

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

Газоснабжение жилой зоны с. Шила
тема

Руководитель

подпись, дата

доцент, к.т.н
должность, ученая степень

И.Б.Оленев
инициалы, фамилия

Выпускник

подпись, дата

А.С.Поляков
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

подпись, дата

И.Б.Оленев
инициалы, фамилия

Красноярск 2020

РЕФЕРАТ

Выпусная квалификационная работа на тему «Газоснабжение жилой зоны села Шила» содержит: 46 страниц пояснительной записки, 18 таблиц, 48 формул, 5 листов графического материала.

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

Объект проектирования:

- село Шила, Красноярского края, Сухобузимского района. Численность населения 1900 человек.

Цель работы:

- разработать схему газоснабжения с.Шила, 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, подобрано основное оборудование для газификации посёлка.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| Введение..... | 4 |
| 1. Газоснабжение..... | 5 |
| 1.1 Общие сведения о газификации населенного пункта | 5 |
| 1.2 Расчет низшей теплоты сгорания и плотности используемого газа..... | 7 |
| 1.3 Расчет потребления природного газа населением..... | 9 |
| 1.4 Расчет потребления газа котельной | 17 |
| 1.5 Расчет потребления газа коммунальными объектами (хлебозавод)..... | 18 |
| 1.6 Определение суммарного расхода газа для газоснабжения населенного пункта..... | 19 |
| 1.7 Принципиальная схема газоснабжения населенного пункта..... | 20 |
| 1.8 Выбор оптимального количества сетевых ГРП..... | 20 |
| 1.9 Трассировка газовых сетей в населенном пункте | 20 |
| 1.10 Гидравлический расчет распределительной сети низкого давления..... | 21 |
| 1.11 Гидравлический расчет сети среднего давления..... | 36 |
| 1.12 Подбор газорегуляторных пунктов и газорегуляторной станции..... | 40 |
| 2. Технология возведения инженерных сетей | 47 |
| 2.1 Подготовительные работы..... | 47 |
| 2.2 Земляные работы..... | 47 |
| 2.3 Монтаж газопроводов..... | 49 |
| 2.4 Испытание газопроводов..... | 49 |
| 2.5 Благоустройство трассы..... | 50 |
| 2.6 Сдача объекта в эксплуатацию..... | 51 |
| Заключение..... | 52 |
| Список использованных источников..... | 53 |

ВВЕДЕНИЕ

Доля природного газа в топливном балансе Российской Федерации составляет 60 процентов. Природный газ является высокоэффективным энергоносителем, который широко применяется в настоящее время, в условиях экономического роста в стране газификация может составить основу социально-экономического развития Российских регионов, обеспечить улучшение условий труда и быта населения, а также снижение загрязнения окружающей среды. Рациональное потребление газа является основной задачей его использования, то есть положительные свойства газа полно реализуются посредством внедрения экономичных технологических процессов, в связи с этим сокращается расход газа.

В данной бакалаврской работе представлены материалы по газификации с. Шила, Сухобузимского района Красноярского края, численность населения которого составляет 1900 человек. Газифицировать с. Шила предполагается природным газом.

Благодаря техническим решениям, представленным в работе, газификация с. Шила 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 были рассмотрены следующие вопросы. Система газоснабжения села должна обеспечивать непрерывную подачу газа потребителям, простоту и легкость в обслуживании, быть безопасной в эксплуатации, а также иметь возможность отключать участки и отдельные элементы трубопровода для аварийных и ремонтных работ. Конструкции, оборудование и узлы в системе газоснабжения должны быть одного типа. Принятая версия системы должна:

- иметь максимальную финансовую выгоду;
- предусматривать технологическое строительство;
- иметь возможность ввода 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 разделить на следующие группы: расход газа на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий от различных источников теплоснабжения (местные отопительные установки, котельные); расход газа населением в квартирах для горячей воды и приготовления пищи; расход газа на горячее водоснабжение.

1.1 Общие сведения о газификации населенного пункта

Село Шила расположен в Сухобузимском районе Красноярского края. Численность населения данного села составляет 1900 человек.

В селе находится котельная ООО «Авангард».

Газифицировать с. Шила предполагается природным газом следующего состава горючих компонентов: метан – 95%, этан – 1,5%; пропан – 0,8%, бутан – 0,5%, пентан – 0,2%, углекислый газ – 1%, азот + редкие газы – 1%.

Метеорологические условия:

- температура внутреннего воздуха отапливаемых зданий, $t_{BH} = 22^{\circ}\text{C}$ [12];
- расчетная наружная для проектирования отопления, $t_{P.O} = -37^{\circ}\text{C}$ [12];
- расчетная наружная для проектирования вентиляции, $t_{P.B.} = -37^{\circ}\text{C}$ [12];
- средняя наружного воздуха за отопительный период, $t_{CP.O} = -7,4^{\circ}\text{C}$ [12];
- продолжительность отопительного периода, $n_0 = 240$ дней [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 | 26 | 520 | |
| 2 | 78 | 1560 | |
| 3 | 40 | 800 | |
| 4 | 52 | 1040 | |
| 5 | 40 | 800 | |
| 6 | 56 | 1120 | |
| 7 | 62 | 1240 | |
| 8 | 54 | 1080 | |
| 9 | 42 | 840 | |
| 10 | 36 | 720 | |
| 11 | 56 | 1120 | |
| 12 | 40 | 800 | |
| 13 | 40 | 800 | |
| 14 | 34 | 680 | |
| 15 | 38 | 760 | |
| 16 | 36 | - | ОВ и ГВС от котельной ООО «Авангард» |
| 17 | 44 | - | ОВ и ГВС от котельной ООО «Авангард» |
| 18 | 138 | 2760 | |
| 19 | 132 | 2640 | |
| 20 | 128 | 2560 | |
| 21 | 64 | 1280 | |
| 22 | 36 | 720 | |
| 23 | 52 | 1040 | |
| 24 | 168 | 3360 | |
| 25 | 156 | 3120 | |
| 26 | 92 | 1840 | |
| 27 | 160 | 3200 | |
| Всего | 1900 | | |

Таблица 2 – Исходные данные для расчета потребления природного газа котельной ООО «Авангард»

| Марка котла | Вырабатываемая тепловая мощность | |
|--------------------|----------------------------------|---------|
| | МВт/ч | МВт/год |
| Котел КЕ 6,5/14 №1 | 5,9 | 32200 |
| Котел ДКВР 4/13 №2 | 3,65 | |
| Котел КЕ 6,5/14 №3 | 5,9 | |

1.2 Расчет низшей теплоты сгорания и плотности используемого газа

Для расчета потребления газа необходимо знать низшую теплоту сгорания сухого газа, кДж/м³, а для проведения гидравлических расчетов плотность газа, кг/м³, и его кинематическую вязкость, м²/с.

