	451,8
55-56	0,42	0,55	0,0	0,2

Таблица 16 - Гидравлический расчет тупиковых ответвлений

Номер участка	l, м	d_n x s, мм	Q_P, м^3/ч	Re	λ	ΔP, Па	P_H, кПа	P_K, кПа
1-2	70	ПЭ 80 ГАЗ CDR 11 - 200x18,2 (163,6)	261,3	45594	0,0217	52	5,000	4,948
2-3	210	ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-160x14,6 (130,8)	229,7	50143	0,0211	364	4,948	4,584
3-4	350	ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-140x12,7 (114,6)	98,7	24593	0,0253	259	4,584	4,325
4-5	230	ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-125x11,4 (102,2)	86,8	24241	0,0254	234	4,325	4,090
1-7	120	ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-200x18,2 (163,6)	178,5	31145	0,0238	46	5,000	4,954
7-8	510	ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-110x10 (90)	69,9	22163	0,0259	650	4,954	4,304
8-9	230	ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-110x10 (90)	46,3	14671	0,0287	142	4,304	4,162
5-6	440	ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-110x10 (90)	41,5	13154	0,0295	225	4,090	3,865
9-10	510	ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-90x8,2 (73,6)	24,9	9666	0,0319	278	4,162	3,883
3-11	300	ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-160x14,6 (130,8)	108,1	23594	0,0255	139	4,584	4,445
11-12	280	ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-140x12,7 (114,6)	92,0	22927	0,0257	183	4,445	4,261
12-13	140	ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-125x11,4 (102,2)	82,9	23151	0,0257	131	4,261	4,130
13-14	500	ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-110x10 (90)	41,5	13165	0,0295	256	4,130	3,874
7-16	340	ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-160x14,6 (130,8)	103,3	22543	0,0258	145	4,948	4,802
16-17	390	ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-140x12,7 (114,6)	99,5	24781	0,0252	293	4,802	4,509
8-15	560	ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-63x5,8 (51,4)	10,4	5775	0,0363	364	4,304	3,940
17-18	610	ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-63x5,8 (51,4)	11,3	6291	0,0355	461	4,509	4,049
17-19	310	ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-140x12,7 (114,6)	76,1	18955	0,0270	146	4,509	4,364
19-20	400	ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-140x12,7 (114,6)	71,1	17707	0,0274	167	4,364	4,197
20-21	250	ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-110x10 (90)	39,5	12519	0,0299	117	4,197	4,080
21-22	410	ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-50x4,6 (40,8)	0,9	614	0,1042	17	4,080	4,063
26-27	290	ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-50x4,6 (40,8)	2,3	1625	0,0394	32	4,642	4,610
20-23	530	ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-75x6,8 (61,4)	11,7	5456	0,0368	183	4,080	3,897
21-24	790	ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-90x8,2 (73,6)	17,5	6784	0,0349	232	4,080	3,848
25-26	190	ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-50x4,6 (40,8)	5,3	3734	0,0388	110	4,753	4,642
25-28	300	ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-75x6,8 (61,4)	22,2	10310	0,0314	315	4,753	4,437
28-29	420	ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-50x4,6 (40,8)	2,5	1724	0,0371	50	4,437	4,388
28-30	780	ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-63x5,8 (51,4)	9,6	5322	0,0370	439	4,437	3,998
3-32	560	ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-75x6,8 (61,4)	16,3	7593	0,0339	345	4,584	4,239
32-33	1170	ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-75x6,8 (61,4)	9,0	4200	0,0393	256	4,239	3,983
30-31	450	ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-50x4,6 (40,8)	1,6	1097	0,0584	34	3,998	3,964
36-37	1600	ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-50x4,6 (40,8)	4,0	2792	0,0352	471	4,203	3,732

Окончание таблицы 16 - Гидравлический расчет тупиковых ответвлений

Номер участка	l, м	d_n х s, мм	Q_P, м^3/ч	*Re*	λ	ΔP, Па	P_H, кПа	P_K, кПа
11-35	290	ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-63х5,8 (51,4)	9,2	5099	0,0374	152	4,445	4,293
2-25	250	ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-90х8,2 (73,6)	30,6	11851	0,0303	195	4,948	4,753
35-36	260	ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-63х5,8 (51,4)	7,3	4029	0,0397	90	4,293	4,203
50-51	560	ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-225х20,5 (184)	461,6	71619	0,0193	650	5,000	4,350
51-52	80	ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-180х16,4 (147,2)	453,6	87965	0,0184	260	4,350	4,090
52-53	480	ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-50х4,6 (40,8)	0,9	621	0,1030	20	4,090	4,069
51-57	350	ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-50х4,6 (40,8)	1,4	1014	0,0631	24	4,350	4,325
57-58	710	ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-50х4,6 (40,8)	0,6	439	0,1459	21	4,325	4,304
51-54	570	ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-50х4,6 (40,8)	5,8	4033	0,0397	395	4,350	3,954
54-55	690	ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-50х4,6 (40,8)	3,1	2137	0,0322	109	3,954	3,845
52-К3	70	ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-180х16,4 (147,2)	451,8	87623	0,0184	226	4,090	3,864
55-56	80	ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-50х4,6 (40,8)	0,2	160	0,4002	1	3,845	3,844

1.10 Гидравлический расчет сети среднего давления

Гидравлический расчет распределительной газовой сети среднего давления проведен по методике, приведенной в [15]. Целью гидравлического расчета является определение диаметра распределительного газопровода и диаметра ответвлений, чтобы к каждому из потребителей поступал требуемый расход газа. Расчетная схема распределительного газопровода среднего давления – лист 2 графической части.

Диаметры участков определяется в зависимости от газа, проходящего по участку, и перепада квадрата давления на участке, кПа^2/м, которое определяется по формуле

$$(p_H^2 - p_K^2)_{\text{уч}} = 1{,}1 \cdot 1{,}2687 \cdot 10^{-4} \cdot \lambda \cdot \frac{Q_{\text{уч}}^2}{d^5} \cdot pl_{\text{уч}}\text{, МПа}^2 \quad (30)$$

где λ - безразмерный коэффициент гидравлического трения;

$Q_{\text{уч}}$ - расход газа на участке газовой сети, м^3/ч;

d - внутренний диаметр участка газопровода, см;

p - плотность газа при нормальных условиях, кг/м^3;

$l_{\text{уч}}$ - длина участка газопровода, м.

Расчет распределительной газовой сети среднего давления сводится к определению давления газа в конце ответвления, которое должно удовлетворять условие

$$p_{\text{К.уч}} > p_{\text{К}} \quad (31)$$

где $p_{\text{К.уч}}$ – давление газа в конце участка, кПа;

$p_{\text{К.}}$ – давление газа для нормальной работы потребителей, минимальное конечное давление в конце участка, кПа.

Давление газа в конце ответвления, кПа, рассчитывается по формуле

$$p_{\text{К.уч}} = \sqrt{p_{\text{Н.уч}}^{\,2} - \left(p_{\text{Н}}^{\,2} - p_{\text{К}}^{\,2}\right)_{\text{уч}}} \quad (32)$$

где $p_{\text{Н.уч}}$ – давление газа в начале участка, кПа;

$\left(p_{\text{Н}}^{\,2} - p_{\text{К}}^{\,2}\right)_{\text{уч}}$ – потери квадрата давления газа на участке, кПа^2.

Давление газа перед ответвлением, кПа, рассчитывается по формуле

$$p_{\text{Н.УЧ}} = \sqrt{p_{\text{Н}}^{2} - \sum \Delta P_{\text{С}}} \tag{33}$$

где $p_{\text{Н}}$– начальное давление газа после головного ГРП, кПа;

$\sum \Delta P_{\text{С}}$ – суммарные потери квадрата давления по ходу движения газа в распределительной газовой сети, кПа^2.

Диаметры ответвлений рассчитываются из условия наименьшего давления газа перед ответвлением. Диаметры ответвлений принимаются не менее 50 мм.

Расчет ориентировочного диаметра ответвлений производится по формуле

$$d_{\text{Р}}^{\text{ОТВ}} = \sqrt[n]{\frac{ABpQ_{\text{отв}}{}^{m}}{\Delta P_{\text{УД}}}} \text{ см} \tag{34}$$

где $d_{\text{Р}}^{\text{ОТВ}}$ - расчетный внутренний диаметр ответвления, см;

A - коэффициент, зависящий от категории сети.

B, n, m - коэффициенты, зависящие от материала газопровода, для стальных труб $B = 0{,}022,\ n = 5, m = 2,$ для полиэтиленовых труб $B = 0{,}0446,\ n = 4{,}75, m = 1{,}75;$

p - плотность газа при нормальных условиях, кг/м^3;

$Q_{\text{отв}}$- расход газа, проходящий по ответвлению, м^3/ч;

$\Delta P_{УД}$ - удельные потери давления на трение, МПа/м – для сетей среднего давления.

Значение коэффициента A для сетей среднего давления определяется по формуле

$$\text{A} = 6{,}34 \cdot 10^{-5} / p_{\text{Н.ОТВ}} \tag{35}$$

где $p_{\text{Н.ОТВ}}$ - начальное давление газа в ответвлении, МПа;

Удельные потери давления на трение определяется по формуле

$$\Delta P_{\text{УД}} = \frac{\Delta P_{\text{ДОП}}}{1{,}1 l_{\text{ОТВ}}}, \text{МПа/м}, \tag{36}$$

где $\Delta P_{\text{УД}}$ - удельные потери давления на трение в ответвлении, МПа/м;

$\Delta P_{\text{ДОП}}$ - допустимые потери давления в ответвлении, МПа;

$l_{\text{ОТВ}}$ – длина участка ответвления, м.

Допустимые потери давления определяются по формуле

$$\Delta P_{\text{ДОП}} = P_{\text{Н.ОТВ}} - P_{\text{К}}\text{, МПа} \tag{37}$$

где $P_{\text{Н.ОТВ}}$ – начальное давление газа в ответвлении, МПа;

$P_{\text{К}}$ – давление газа для нормальной работы потребителя, обслуживаемого ответвлением, МПа.

В том случае если ориентировочные диаметры ответвлений получаются равными или большими чем диаметры участков кольца, первоначально принимается на участке диаметр ответвления меньше, чем диаметр кольца и определяется конечное давление газа в ответвлении.

После чего выполняется проверка по условию

$$p_{\text{К.ОТВ}} - p_{\text{К}} > 0, \tag{38}$$

где $p_{\text{К.ОТВ}}$ - конечное давление газа в ответвлении, МПа;

$p_{\text{К}}$ – давление газа для нормальной работы потребителя, обслуживаемого ответвлением, МПа.

Гидравлический расчет распределительной газовой сети среднего давления – таблица 17.

Таблица 17 - Гидравлический расчет сети среднего давления

Номер участка	Диаметр участка, $d_n \times S$, мм	Длина участка, l, м	Расход газа на участке, , $Q_{уч}$, м^3/ч	Re	λ	Потери давления на участке, $(p_H^2 - p_K^2)$, МПа^2	Давление газа на участке	
							p_H, МПа	p_K, МПа
1-2	152х5 (142)	3050	1912,3	384458	0,0190	0,044094	0,28	0,185
2-3	133х5 (123)	700	1300,7	301893	0,0197	0,010004	0,185	0,156
3-К4	89х5 (79)	1320	344,8	124601	0,0227	0,013939	0,156	0,102
3-К1	102х5 (92)	450	955,9	296624	0,0210	0,015743	0,156	0,093
2-4	108х5 (98)	870	611,6	178165	0,0213	0,009229	0,185	0,158
4-ГРП№1	60х5 (50)	10	440,4	251454	0,0240	0,001795	0,158	0,153
4-К2	70х5 (60)	1360	171,2	81458	0,0246	0,015188	0,158	0,099

1.11 Подбор газорегуляторных пунктов и газорегуляторной станции

Для снижения давления газа, поступающего в село из магистрального газопровода, проектируется головной газорегуляторный пункт.

С учетом планировки п. Бор, из условия оптимального расстояния действия ГРП, в поселке проектируется один сетевой газорегуляторный пункт.

В зависимости от величины давления газа на вводе в ГРП их разделяют на ГРП среднего давления с давлением газа до 0,3 МПа и ГРП высокого давления с давлением газа более 0,3 до 1,2 МПа избыточных.

На основании приведенных ранее расчетов данные для подбора ГРП сведены в таблицу 18.

Таблица 18 − Исходные данные для подбора ГРП

Наименование ГРП	Избыточное давление газа перед ГРП (начальное), кПа	Избыточное давление газа после ГРП (конечное), кПа	Расчетный расход газа, м^3/ч
ГРС	600	280	1912
ГРП №1	153	5	440
Котельная №1	93	5	956
Котельная №2	99	5	345
Котельная №4	102	5	171

Из условий пропускной способности ГРП, избыточного давления до и после регулятора давления к установке принимаем следующие газорегуляторные пункты:

– ГРС – газорегуляторная станция с регулятором давления РДУК-2В-50/35;

– ГРП №1 – блочный газорегуляторный пункт с регулятором давления РД-50;

После подбора типовых газорегуляторных пунктов необходимо определить их пропускную способность и коэффициент загрузки регулятора, расчет проведен согласно методике.