Низшая теплота сгорания газа, кДж/м³, определяется как сумма произведений величин, теплоты сгорания горючих компонентов, на их объемные доли по формуле

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

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

$Q_{H_i}^P$ - низшая теплота сгорания i -го компонента газа, кДж/м³ [16].

Плотность газа, кг/м³, рассчитывается по формуле

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

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

ρ_i - плотность сгорания i -го компонента газа, кг/м³ [16].

Кинематическая вязкость газа, м²/с, определяется по формуле

$$\nu_\Gamma = \mu_\Gamma / \rho_\Gamma, \text{ м}^2/\text{с} \quad (3)$$

где μ_Γ - динамическая вязкость газа, Па·с;

ρ_Γ - плотность газовой смеси, кг/м³, рассчитывается по формуле (2).

Динамическая вязкость газа, Па·с, определяется по формуле

$$\mu_{\Gamma} = \frac{\sum \delta_i \cdot \mu_i}{100}, \text{ Па}\cdot\text{с} \quad (4)$$

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 | 101·10 ⁻⁷ |
| Этан | C ₂ H ₆ | 1,3566 | 63730 | 30,069 | 86·10 ⁻⁷ |
| Пропан | C ₃ H ₈ | 2,019 | 93370 | 44,096 | 75·10 ⁻⁷ |
| Бутан | C ₄ H ₁₀ | 2,703 | 123770 | 58,122 | 68·10 ⁻⁷ |
| Пентан | C ₅ H ₁₂ | 3,221 | 146340 | 72,149 | 2830·10 ⁻⁷ |
| Азот | N ₂ | 1,2505 | | 28,013 | 165·10 ⁻⁷ |
| Диоксид углерода | CO ₂ | 1,9768 | | 44,010 | 137·10 ⁻⁷ |

Газифицировать село Шила предполагается природным газом следующего состава горючих компонентов: метан – 95%, этан – 1,5%; пропан – 0,8%, бутан – 0,5%, пентан – 0,2%, углекислый газ – 1%, азот + редкие газы – 1%.

Расчет низшей теплоты сгорания природного газа производится по формуле (1), низшая теплота сгорания природного газа составляет

$$Q_H^P = \frac{95 \cdot 35840 + 1,5 \cdot 63730 + 0,8 \cdot 93370 + 0,5 \cdot 123770 + 0,2 \cdot 1466340}{100} = 39300 \text{ кДж/м}^3.$$

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

$$\rho_{\Gamma} = \frac{95 \cdot 0,7168 + 1,5 \cdot 1,3566 + 0,8 \cdot 2,019 + 0,5 \cdot 2,703 + 0,2 \cdot 3,221}{100} + \frac{1 \cdot 1,2505 + 1 \cdot 1,9768}{100} = 0,696 \text{ кг/м}^3$$

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

$$\mu_{\Gamma} = \frac{95 \cdot 101 \cdot 10^{-7} + 1,5 \cdot 86 \cdot 10^{-7} + 0,8 \cdot 75 \cdot 10^{-7}}{100} +$$

$$+ \frac{0,5 \cdot 68 \cdot 10^{-7} + 0,2 \cdot 2830 \cdot 10^{-7} + 1 \cdot 165 \cdot 10^{-7} + 1 \cdot 137 \cdot 10^{-7}}{100} =$$

$$= 0,0000107 \text{ Па} \cdot \text{с}.$$

Кинематическая вязкость природного газа определяется по формуле (3) и составляет $\nu_r = 0,0000107/0,696 = 0,0000153 \text{ м}^2/\text{с}$.

1.3 Расчет потребления природного газа населением

Количество потребителей газа в микрорайонах определяется на основе анализа их численности, этажности и основных характеристик, количества и характеристик предприятий и учреждений городского управления, наличия централизованного горячего водоснабжения, систем отопления, топливного и теплового баланса города.

При расчете потребления газа в квартирах и частных домах для коммунально-бытовых нужд норма потребления тепла назначается одному человеку в год.

Годовое потребление газа, млн м³ / год, потребляемое жилыми домами, определяется по формуле

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

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/м³.

Годовой расход газа, тыс. м³/год, на отопление и вентиляцию жилых застроек вычисляется по формуле:

(6)

$$Q_{o.b.} = \left[24 + (1 + K) \cdot \frac{t_{BH} - t_{CP.O}}{t_{BH} - t_{P.O}} + Z \cdot K_1 \cdot K \cdot \frac{t_{BH} - t_{CP.O}}{t_{BH} - t_{P.B}} \right] \cdot \frac{g \cdot F \cdot n_o}{\eta_0 \cdot Q_H^p} \cdot 10^{-6}, \text{ тыс. м}^3/\text{год}$$

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

$t_{BH}, t_{P.O}, t_{P.B}, t_{CP.O}$ – температура соответственно внутреннего воздуха отапливаемых зданий, расчетная наружная для проектирования отопления, расчетная наружная для проектирования вентиляции, средняя наружного воздуха за отопительный сезон, °С;

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 м² жилой площади [16]. ;

F – жилая площадь отапливаемых зданий, м²;

n_o – продолжительность отопительного периода, сут;

η_0 – КПД отопительной системы принимается 0,85;

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

Часовой расход газа, м³/ч, в жилых домах и на коммунально-бытовые нужды рассчитывается по формуле

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

где $Q_{\text{год}}^j$ – годовой расход газа, млн м³/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, м³/ч, на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий рассчитывается по формуле

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

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

$m_{\text{о.в.}}$ - 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

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

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 $Q_H^P = 39300 \text{ кДж/м}^3$ – 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. $\text{М}^3/\text{год}$ |
|----------------|-------------------------|-----------------------------------|--|--------------|---|
| | | | МДж | М^3 | |
| 1 | 26 | Приготовление пищи и горячей воды | 10000 | 272,8 | 7,092 |
| 2 | 78 | Приготовление пищи и горячей воды | 10000 | 272,8 | 21,277 |
| 3 | 40 | Приготовление пищи и горячей воды | 10000 | 272,8 | 10,911 |
| 4 | 52 | Приготовление пищи и горячей воды | 10000 | 272,8 | 14,184 |
| 5 | 40 | Приготовление пищи и горячей воды | 10000 | 272,8 | 10,911 |
| 6 | 56 | Приготовление пищи и горячей воды | 10000 | 272,8 | 15,276 |
| 7 | 62 | Приготовление пищи и горячей воды | 10000 | 272,8 | 16,912 |