Регуляторы давления РДУК-2В-50/35, РД-50, стабильно работают с коэффициентом загрузки $K_З = 10 \div 80\%$, который определяется по формуле:

$$K_З = \frac{Q_P}{Q_{max}} \cdot 100 \qquad (39)$$

где Q_P– расчетная пропускная способность регулятора (м^3/ч), определяется по формулам:

При $\left(\frac{p_2}{p_1} > 0{,}5\right) Q_P = 0{,}031 Q_п \sqrt{\frac{\Delta p \cdot p_2}{p_г}}$, м^3/ч (40)

При $\left(\frac{p_2}{p_1} < 0{,}5\right) Q_P = 0{,}0157 Q_п \frac{p_1}{\sqrt{p_г}}$, м^3/ч (41)

где $Q_п$ – паспортные данные регулятора в зависимости от давления газа на входе, кПа.

$\Delta p = p_1 - p_2$ - расчетный перепад давления, для которого определяется пропускная способность регулятора, кПа;

p_1– абсолютное давление газа на входе, кПа;

p_2– абсолютное давление газа на выходе, кПа;

$p_г$– плотность газа, кг/м^3.

Q_{max} – максимальная пропускная способность регулятора, м^3/ч.

Максимальная пропускная способность регуляторов давления РДУК-2, м^3/ч, определяется по формуле

$$Q_{max} = 1{,}595 \cdot f \cdot \varphi \cdot K \cdot p_1 \cdot \sqrt{\frac{1}{p_г}} \qquad (42)$$

Где f– площадь седла клапана регулятора давления (за вычетом площади штока), см^2;

φ– коэффициент, зависящий от отношения p_2/p_1;

K– коэффициент расхода;

p_1– абсолютное давление газа на входе, кПа;

p_2– абсолютное давление газа на выходе, кПа;

$p_г$– плотность газа, кг/м^3.

ГРС – регулятор РДУК-2В-50/35

Расчетный расход газа – 1912 м^3/ч.

Избыточное давление газа до регулятора 600 кПа, абсолютное давление газа на входе 701 кПа.

Избыточное давление газа после регулятора 280 кПа, абсолютное давление газа на выходе 381 кПа.

Площадь седла клапана регулятора давления – 9,6 см^2.

Коэффициент расхода – 0,6.

Плотность газа – 0,863 кг/м^3.

При $p_2/p_1 = 381/701 = 0{,}54$, $\varphi = 0{,}47$.

Максимальная пропускная способность регулятора давления РДУК-2В-50/35 рассчитывается по формуле (42) и составляет:

$$Q_{max} = 1{,}595 \cdot 9{,}6 \cdot 0{,}47 \cdot 0{,}6 \cdot 701 \cdot \sqrt{\frac{1}{0{,}863}} = 3290 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Коэффициент регулятора давления РДУК-2В-50/35 рассчитывается по формуле (39) и составляет:

$$K_3 = \frac{1912}{3290} \cdot 100 = \ 58{,}13\%$$

Коэффициент регулятора давления РДУК-2В-50/35 лежит в желаемых пределах 10÷80%, регулятор будет работать стабильно. К установке принимаем газорегуляторную станцию с регулятором давления РДУК-2В-50/35

ГРП №1 – регулятор РД-50М

Расчетный расход газа – 440 м^3/ч.

Избыточное давление газа до регулятора 153 кПа, абсолютное давление газа на входе 254 кПа.

Избыточное давление газа после регулятора 5 кПа, абсолютное давление газа на выходе 106 кПа

Плотность газа – 0,863 кг/м^3.

При давлении газа до регулятора $p_1 = 153$ кПа и расчетном расходе газа $Q = 440$ м^3/ч, используя приложение 2 к установке выбираем регулятор давления РД-50М, диаметром седла клапана 11 мм. Паспортная производительность регулятора $Q_\text{п} = 202$ м^3/ч (данные получены при помощи интерполяции).

Расчетная пропускная способность клапана рассчитывается по формуле (41) и составляет

$$Q_P = 0{,}0157 \cdot 202 \cdot \frac{153}{\sqrt{0{,}863}} = 866\ ,\ \text{м}^3/\text{ч}$$

Коэффициент регулятора давления РД-50М рассчитывается по формуле (39) и составляет

$$K_3 = \frac{440}{866} \cdot 100 = 50{,}83\%$$

Коэффициент регулятора давления РД-50М лежит в желаемых пределах 10÷80%, регулятор будет работать стабильно. К установке принимаем газорегуляторный пункт с регулятором давления РД-50М.

2. Технология возведения инженерных сооружений

2.1 Подготовительные работы

Строительство газопроводов начинается после получения разрешение на право проведения земляных работ на территории поселка. Разрешение выдается из организации с указанием имени ответственного за производство работ. Кроме того, организация, производящая земляные работы, получает письменное уведомление на производство земляных работ от всех организаций, прокладывающих подземные коммуникации.

Для получения допуска необходимо указать срок строительства, мероприятия по благоустройству территории строительства и восстановлению дорожных покрытий.

Начальным этапом подготовительных работ является разметка, которую выполняет представитель участка подготовки производства. Разбивку трассы ведут от действующего газопровода или ГРП, от красных линий застроек. Разбивка заключается в закреплении на местности контуров трассы деревянными кольями или металлическими штырями длиной 400-500мм, диаметр 12-15мм в соответствующих точках через 100-150 метров. Вскрытие инженерных коммуникаций, пересекаемых трубопроводами, должно производиться в присутствии представителей заинтересованных организаций. При этом должны приниматься меры к предохранению вскрытых коммуникаций от повреждений. За состояние разбивки трассы несет ответственность монтажная организация.

2.2 Земляные работы

Земляные работы по рытью траншей и котлованов производятся после разбивки трассы газопроводов. Должны быть определены границы разработки траншей или котлованов с установкой указателей о наличии на данном участке трассы подземных коммуникаций.

Рытье траншей выполняется в общем потоке с другими работами по укладке или перекладке газопровода.

Приемки для сварки неповоротных стыков, также котлованы для установки конденсатосборников и других устройств на газопроводе должны отрываться непосредственно перед выполнением этих работ.

Рытье траншей производится экскаватором с обратной лопатой. После рытья траншей следует ручная зачистка стенок и дна траншей, затем грунт отсыпают в отвал с одной стороны. Лишний грунт вывозится. Через каждые 100-150 метров устанавливают пешеходные мостики.

Трубы, запорную арматуру поставляют с ЦЗМ или заводов согласно составленных заявок по спецификациям. Трубы, арматура, сварочные и изоляционные материалы, применяемые для строительства систем газоснабжения, должны иметь сертификаты заводов-изготовителей, подтверждающие соответствие требованиям государственных стандартов или технических условий.

При погрузке, перевозке и выгрузке труб, сваренных секций газопровода, фасонных частей, монтажных узлов и запорной арматуры должна быть обеспечена их сохранность. Сбрасывание труб, секций, фасонных частей, арматуры и монтажных узлов с транспортных средств запрещается.

На оборудования должны иметься технические паспорта заводов-изготовителей и, как правило, инструкции по его монтажу и эксплуатации. Технические паспорта должны иметься также на изолированные трубы, конденсатосборники, гнутые колена и другую продукцию. Трубы на трассу поставляют с неизолированными концами для сварки на бровку траншеи. Их раскладывают по трассе по схеме ППР.

Перед сборкой под сваркой стальных труб необходимо:

1) очистить их внутреннюю полость от возможных засорений - (грунта, льда, снега, воды, строительного мусора, отдельных предметов и др.);

2) проверить геометрические размеры разделки кромок, выправить плавные вмятины на концах труб глубиной до 3.5% наружного диаметра трубы;

3) очистить до чистого металла кромки и прилегающие к ним внутреннюю и наружную поверхности труб.

2.3 Монтаж газопроводов

Перед монтажом и укладкой должка быть подготовлена постель под газопровод и проверен уклон дна траншеи. Газопровод плетями укладывают на петли и при помощи двух автокранов 15-20м опускают в траншею, укладывая плеть по оси. В траншеях, в местах сварки звеньев между собой, отрывают приямки для работы сварщиков. При монтаже газопровода должен быть постоянный пооперационный контроль со стороны заказчика. Сварщики на монтаже должны иметь допуск и личное клеймо.

Проводится гаммография 5% поворотных стыков и неповоротных стыков. На стыках ГРУ производится 100% просветка.

После укладки газопровода в траншею должны быть проверены: проектная глубина, уклон и прилегание газопровода ко дну траншеи на всем его протяжении; состояние защитного покрытия газопровода; фактические расстояния между газопроводом и стенками траншеи, пересекаемыми им сооружениями и их соответствие проектным расстояниям.

Если после укладки газопровода будет установлено наличие неплотного его прилегания ко дну траншей в отдельных местах, то в этих местах должна быть сделана подсыпка грунта с его послойным уплотнением и подбивкой пазух.

2.4 Испытание газопроводов

Перед испытаниями на прочность и герметичность для очистки внутренней поверхности труб от грязи, влаги применяют пневматическую очистку. Затем производят испытание газопровода на прочность давлением 3 кгс/см2 в течение 1 часа, затем давление снижают до 1 кгс/см2 и выдерживают в течение суток – испытание на плотность. Под этим давлением осматривают сварные стыки и арматуру, устраняют утечки. После испытания приступают к изоляции стыков.

Изоляция предназначена защищать газопроводы от почвенной коррозии. Перед изоляцией стыки очищают до металлического блеска. Готовят грунтовку и покрывают трубы ровным слоем. Затем горячую мастику 170-180°С наносят слоем 3 мм на трубу и обертывают армирующей лентой, например бризолом. Толщина изоляции соответствует типу. Если трубы изолированы липкими полимерными лентами, то и стыки изолируют ими же.

Испытания на прочность и плотность газопровода должны производиться строительно-монтажной организацией в присутствии представителей заказчика и предприятия газового хозяйства, о чем делаются соответствующие записи в строительных паспортах объектов.

Газопроводы и газовое оборудование перед сдачей в эксплуатацию испытывают, используя пружинные и водяные V-образные манометры. Газопроводы с давлением 0.1 МПа испытывают V-образными жидкостными манометрами. Свыше 0.1 МПа – пружинными, типа ОБМ класса 1.5. Испытания производят в соответствии с СНиП 3.05.02-88* "Правила производства и приемке работ".

2.5 Благоустройство трассы

После окончания испытаний стыки газопровода присыпают вручную и делают присыпку газопровода мягким грунтом на высоту 10 см от верха трубы. Остальная засыпка производится бульдозером с последующим уплотнением грунта тактами. Восстанавливают растительный слой.

2.6. Сдача объекта в эксплуатацию

Законченный объект сдается приемочной комиссии. В ее состав входят: заказчик, представитель генподрядчика, эксплуатирующей организации, представитель Госгортехнадзора РФ., представитель проектной организации.

Генеральный подрядчик на объект системы газоснабжения представляет

приемочной комиссии в 1-ом экземпляре след. исполнительную документацию:

- комплект рабочих чертежей со всеми согласованиями и изменениями;
- сертификаты заводов изготовителей на трубы, фасонные части, сварочные и изоляционные материалы;
- технические паспорта заводов изготовителей на оборудование, покрытие, изолирующие фланцы, арматуру (свыше 100мм), инструкции заводов изготовителей по эксплуатации оборудования и приборов;
- строительный паспорт газопровода и протокола проверки качества сварных стыков и испытания газопроводов;
- акт разбивки и передачи трассы;
- акты приемки установок, скрытых и специальных работ;
- журнал учета работ.

Вся работа по монтажу газопровода должна выполняться в строгом соответствии с технологическими инструкциями и правилами безопасности в газовом хозяйстве Госгортехнадзора и СНиП 02. 04-96 "Газоснабжение".

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной бакалаврской работе рассмотрена комплексная газификация поселка Бор Красноярского края, Туруханского района расход газа 377,141 тыс. м^3/год.

Расчеты велись на основании расчетных годовых и часовых расходов газа на бытовое и коммунально-бытовое потребление.

В процессе выполнения работы были рассчитаны объемы потребления газа; разработана двухступенчатая система газоснабжения, состоящая из сетей низкого и среднего давления; произведен гидравлический расчет сетей, подобрано оборудование ГРП и ГРС.

Расчеты выполнены с соблюдением норм и правил современного проектирования, учтены требования энергосберегающих мероприятий.

Принятие инженерных решений было основано на выборе оптимального варианта организации систем газоснабжения поселка в условиях существующих тенденций развития современных энергосберегающих технологий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 62.13330.2011 Газораспределительные системы. Актуализированная редакция СНиП 42-01-2002. – Введ. 20.05.2011. – М.: Минрегион России, 2011.

2. СП 42-101-2003. Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических полиэтиленовых труб. - М.: Госстрой, 2004.