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 | |
| 8 | 54 | Приготовление пищи и горячей воды | 10000 | 272,8 | 14,730 |
| 9 | 42 | Приготовление пищи и горячей воды | 10000 | 272,8 | 11,457 |
| 10 | 36 | Приготовление пищи и горячей воды | 10000 | 272,8 | 9,820 |
| 11 | 56 | Приготовление пищи и горячей воды | 10000 | 272,8 | 15,276 |
| 12 | 40 | Приготовление пищи и горячей воды | 10000 | 272,8 | 10,911 |
| 13 | 40 | Приготовление пищи и горячей воды | 10000 | 272,8 | 10,911 |
| 14 | 34 | Приготовление пищи и горячей воды | 10000 | 272,8 | 9,274 |
| 15 | 38 | Приготовление пищи и горячей воды | 10000 | 272,8 | 10,366 |
| 16 | 36 | Приготовление пищи | 4100 | 111,8 | 4,026 |
| 17 | 44 | Приготовление пищи | 4100 | 111,8 | 4,921 |
| 18 | 138 | Приготовление пищи и горячей воды | 10000 | 272,8 | 37,643 |
| 19 | 132 | Приготовление пищи и горячей воды | 10000 | 272,8 | 36,007 |
| 20 | 128 | Приготовление пищи и горячей воды | 10000 | 272,8 | 34,915 |
| 21 | 64 | Приготовление пищи и горячей воды | 10000 | 272,8 | 17,458 |
| 22 | 36 | Приготовление пищи и горячей воды | 10000 | 272,8 | 9,820 |
| 23 | 52 | Приготовление пищи и горячей воды | 10000 | 272,8 | 14,184 |
| 24 | 168 | Приготовление пищи и горячей воды | 10000 | 272,8 | 45,827 |
| 25 | 156 | Приготовление пищи и горячей воды | 10000 | 272,8 | 42,553 |
| 26 | 92 | Приготовление пищи и горячей воды | 10000 | 272,8 | 25,095 |
| 27 | 160 | Приготовление пищи и горячей воды | 10000 | 272,8 | 43,644 |

Из таблицы 4 видно, что годовой расход газа на коммунально-бытовые нужды составляет 505,401 тыс. м³/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 [16].

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 | 7,092 | 1800 | 3,9 |
| 2 | 21,277 | 1800 | 11,8 |
| 3 | 10,911 | 1800 | 6,1 |
| 4 | 14,184 | 1800 | 7,9 |
| 5 | 10,911 | 1800 | 6,1 |
| 6 | 15,276 | 1800 | 8,5 |
| 7 | 16,912 | 1800 | 9,4 |
| 8 | 14,730 | 1800 | 8,2 |
| 9 | 11,457 | 1800 | 6,4 |
| 10 | 9,820 | 1800 | 5,5 |
| 11 | 15,276 | 1800 | 8,5 |
| 12 | 10,911 | 1800 | 6,1 |
| 13 | 10,911 | 1800 | 6,1 |
| 14 | 9,274 | 1800 | 5,2 |
| 15 | 10,366 | 1800 | 5,8 |
| 16 | 4,026 | 1800 | 2,2 |
| 17 | 4,921 | 1800 | 2,7 |
| 18 | 37,643 | 1800 | 20,9 |
| 19 | 36,007 | 1800 | 20,0 |
| 20 | 34,915 | 1800 | 19,4 |
| 21 | 17,458 | 1800 | 9,7 |
| 22 | 9,820 | 1800 | 5,5 |
| 23 | 14,184 | 1800 | 7,9 |
| 24 | 45,827 | 1800 | 25,5 |
| 25 | 42,553 | 1800 | 23,6 |
| 26 | 25,095 | 1800 | 13,9 |
| 27 | 43,644 | 1800 | 24,2 |
| Всего | | | 281,0 |

Часовой расход газа на коммунально-бытовые нужды в с. Шила по результатам расчета из таблицы 5 равен 281 м³/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, $g = 657$ кДж/ч на 1 м² жилой площади [16].

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 |
|----------------|--|--------------------------------------|
| 1 | 520 | 52,164 |
| 2 | 1560 | 156,492 |
| 3 | 800 | 80,252 |
| 4 | 1040 | 104,328 |
| 5 | 800 | 80,252 |
| 6 | 1120 | 112,353 |
| 7 | 1240 | 124,391 |
| 8 | 1080 | 108,340 |
| 9 | 840 | 84,265 |
| 10 | 720 | 72,227 |
| 11 | 1120 | 112,353 |
| 12 | 800 | 80,252 |
| 13 | 800 | 80,252 |
| 14 | 680 | 68,214 |
| 15 | 760 | 76,240 |
| 18 | 2760 | 276,870 |
| 19 | 2640 | 264,832 |
| 20 | 2560 | 256,807 |
| 21 | 1280 | 128,404 |
| 22 | 720 | 72,227 |
| 23 | 1040 | 104,328 |
| 24 | 3360 | 337,059 |
| 25 | 3120 | 312,984 |
| 26 | 1840 | 184,580 |
| 27 | 3200 | 321,009 |
| Всего | | 3651,475 |

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 |
|----------------|--|-----------------------|--|
| 1 | 52,164 | 4478 | 11,6 |
| 2 | 156,492 | 4478 | 34,9 |
| 3 | 80,252 | 4478 | 17,9 |
| 4 | 104,328 | 4478 | 23,3 |
| 5 | 80,252 | 4478 | 17,9 |
| 6 | 112,353 | 4478 | 25,1 |
| 7 | 124,391 | 4478 | 27,8 |
| 8 | 108,340 | 4478 | 24,2 |
| 9 | 84,265 | 4478 | 18,8 |
| 10 | 72,227 | 4478 | 16,1 |
| 11 | 112,353 | 4478 | 25,1 |
| 12 | 80,252 | 4478 | 17,9 |
| 13 | 80,252 | 4478 | 17,9 |

Окончание таблицы 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 |
|----------------|--|-----------------------|--|
| 14 | 68,214 | 4478 | 15,2 |
| 15 | 76,240 | 4478 | 17,0 |
| 18 | 276,870 | 4478 | 61,8 |
| 19 | 264,832 | 4478 | 59,1 |
| 20 | 256,807 | 4478 | 57,3 |
| 21 | 128,404 | 4478 | 28,7 |
| 22 | 72,227 | 4478 | 16,1 |
| 23 | 104,328 | 4478 | 23,3 |
| 24 | 337,059 | 4478 | 75,3 |
| 25 | 312,984 | 4478 | 69,9 |
| 26 | 184,580 | 4478 | 41,2 |
| 27 | 321,009 | 4478 | 71,7 |
| Всего | | | 815,1 |

Часовой расход газа на нужды отопления и вентиляции в с. Шила по результатам расчета из таблицы 7 равен 815,1 м³/ч.

Расчет годового расхода газа потребителями, расположенными в жилой зоне с. Шила.

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

Таблица 8 – Расчет годового расхода газа потребителями, расположенными в с. Шила

| Номер квартала | Расход газа, тыс.м ³ /год | | |
|----------------|--------------------------------------|---------------------------|---------|
| | на коммунально-бытовые нужды | на отопление и вентиляцию | всего |
| 1 | 7,092 | 52,164 | 59,256 |
| 2 | 21,277 | 156,492 | 177,769 |
| 3 | 10,911 | 80,252 | 91,163 |
| 4 | 14,184 | 104,328 | 118,512 |
| 5 | 10,911 | 80,252 | 91,163 |
| 6 | 15,276 | 112,353 | 127,629 |
| 7 | 16,912 | 124,391 | 141,303 |
| 8 | 14,730 | 108,340 | 123,070 |
| 9 | 11,457 | 84,265 | 95,722 |
| 10 | 9,820 | 72,227 | 82,047 |
| 11 | 15,276 | 112,353 | 127,629 |
| 12 | 10,911 | 80,252 | 91,163 |
| 13 | 10,911 | 80,252 | 91,163 |
| 14 | 9,274 | 68,214 | 77,488 |
| 15 | 10,366 | 76,240 | 86,606 |

Окончание таблицы 8 – Расчет годового расхода газа потребителями, расположенными в с. Шила

| Номер квартала | Расход газа, тыс.м ³ /год | | |
|----------------|--------------------------------------|---------------------------|----------|
| | на коммунально-бытовые нужды | на отопление и вентиляцию | всего |
| 16 | 4,026 | 0,000 | 4,026 |
| 17 | 4,921 | 0,000 | 4,921 |
| 18 | 37,643 | 276,870 | 314,513 |
| 19 | 36,007 | 264,832 | 300,839 |
| 20 | 34,915 | 256,807 | 291,722 |
| 21 | 17,458 | 128,404 | 145,862 |
| 22 | 9,820 | 72,227 | 82,047 |
| 23 | 14,184 | 104,328 | 118,512 |
| 24 | 45,827 | 337,059 | 382,886 |
| 25 | 42,553 | 312,984 | 355,537 |
| 26 | 25,095 | 184,580 | 209,675 |
| 27 | 43,644 | 321,009 | 364,653 |
| Всего | | | 4156,876 |

Годовой расход природного газа потребителями, расположенными в с. Шила составляет 4156,876 тыс.м³/год.

Расчет часового расхода газа потребителями, расположенными в жилой зоне с. Шила.

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

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

| Номер квартала | Расход газа, м ³ /ч | | |
|----------------|--------------------------------|---------------------------|----------|
| | на коммунально-бытовые нужды | на отопление и вентиляцию | всего |
| 1 | 3,9 | 11,6 | 15,5 |
| 2 | 11,8 | 34,9 | 46,7 |
| 3 | 6,1 | 17,9 | 24,0 |
| 4 | 7,9 | 23,3 | 31,2 |
| 5 | 6,1 | 17,9 | 24,0 |
| 6 | 8,5 | 25,1 | 33,6 |
| 7 | 9,4 | 27,8 | 37,2 |
| 8 | 8,2 | 24,2 | 32,4 |
| 9 | 6,4 | 18,8 | 25,2 |
| 10 | 5,5 | 16,1 | 21,лдожб |
| 11 | 8,5 | 25,1 | 33,6 |
| 12 | 6,1 | 17,9 | 24,0 |
| 13 | 6,1 | 17,9 | 24,0 |
| 14 | 5,2 | 15,2 | 20,4 |

Окончание таблицы 9 – Расчет часового расхода газа потребителями, расположенными в п. с. Шила

| Номер квартала | Расход газа, м ³ /ч | | |
|----------------|--------------------------------|---------------------------|--------|
| | на коммунально-бытовые нужды | на отопление и вентиляцию | всего |
| 15 | 5,8 | 17,0 | 22,8 |
| 16 | 2,2 | 0,0 | 2,2 |
| 17 | 2,7 | 0,0 | 2,7 |
| 18 | 20,9 | 61,8 | 82,7 |
| 19 | 20,0 | 59,1 | 79,1 |
| 20 | 19,4 | 57,3 | 76,7 |
| 21 | 9,7 | 28,7 | 38,4 |
| 22 | 5,5 | 16,1 | 21,6 |
| 23 | 7,9 | 23,3 | 31,2 |
| 24 | 25,5 | 75,3 | 100,8 |
| 25 | 23,6 | 69,9 | 93,5 |
| 26 | 13,9 | 41,2 | 55,1 |
| 27 | 24,2 | 71,7 | 95,9 |
| Всего | | | 1096,1 |

Часовой расход природного газа потребителями, расположенными в с.

Шила составляет 1096,1 м³/ч.

1.4 Расчет потребления газа котельной ООО «Авангард»

Тепловая энергия вырабатывается в двух котлах КЕ 6,5/14 и котле ДКВР 4/13. Исходные данные к расчету приведены в таблице 2.

Годовой расхода газа в целом по котельной, млн. м³/год, определяется по формуле

$$Q_{\text{ГОД}} = \frac{3,6 \cdot D}{Q_H^P \cdot (\eta/100)} \cdot 10^3, \text{ тыс. м}^3/\text{год}, \quad (10)$$

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

Q_H^P – низшая теплота сгорания сухого газа, кДж/м³, [раздел 1.2].

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

Требуемый часовой расход газа на котел, м³/ч, определяется по формуле

$$Q_{\text{ч}} = \frac{3600 \cdot D^{\text{ч}}}{Q_H^P \cdot (\eta/100)} \cdot 10^3, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (11)$$

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

Q_H^P – низшая теплота сгорания сухого газа, кДж/м³, [раздел 1.2].

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

Расчет потребления природного газа котлам проведен по формулам (10) и (11).

Максимальный часовой расход газа составляет:

$$\text{- Котел КЕ 6,5/14 №1} \quad Q_{\text{ч}} = \frac{3600 \cdot 5,9}{36660 \cdot (85/100)} \cdot 10^3 = 681,6 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$\text{- Котел ДКВР 4/13 №2} \quad Q_{\text{ч}} = \frac{3600 \cdot 3,65}{36660 \cdot (85/100)} \cdot 10^3 = 421,7 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$\text{- Котел КЕ 6,5/14 №3} \quad Q_{\text{ч}} = \frac{3600 \cdot 5,9}{36660 \cdot (85/100)} \cdot 10^3 = 681,6 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Одновременно в работе находятся не более двух котлов, максимальный часовой расход газа в целом по котельной составляет 1363,2 м³/час.

Годовой расход газа в целом по котельной составляет

$$Q_{\text{год}} = \frac{3,6 \cdot 32200}{36660 \cdot (85/100)} \cdot 10^3 = 3720,035 \text{ тыс. м}^3/\text{год}.$$

1.5 Расчет потребления газа коммунальными объектами (хлебозаводом)

При расчете потребления газа пекарнями, скорость расхода теплоты отнесена к одной тонне продукции. При производстве хлебобулочных изделий расчеты основаны на допущении, что объем ежедневной выпечки на тысячу жителей составляет 0,6 ... 0,8 тонны.