3. СП 42-102-2004. Проектирование и строительство газопроводов из металлических труб. - М.: Госстрой, 2004.

4. Ионин, А.А. Газоснабжение: учебник /А.А. Ионин. - 5-е изд., стереотип. - Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2012.

5. Комина, Г. П. Гидравлический расчет и проектирование газопроводов: учебное пособие по дисциплине «Газоснабжение» для студентов специальности 270109 - теплогазоснабжение и вентиляция/ Г. П. Комина, А. О. Прошутинский; СПбГАСУ. – СПб., 2010.

6. Жила.В.А., Ушаков М.А., Брюханов О.Н.//Газовые сети и установки. М.:Издательский центр «Академия», 2005. 272 с.

7. Баясанов Д.Б., Ионин А.А. // Распределительные системы газоснабжения. М.: Стройиздат, 1989. 439 с.

8. Колосов А.И. Моделирование потокораспределения на этапе развития структуры городских систем газоснабжения/ А.И. Колосов, М.Я. Панов, В.Г. Стогней/ Вестник ВГТУ. 2013. №3-1. с. 56-62.

9. Авласевич А.И. Гидравлический расчет внутренних газопроводов из медных труб/ А.И.Авласевич, И.Б. Оленев// Фундаментальные исследования. 2017. №9 (Ч.1). с.9-13

10. Стаскевич Н.Л., Северинец Г.Н., Вигдорчик Д.Я. // Справочник по газоснабжению и использованию газа. Л.: Недра, 1990. 762 с.

11. Ионин А.А., Жила В.А., Артихович В.В., Пшоник М.Г. // Газоснабжение. М.: Изд-во АСИ, 2013. 472 с.

12. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-1999. – Введ. 01.01.2013. – М.: Минрегион России, 2013. - 67 с.

13. Газопроводы и арматура систем газоснабжения: методические указания к курсовой работе для студентов специальности 290700 – «Теплогазоснабжение и вентиляция». Красноярск: Сибирский федеральный ун-т; Ин-т архитектуры и стр-ва, 2007, 40с.

14. Газоснабжение. Гидравлический расчет распределительных газовых сетей низкого давления: учеб.-метод. пособие [для студентов напр. подг. 08.03.01 «Строительство» спец. 08.03.01.00.05 «Теплогазоснабжение и вентиляция»]/Сиб. федер. ун-т, Инж.-строит. ин-т ; сост.: И. Б. Оленев, А.И. Авласевич. - 2019

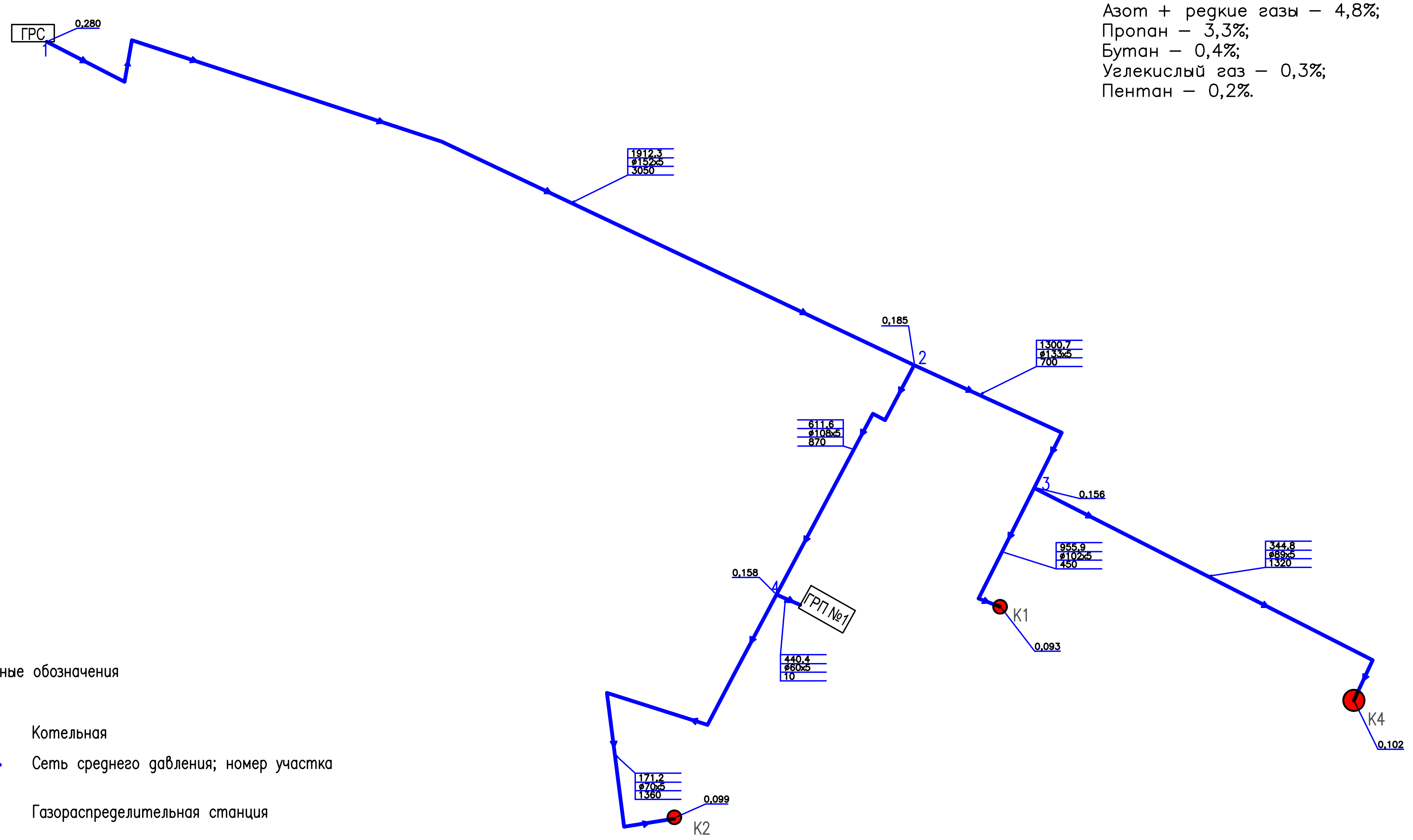
15. Газоснабжение. Гидравлический расчет газовой сети среднего давления: учеб.-метод. пособие [для студентов напр. подг. 08.03.01 «Строительство» спец. 08.03.01.00.05 «Теплогазоснабжение и вентиляция»]/Сиб. федер. ун-т, Инж.-строит. ин-т ; сост.: И. Б. Оленев, А.И. Авласевич. - 2019

16. Газоснабжение. Расчет потребления природного газа: учеб.-метод. пособие [для студентов напр. подг. 08.03.01 «Строительство» спец. 08.03.01.00.05 «Теплогазоснабжение и вентиляция»]/Сиб. федер. ун-т, Инж.-строит. ин-т ; сост.: И. Б. Оленев, А.И. Авласевич. - 2019

17. Технологические процессы в строительстве: методические указания к курсовой работе для студентов специальности 290700 – «Теплогазоснабжение и вентиляция». Красноярск: Сибирский федеральный ун-т; 2013, 33с.

Состав газа для газификации поселка Бор:

Метан – 81,5%;
Этан – 9,5%;
Азот + редкие газы – 4,8%;
Пропан – 3,3%;
Бутан – 0,4%;
Углекислый газ – 0,3%;
Пентан – 0,2%.

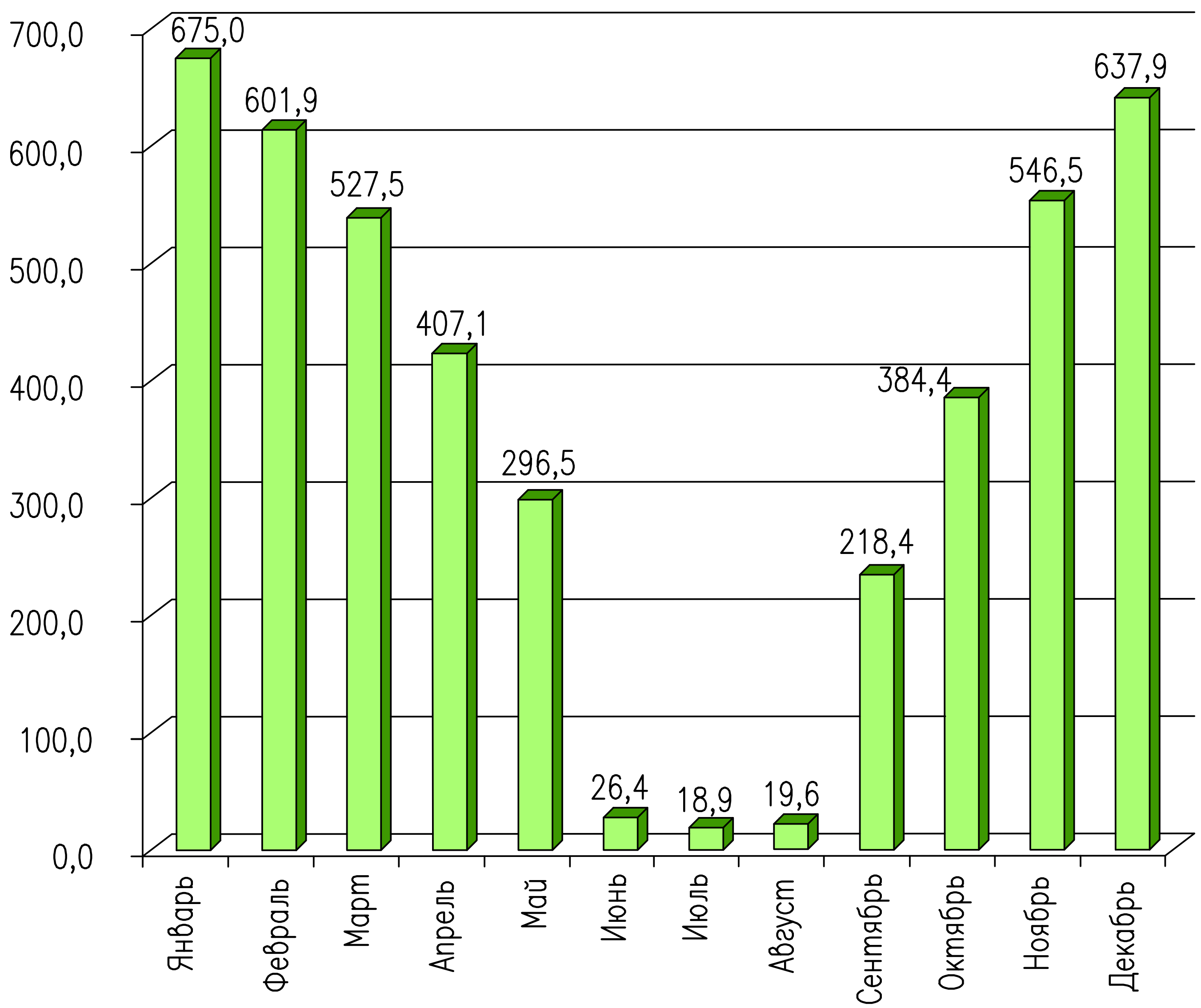


Условные обозначения

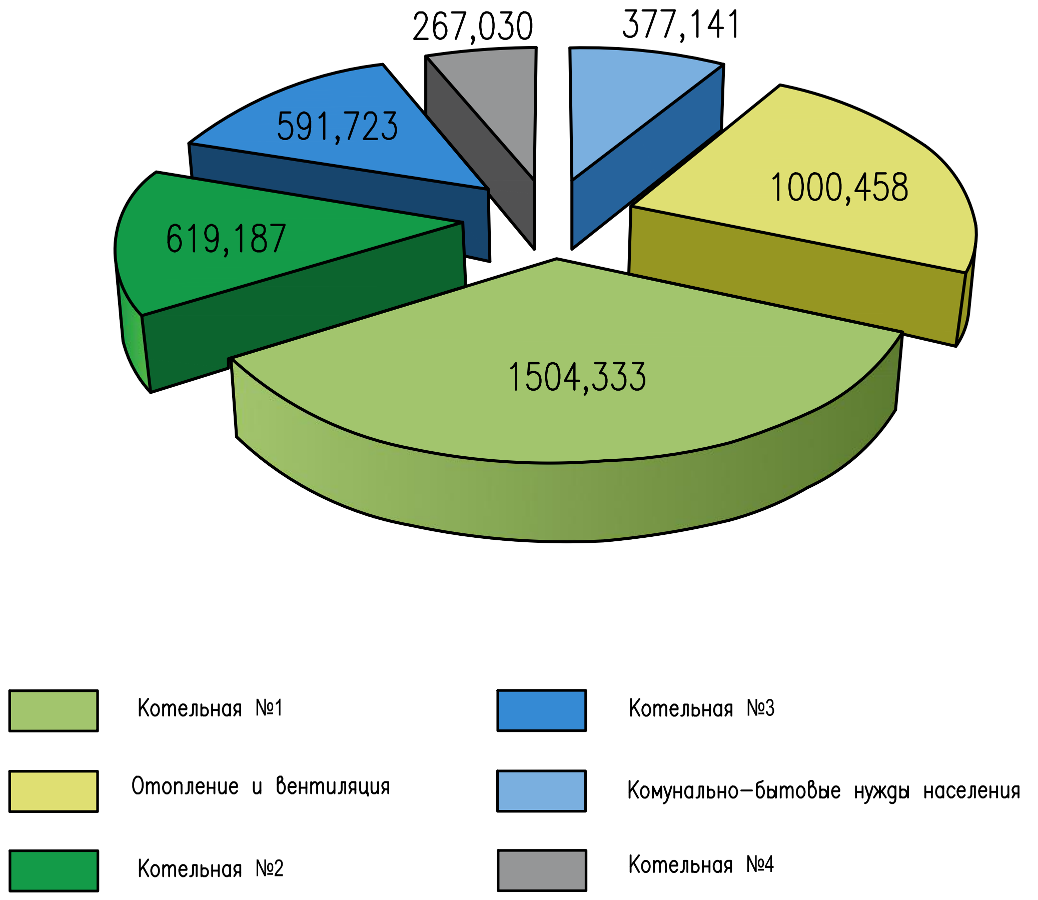
● K1 Котельная
1 Сеть среднего давления; номер участка
ГРС Газораспределительная станция
ГРП №1 Газорегуляторный пункт
Направление потока газа в сети
0,093 Давление газа в узловой точке на сети среднего давления, мПа
955,9 Расход газа, $м^3/ч$
ø102x5 Диаметр газопровода, мм; толщина стенки трубы, мм
450 Длина, км