Количество рассчитанных единиц потребления для пекарен определяется по формуле:

$$n^x = \frac{P}{1000} \cdot 365 \cdot N_i \cdot \frac{\delta^x}{100}, \text{ ед.} \quad (12)$$

где P - объем суточной выпечки на 1000 жителей, т;

N_i - численность населения, чел.

δ^x - процент охвата населения услугами хлебозавода, %.

Годовой расход газа, млн. м³/год, потребляемого хлебозаводами, определяется по формуле

$$Q_{\text{год}}^x = \frac{q^{x.} \cdot n^{x.}}{Q_H^p} \cdot 10^{-3}, \text{млн. м}^3/\text{год} \quad (13)$$

где $q^{x.}$ и $n^{x.}$ - соответственно норма расхода теплоты при выпечке хлеба и кондитерских изделий, МДж/год [16] и количество расчетных единиц данного вида потребления;

Q_H^p - низшая теплота сгорания сухого газа, кДж/м³.

Расчет количества расчетных единиц потребления для хлебозавода проводится по формуле (12) и составляет

$$n^x = \frac{0,7}{1000} \cdot 365 \cdot 1900 \cdot \frac{100}{100} = 485,5 \text{ ед.}$$

Годовой расход газа, потребляемого хлебозаводами, рассчитывается по формуле (13) и составляет

$$Q_{\text{год}}^x = \frac{2500 \cdot 485,45}{36660} \cdot 10^{-3} = 33,105 \text{ тыс. м}^3/\text{год.}$$

Часовой расход газа, м³/ч, для коммунально-бытовых предприятий рассчитывается по формуле (7) и составляет

$$Q_{\text{ч}}^x = \frac{0,033105 \cdot 10^6}{6000} = 5,5 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

1.6 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 с. Шила

| Наименование абонента | Часовой расход газа, м ³ /ч | Расход газа тыс.м ³ /год |
|--------------------------|--|-------------------------------------|
| КБП население | 281,0 | 505,401 |
| ОВ население | 815,1 | 3651,475 |
| Население | 1096,1 | 4156,876 |
| Котельная ООО «Авангард» | 1363,2 | 3720,035 |
| Хлебозавод | 5,5 | 33,105 |
| Всего | 2464,8 | 7910,016 |

1.7 Принципиальная схема газоснабжения населенного пункта

В выпускной работе предлагается двухступенчатая система газоснабжения.

Система состоит из тупиковой сети среднего давления, запитанной от ГРС, которая предполагается размещается на северо-западе от села. В селе запроектирована одна тупиковая сеть низкого давления.

Все котельная запитывается от сети среднего давления.

1.8 Выбор оптимального количества сетевых ГРП

Для подвода газа в селе проектом предусмотрен тупиковый распределительный подземный газопровод среднего давления, к которому производится присоединение трех сетевых ГРП

Из условия оптимального расстояния действия ГРП, снижающего давление со среднего до низкого, в селе предусматривается проектирование двух сетевых газорегуляторных пунктов.

1.9 Трассировка газовых сетей в населенном пункте

В районе села Шида газопроводы прокладываются под землей.

Выбор прокладки трассы газопроводов осуществляется с учетом коррозионной активности почв и наличия блуждающих токов, экономической эффективности, плотности застройки и т.

Подводы газопроводов к жилым зданиям осуществляются в нежилых помещениях, доступных для проверки и ремонта газовых систем. Желательно вводить газопроводы в общественные и жилые здания непосредственно в помещения, где установлены газовые приборы. Входы не должны проходить под фундаментами зданий и через фундаменты.

Соединение газопроводных труб выполняется на сварке. Фланцевые и резьбовые соединения предусматриваются в местах установки запорной арматуры, автоматики, контрольно-измерительных приборов, горелок и др.

Минимальные вертикальные и горизонтальные расстояния между газопроводами и зданиями, промышленной электропроводкой, конструкциями, принимаются в соответствии с действующими нормами, проектными организациями. Можно уменьшить эти расстояния в стесненных условиях. Решение об этом принимается проектной организацией с указанием дополнительных мероприятий по контролю сварных соединений, качества применяемых труб и т.п. Глубина прокладки газопроводов принимается не менее 0,8 метра до верха газопровода или футляра, допускается уменьшение до 0,6 метра в местах, где нет прохода транспорта.

Надземные газопроводы прокладываются по стенам капитальных зданий или на негорючих опорах.

В котельных для снижения давления газа проектом предлагается перед газогорелочными устройствами установить газорегуляторные установки. С учетом планировки с. Шила, для газоснабжения жилого сектора проектируются подземные кольцевые сети низкого давления, тупиковые участки сети проектируются надземными.

При газификации села Шила в центральной части прокладываются подземные газопроводы низкого давления, тупиковые участки проектируются надземными по экономическим соображениям.

1.10 Гидравлический расчет распределительной сети низкого давления

Гидравлический расчет сети низкого давления состоит из последовательных этапов.

На первом этапе, согласно принятой принципиальной схеме производят трассировку распределительной сети.

На втором этапе газовая сеть делится на участки, к которым будет подключено большое количество различных потребителей. Это могут быть отдельные стояки жилых зданий, отдельные жилые здания, коммунальные, общественные и другие потребители. Кроме того, к участкам подключены отводы для газоснабжения групп зданий. Особенность этих потребителей в том, что невозможно предсказать места их подключения к трубопроводу.

На третьем этапе определяются длины участков.

На четвертом этапе определяются диаметры газопроводов закольцованной части газовой сети.

На пятом этапе проводится гидравлический расчет 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 рассчитываются по формуле

$$\Delta p = \Delta p_{\text{ТР}} + \Delta p_{\text{М.С.}}, \text{Па} \quad (14)$$

где $\Delta p_{\text{ТР}}$ - потери давления на трение, Па;

$\Delta p_{\text{М.С.}}$ - потери давления в местных сопротивлениях, Па.

Средняя скорость движения газа в газопроводе определяются по формуле

$$w = \frac{V}{F}, \text{ м/с} \quad (15)$$

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

V - объемный расход газа, м³/ч;

F - площадь поперечного сечения участка газопровода, м².

В зависимости от скорости потока, диаметра трубы и вязкости газа его поток может быть ламинарным, т.е. является упорядоченным движением слоев, движущихся относительно друг друга, и турбулентны, когда в потоке газа возникают завихрения, от чего слои смешиваются друг с другом. Режим движения газа характеризуется величиной критерия Рейнольдса

$$Re = \frac{w \cdot D}{\nu} \quad (16)$$

где w - скорость потока газа, м/с;

D - внутренний диаметр газопровода, м;

ν - кинематическая вязкость газа, м²/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

$$p_H - p_K = 626,1 \cdot \lambda \frac{V^2}{d^5} \rho l, \text{Па}, \quad (17)$$

где p_H - давление в начале газопровода, Па;

p_K - давление в конце газопровода, Па;

λ - безразмерный коэффициент гидравлического трения;

V - объемный расход газа, м³/ч;

d - внутренний диаметр газопровода, см;

ρ - плотность газа при нормальных условиях, кг/м³;

l - длина газопровода, м.