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата	ВКР–08.03.01.05 – 2020 – ГС			
						Сибирский Федеральный Университет Инженерно–строительный институт			
Разработал		Дитенберг Е.А.				Газоснабжение жилой зоны поселка Бор	Стадия	Лист	Листов
Проверил		Оленев И.Б.					У	3	6
Н. контр.		Оленев И.Б.				Схема сети среднего давления М 1:7500	ИСЗиС		
Зав.каф.		Матюшенко А.И							

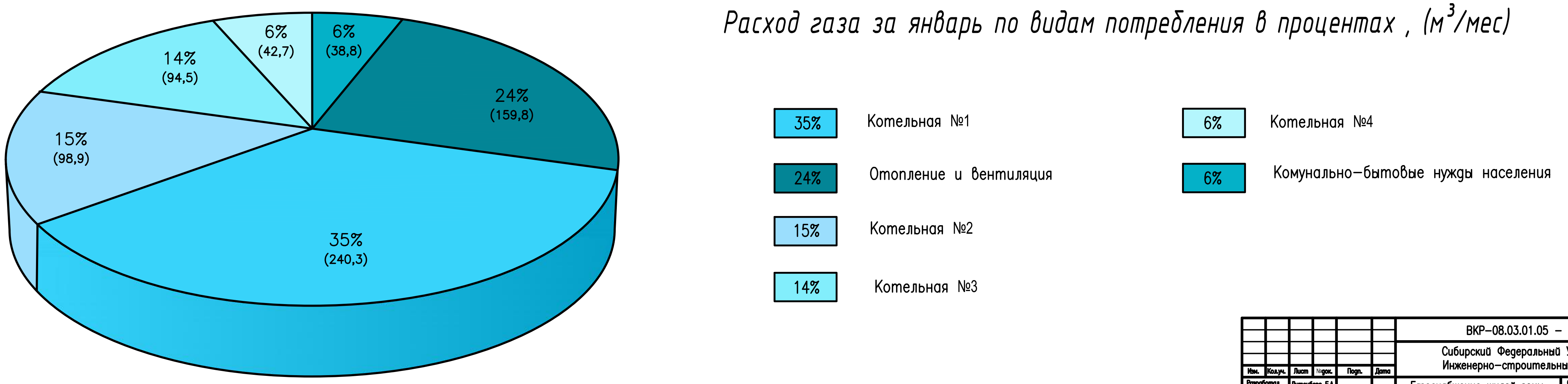
Расход газа по месяцам года, тыс.м^3/мес



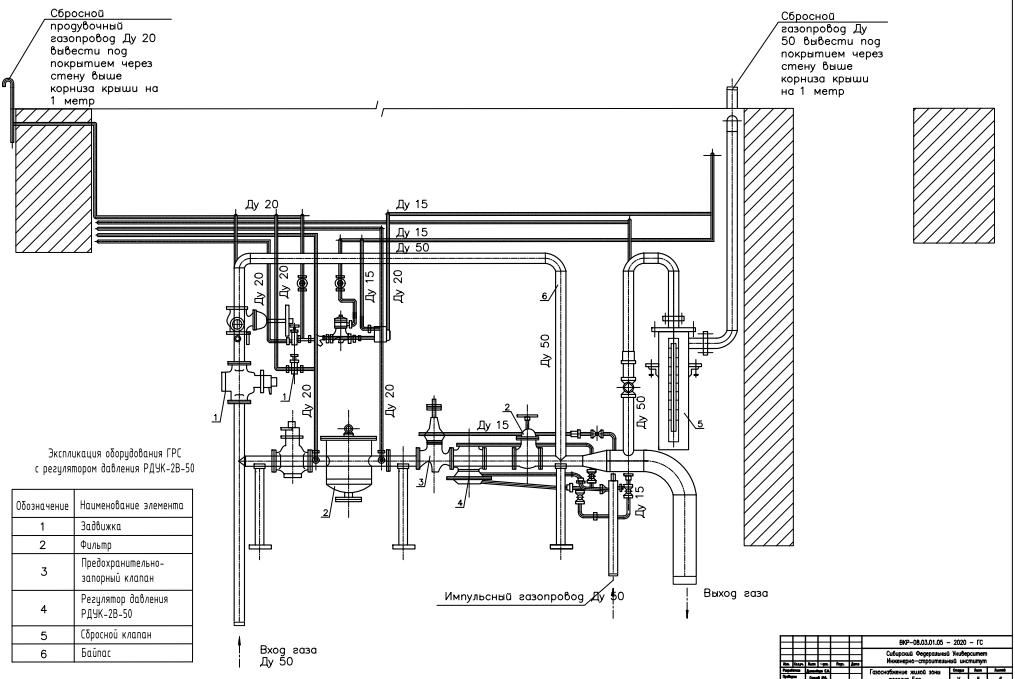
Расход газа по видам потребления, тыс.м^3/год