Коэффициент гидравлического трения λ определяется в зависимости от режима течения газа по трубопроводу, характеризуемого числом Рейнольдса. Учитывают, что при определении потери давления для преодоления сил трения по формуле (14), используют объемную скорость расхода потока газа, выраженную в м³ / ч, и внутренний диаметр трубопровода, выраженный в см, подставляя эти значения в формулу (17), получаем формулу теста Рейнольдса для этих расчетных величин

$$Re = 0,0354 \frac{V}{dv} \quad (18)$$

где V - объемный расход газа, м³/ч;

d - внутренний диаметр газопровода, см;

ν - кинематическая вязкость газа, м²/с.

Турбулентное движение газа в трубопроводе может происходить как в так называемой зоне гидравлически гладких труб, так и в зоне, когда на гидравлическое сопротивление влияет неравномерность стенки. Критерием гидравлической гладкости внутренней стенки трубопровода является величина, определяемая по формуле:

$$Re \left(\frac{k}{d} \right) < 23 \quad (19)$$

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 полиэтиленовых независимо от времени эксплуатации - 0,0007 см.

При расчете газопроводов безразмерный коэффициент гидравлического трения λ определяется:

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

$$\lambda = \frac{64}{Re} \quad (20)$$

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

$$\lambda = 0,0025 \cdot \sqrt[3]{Re} \quad (21)$$

- 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 (19) и при $Re > 100000$ формуле Альтшуля (20)

$$\lambda = \frac{0,3165}{Re^{0,25}} \quad (22)$$

$$\lambda = \frac{1}{(1,82 \lg Re - 1,64)^2} \quad (23)$$

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

$$\lambda = 0,11 \left(\frac{k}{d} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25} \quad (24)$$

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

$$\Delta P = 1,1 \cdot 626,1 \cdot \lambda \frac{Q_P^2}{d^5} \rho l, \text{ Па}, \quad (25)$$

где ΔP - потери давления на рассматриваемом участке, Па;

Q_P - расчетный расход газа на участке, м³/ч;

λ - безразмерный коэффициент гидравлического трения, определяется по одной из формул (20-24) в зависимости от режима течения газа и шероховатости внутренней поверхности труб;

d - внутренний диаметр газопровода, см;

ρ - плотность газа при нормальных условиях, кг/м³;

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

$$d_P = \sqrt[n]{\frac{AB\rho Q_P^m}{\Delta P_{уд}}}, \text{ см}, \quad (26)$$

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 для полиэтиленовых труб $B = 0,0446, n = 4,75, m = 1,75$;

Q_P - расчетный расход газа на участке, м³/ч;

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

Удельные потери давления на трение определяется по формуле

$$\Delta P_{уд} = \frac{\Delta P_{ДОП}}{1,1L}, \text{ Па/м}, \quad (27)$$

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

$$Q_P = Q_T + k \cdot Q_{П}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (28)$$

где Q_P - расчетный расход газа на участке, м³/ч;

Q_T - транзитный расход газа на участке, м³/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, м³/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

$$Q_{П} = g_{уд} \cdot l, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (29)$$

где $g_{уд}$ - удельный путевой расход газа на участке, м³/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

$$g_{уд} = \frac{Q_i}{l_i}, \text{ м}^3/\text{ч}\cdot\text{м}, \quad (30)$$

где Q_i - расход газа в питающем контуре (секторе), $\text{м}^3/\text{ч}$;

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

$$Q_{T_i} = \Sigma(Q_{T_{i+1}} + Q_{П_{i+1}}), \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (31)$$

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

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

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

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 (27) и сведен в таблицу 12.

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

| Номер контура (сектора) | Квартал | | Расход газа в питающем контуре (секторе), $\text{м}^3/\text{ч}$ | Длина питающего контура (сектора), м | Удельный путевой расход газа питающего контура, $\text{м}^3/\text{ч}\cdot\text{м}$ |
|-------------------------|---------|------------------------------------|---|--------------------------------------|--|
| | номер | расход газа, $\text{м}^3/\text{ч}$ | | | |
| Сектор №1 | 11 | 33,6 | 57,6 | 850 | 0,0678 |
| | 12 | 24 | | | |
| Сектор №2 | 26 | 55,1 | 55,1 | 660 | 0,0835 |
| Сектор №3 | 4 | 31,2 | 64,8 | 660 | 0,0982 |
| | 6 | 33,6 | | | |

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

| Номер контура (сектора) | Квартал | | Расход газа в питающем контуре (секторе), м ³ /ч | Длина питающего контура (сектора), м | Удельный путевой расход газа питающего контура, м ³ /ч·м |
|-------------------------|---------|--------------------------------|---|--------------------------------------|---|
| | номер | расход газа, м ³ /ч | | | |
| Сектор №4 | 1 | 15,5 | 15,5 | 370 | 0,0419 |
| Сектор №5 | 2 | 46,7 | 46,7 | 640 | 0,0730 |
| Сектор №6 | 3 | 24 | 48 | 1060 | 0,0453 |
| | 5 | 24 | | | |
| Сектор №7 | 7 | 37,2 | 69,6 | 1050 | 0,0663 |
| | 8 | 32,4 | | | |
| Сектор №8 | 9 | 25,2 | 46,8 | 760 | 0,0616 |
| | 10 | 21,6 | | | |
| Сектор №9 | 18 | 82,7 | 82,7 | 840 | 0,0985 |
| Сектор №10 | 13 | 24 | 44,4 | 1120 | 0,0396 |
| | 14 | 20,4 | | | |
| Сектор №11 | 17 | 2,7 | 2,7 | 1040 | 0,0026 |
| Сектор №12 | 16 | 2,2 | 2,2 | 710 | 0,0031 |
| Сектор №13 | 15 | 22,8 | 22,8 | 400 | 0,0570 |
| Сектор №14 | 19 | 79,1 | 79,1 | 1160 | 0,0682 |
| Сектор №15 | 20 | 76,7 | 115,1 | 1070 | 0,1076 |
| | 21 | 38,4 | | | |
| Сектор №16 | 22 | 21,6 | 21,6 | 530 | 0,0408 |
| Сектор №17 | 24 | 100,8 | 100,8 | 1300 | 0,0775 |
| Сектор №18 | 23 | 31,2 | 31,2 | 290 | 0,1076 |
| Сектор №19 | 27 | 95,9 | 95,9 | 880 | 0,1090 |
| Сектор №20 | 25 | 93,5 | 93,5 | 1200 | 0,0779 |

Расчет путевого расхода газа в распределительных газопроводах низкого давления проведен по формуле (29) 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 |
|---------------|------------------|--|--|--|
| 1-3 | 30 | Сектор №1 | 0,0678 | 2 |
| 3-4 | 200 | Сектор №1, Сектор №8 | 0,0678+0,0616=0,1294 | 25,9 |
| 4-21 | 200 | Сектор №1, Сектор №3 | 0,0678+0,0982=0,1660 | 33,2 |
| 1-10 | 60 | Сектор №1 | 0,0678 | 4,1 |
| 10-20 | 360 | Сектор №1, Сектор №10 | 0,0678+0,0396=0,1074 | 38,7 |
| 2-19 | 60 | Сектор №2 | 0,0835 | 5,0 |
| 19-22 | 290 | Сектор №2, Сектор №19 | 0,0835+0,1090=0,1925 | 55,8 |
| 2-23 | 160 | Сектор №2 | 0,0835 | 13,4 |
| 23-24 | 150 | Сектор №2, Сектор №20 | 0,0835+0,0779=0,1614 | 24,2 |
| 4-5 | 100 | Сектор №3, Сектор №8 | 0,0982+0,0616=0,1598 | 16,0 |

Окончание таблицы 13 - Расчет путевого расхода газа

| Номер участка | Длина участка, м | Номер контура (сектора) обслуживаемым участком | Удельный путь расход газа на участке, м ³ /ч·м | Путевой расход газа, м ³ /ч |
|---------------|------------------|--|---|--|
| 5-6 | 170 | Сектор №3, Сектор №7 | 0,0982+0,0663=0,1645 | 28,0 |
| 6-7 | 50 | Сектор №3, Сектор №6 | 0,0982+0,0453=0,1435 | 7,2 |
| 7-25 | 140 | Сектор №3, Сектор №4 | 0,0982+0,0419=0,1401 | 19,6 |
| 7-8 | 90 | Сектор №4, Сектор №6 | 0,0419+0,0453=0,0872 | 7,8 |
| 8-26 | 140 | Сектор №4, Сектор №5 | 0,0419+0,0730=0,1149 | 16,1 |
| 8-9 | 500 | Сектор №5, Сектор №6 | 0,0730+0,0453=0,1183 | 59,1 |
| 6-27 | 420 | Сектор №6, Сектор №7 | 0,0453+0,0663=0,1116 | 46,9 |
| 5-28 | 460 | Сектор №7, Сектор №8 | 0,0663+0,0616=0,1279 | 58,8 |
| 11-12 | 40 | Сектор №9, Сектор №10 | 0,0985+0,0396=0,1381 | 5,5 |
| 12-13 | 90 | Сектор №9, Сектор №10 | 0,0985+0,0396=0,1381 | 12,4 |
| 13-14 | 310 | Сектор №9, Сектор №11 | 0,0985+0,0026=0,1011 | 31,3 |
| 14-29 | 400 | Сектор №9, Сектор №14 | 0,0985+0,0682=0,1667 | 66,7 |
| 10-11 | 130 | Сектор №10 | 0,0396 | 5,2 |
| 13-30 | 330 | Сектор №10, Сектор №11 | 0,0396+0,0026=0,0422 | 13,9 |
| 30-31 | 90 | Сектор №10, Сектор №12 | 0,0396+0,0031=0,0427 | 3,8 |
| 31-32 | 80 | Сектор №10, Сектор №13 | 0,0396+0,0570=0,0966 | 7,7 |
| 14-15 | 30 | Сектор №11, Сектор №14 | 0,0026+0,0682=0,0708 | 2,1 |
| 15-33 | 70 | Сектор №11, Сектор №17 | 0,0026+0,0775=0,0801 | 5,6 |
| 30-34 | 300 | Сектор №12, Сектор №12 | 0,0026+0,0031=0,0057 | 1,7 |
| 31-35 | 320 | Сектор №12, Сектор №13 | 0,0031+0,0570=0,0601 | 19,2 |
| 15-16 | 130 | Сектор №14, Сектор №17 | 0,0682+0,0775=0,1457 | 18,9 |
| 16-36 | 270 | Сектор №14, Сектор №15 | 0,0682+0,1076=0,1758 | 47,5 |
| 36-37 | 330 | Сектор №14, Сектор №15 | 0,0682+0,1076=0,1758 | 58,0 |
| 16-17 | 60 | Сектор №15, Сектор №17 | 0,1076+0,0755=0,1831 | 11,1 |
| 17-38 | 80 | Сектор №15, Сектор №18 | 0,1076+0,1076=0,2152 | 17,2 |
| 38-39 | 330 | Сектор №15, Сектор №16 | 0,1076+0,0408=0,1484 | 48,9 |
| 18-38 | 100 | Сектор №16, Сектор №18 | 0,0408+0,1076=0,1484 | 14,8 |
| 18-40 | 100 | Сектор №16, Сектор №19 | 0,0408+0,1090=0,1498 | 15,0 |
| 17-41 | 110 | Сектор №17, Сектор №18 | 0,0775+0,1076=0,1851 | 20,4 |
| 41-42 | 460 | Сектор №17 | 0,0775 | 35,7 |
| 33-43 | 470 | Сектор №17 | 0,0775 | 36,4 |
| 18-19 | 130 | Сектор №19 | 0,1090 | 14,2 |
| 40-44 | 360 | Сектор №19 | 0,1090 | 39,2 |
| 24-46 | 270 | Сектор №20 | 0,0779 | 21,0 |
| 23-47 | 380 | Сектор №20 | 0,0779 | 29,6 |
| 47-48 | 400 | Сектор №20 | 0,0779 | 31,2 |