Расход газа за январь по видам потребления в процентах , (м^3/мес)



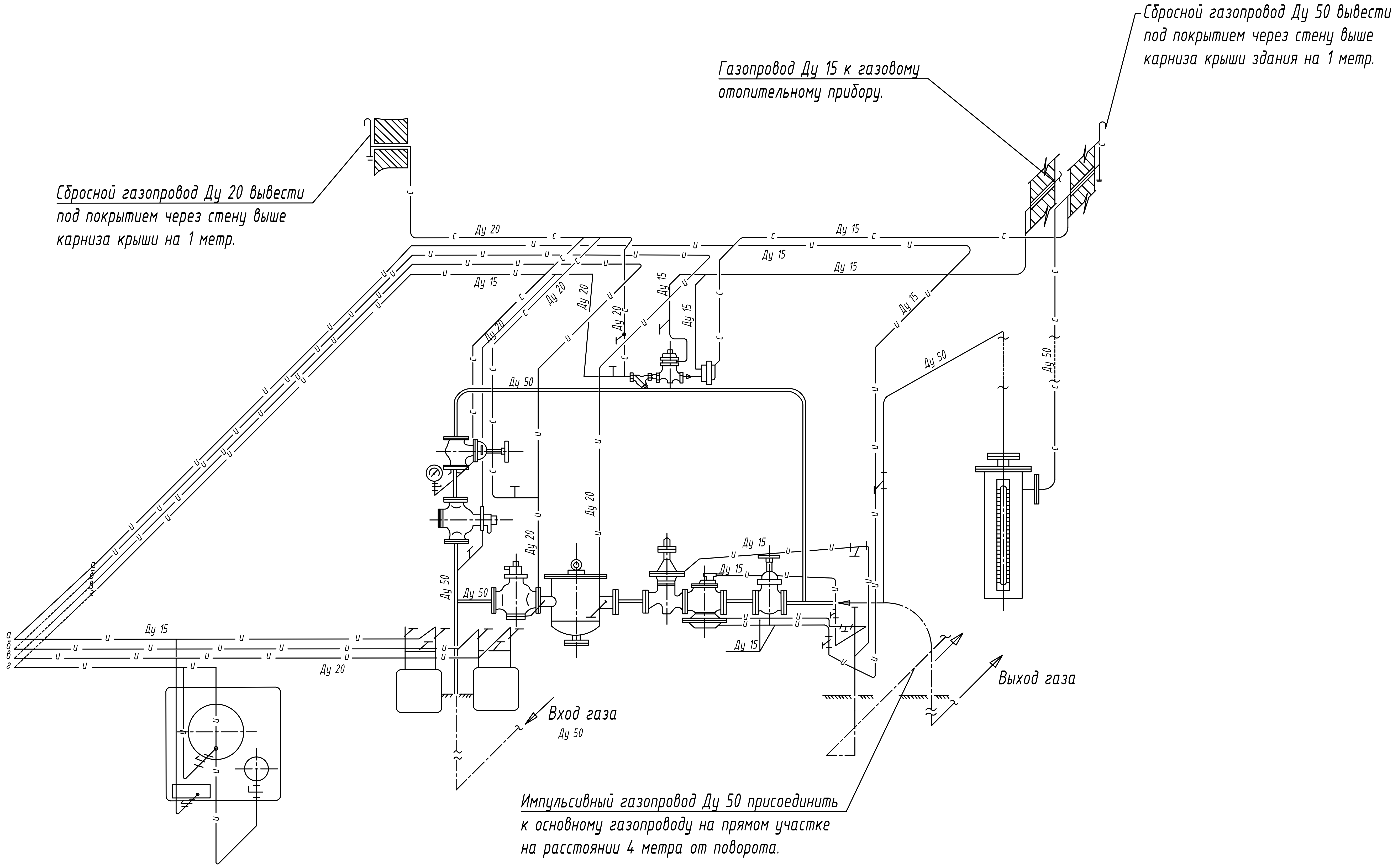
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата	ВКР–08.03.01.05 – 2020 – ГС Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт
Разработал		Дитенберг Е.А.				Газоснабжение жилой зоны поселка Бор
Проверил		Оленев И.Б.				Стадия: У; Лист: 4; Листов: 6
Н. контр.		Оленев И.Б.				Диаграммы расхода газа в п.Бор
Зав.каф.		Матюшенко А.И				ИСЗиС



Экспликация оборудования ГРС
с регулятором давления РДУК-2В-50

Обозначение	Наименование элемента
1	Задвижка
2	Фильтр
3	Предохранительно-запорный клапан
4	Регулятор давления РДУК-2В-50
5	Сбросной клапан
6	Байпас

						ВКР-08.03.01.05 – 2020 – ГС		
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата	Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт		
Разработал		Дитенберг Е.А.				Газоснабжение жилой зоны поселка Бор	Стадия	Лист	Листов
Проверил		Оленев И.Б.					У	5	6
Н. контр.		Оленев И.Б.				Схема ГРС с регулятором давления РДУК 2В-50 М 1:5000	ИСЗиС		
Зав.каф.		Матюшенко А.И							



Сбросной газопровод Ду 50 вывести под покрытием через стену выше карниза крыши здания на 1 метр.

Газопровод Ду 15 к газовому отопительному прибору.

Сбросной газопровод Ду 20 вывести под покрытием через стену выше карниза крыши на 1 метр.

Импульсивный газопровод Ду 50 присоединить к основному газопроводу на прямом участке на расстоянии 4 метра от поворота.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата	ВКР–08.03.01.05 – 2020 – ГС Сибирский Федеральный Университет Инженерно–строительный институт
Разработал	Дитенберг Е.А.					
Проверил	Оленев И.Б.					
Н. контр.	Оленев И.Б.					
Зав.каф.	Матюшенко А.И					

	Стадия	Лист	Листов
Газоснабжение жилой зоны поселка Бор	У	6	6
Схема ГРС с регулятором давления РДУК 2В–50 М 1:5000	ИСЗиС		

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный
институт

Инженерные системы зданий и сооружений
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_________ А.И. Матюшенко
подпись инициалы, фамилия
«25» 06 2020г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

08.03.01 «Строительство»
код и наименование направления

Разработка схемы газоснабжения поселка Бор
тема

Руководитель	____________	доцент, к.т.н	И.Б.Оленев
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Выпускник	____________		Е.А.Дитенберг
	подпись, дата		инициалы, фамилия
Нормоконтролер	____________		И.Б.Оленев
	подпись, дата		инициалы, фамилия

Красноярск 2020