Расчет транзитного расхода газа в распределительных газопроводах низкого давления проведен по формуле (31) 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 | Транзитный расход газа, м ³ /ч |
|---------------|--|--|---|
| 1-3 | 2,0 | 3-4 | 25,9+292,6=318,5 |
| 3-4 | 25,9 | 4-5, 4-21 | 16,0+243,5+33,2=292,6 |
| 4-21 | 33,2 | нет | 0 |
| 1-10 | 4,1 | 10-11, 10-20 | 5,2+242,1+38,7=285,9 |
| 10-20 | 38,7 | нет | 0 |
| 2-19 | 5,0 | 18-19, 19-22 | 14,2+296,7+55,8=366,7 |
| 19-22 | 55,8 | нет | 0 |
| 2-23 | 13,4 | 23-24, 23-47 | 24,2+21,0+29,6+31,2=106,0 |
| 23-24 | 24,2 | 24-46 | 21,0 |
| 4-5 | 16,0 | 5-6, 5-28 | 28,0+156,7+58,8=243,5 |
| 5-6 | 28,0 | 6-7, 6-27 | 7,2+102,7+46,9=156,7 |
| 6-7 | 7,2 | 7-8, 7-25 | 7,8+75,2+19,6=102,7 |
| 7-25 | 19,6 | нет | 0 |
| 7-8 | 7,8 | 8-9, 8-26 | 59,1+16,1=75,2 |
| 8-26 | 16,1 | нет | 0 |
| 8-9 | 59,1 | нет | 0 |
| 6-27 | 46,9 | нет | 0 |
| 5-28 | 58,8 | нет | 0 |
| 11-12 | 5,5 | 12-13, 12-П | 12,4+218,6+5,5=236,6 |
| 12-13 | 12,4 | 13-14, 13-30 | 31,3+140,9+13,9+32,5=218,6 |
| 13-14 | 31,3 | 14-29, 14-15 | 66,7+2,1+72,1=140,9 |
| 14-29 | 66,7 | нет | 0 |
| 10-11 | 5,2 | 11-12 | 5,5+236,6=242,1 |
| 13-30 | 13,9 | 30-31, 30-34 | 3,8+27,0+1,7=32,5 |
| 30-31 | 3,8 | 31-35, 31-32 | 19,2+7,7=27,0 |
| 31-32 | 7,7 | нет | 0 |
| 14-15 | 2,1 | 15-16, 15-33 | 18,9+11,1+5,6+36,4=72,1 |
| 15-33 | 5,6 | 33-43 | 36,4 |
| 30-34 | 1,7 | нет | 0 |
| 31-35 | 19,2 | нет | 0 |
| 15-16 | 18,9 | k*16-36 | 0,105*(47,5+58,0)=11,1 |
| 16-36 | 47,5 | 36-37 | 58,0 |
| 36-37 | 58,0 | нет | 0 |
| 16-17 | 11,1 | k*16-36 | 0,895*(47,5+58,0)= 94,4 |
| 17-38 | 17,2 | 16-17, 17-41 | 11,1+94,4+20,4+35,7=161,5 |
| 38-39 | 48,9 | нет | 0 |
| 18-38 | 14,8 | 17-38, 38-39 | 17,2+161,5+48,9=227,7 |
| 18-40 | 15,0 | 40-44 | 39,2 |
| 17-41 | 20,4 | 41-42 | 35,7 |

Окончание 14 - Расчет транзитного расхода газа

| Номер участка | Путевой расход газа, м ³ /ч | Номер участка для определения транзитного расхода газа | Транзитный расход газа, м ³ /ч |
|---------------|--|--|---|
| 41-42 | 35,7 | нет | 0 |
| 33-43 | 36,4 | нет | 0 |
| 18-19 | 14,2 | 18-38,18-40 | 14,8+227,7+15,0+39,2=296,7 |
| 40-44 | 39,2 | нет | 0 |
| 24-46 | 21,0 | нет | 0 |
| 23-47 | 29,6 | 47-48 | 31,2 |
| 47-48 | 31,2 | нет | 0 |
| 12-П | | | 5,5 |

При выполнении гидравлического расчета сети низкого давления, если сеть обслуживают несколько ГРП, необходимо учитывать, чтобы давление газа в узловых точках слияния потоков газа, идущих от разных ГРП, было одинаковым. Этого можно добиться, только изменяя нагрузку на ГРП (уменьшая или увеличивая), при этом общий расход газа на сеть должен оставаться постоянным. Изменение нагрузки на ГРП влияет как на транзитный, так и на расчетный расход газа на участках.

Расчетный расход газа на участках слияния потоков газа от разных ГРП определяется по формуле

$$Q_P = Q_T + k_{II} \cdot Q_{II} + (\pm k_D Q_T), \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (32)$$

где Q_P - расчетный расход газа на участке слияния потоков газа от разных ГРП, м³/ч;

Q_T - транзитный расход газа на участке, м³/ч;

k_{II} - поправочный коэффициент к путевому расходу газа, учитывающий что в начале участка значение путевого расхода газа составляет 100% от Q_{II} , а в конце участка 0% от Q_{II} ;

Q_{II} - путевой расход газа на участке, м³/ч.

k_D - поправочный коэффициент к транзитному расходу газа, для увязки давлений газа в узловых точках, определяется путем математического (компьютерного) моделирования работы газовой сети низкого давления.

Согласно схеме распределения потоков газа, приведенной в приложении А, 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 |
|---------------|--|---------|---|--|
| 1-3 | 2,0 | 0,55 | 318,5 | 319,6 |
| 3-4 | 25,9 | 0,55 | 292,6 | 306,9 |
| 4-21 | 33,2 | 0,55 | 0 | 18,3 |
| 1-10 | 4,1 | 0,55 | 285,9 | 288,1 |
| 10-20 | 38,7 | 0,55 | 0 | 21,3 |
| 2-19 | 5,0 | 0,55 | 366,7 | 369,5 |
| 19-22 | 55,8 | 0,55 | 0 | 30,7 |
| 2-23 | 13,4 | 0,55 | 106,0 | 113,4 |
| 23-24 | 24,2 | 0,55 | 21,0 | 34,4 |
| 4-5 | 16,0 | 0,55 | 243,5 | 252,3 |
| 5-6 | 28,0 | 0,55 | 156,7 | 172,1 |
| 6-7 | 7,2 | 0,55 | 102,7 | 106,6 |
| 7-25 | 19,6 | 0,55 | 0 | 10,8 |
| 7-8 | 7,8 | 0,55 | 75,2 | 79,5 |
| 8-26 | 16,1 | 0,55 | 0 | 8,8 |
| 8-9 | 59,1 | 0,55 | 0 | 32,5 |
| 6-27 | 46,9 | 0,55 | 0 | 25,8 |
| 5-28 | 58,8 | 0,55 | 0 | 32,3 |
| 11-12 | 5,5 | 0,55 | 236,6 | 239,6 |
| 12-13 | 12,4 | 0,55 | 218,6 | 225,5 |
| 13-14 | 31,3 | 0,55 | 140,9 | 158,1 |
| 14-29 | 66,7 | 0,55 | 0 | 36,7 |
| 10-11 | 5,2 | 0,55 | 242,1 | 244,9 |
| 13-30 | 13,9 | 0,55 | 32,5 | 40,2 |
| 30-31 | 3,8 | 0,55 | 27,0 | 29,1 |
| 31-32 | 7,7 | 0,55 | 0 | 4,3 |
| 14-15 | 2,1 | 0,55 | 72,1 | 73,2 |
| 15-33 | 5,6 | 0,55 | 36,4 | 39,5 |
| 30-34 | 1,7 | 0,55 | 0 | 0,9 |
| 31-35 | 19,2 | 0,55 | 0 | 10,6 |

Окончание таблицы 15 - Определение расчетного расхода газа

| Номер участка | Путевой расход газа, м ³ /ч | <i>кп</i> | Транзитный расход газа, м ³ /ч | Расчетный расход газа, м ³ /ч |
|---------------|--|-----------|---|--|
| 15-16 | 18,9 | 0,55 | 11,1 | 21,5 |
| 16-36 | 47,5 | 0,55 | 58,0 | 84,1 |
| 36-37 | 58,0 | 0,55 | 0 | 31,9 |
| 16-17 | 11,1 | 0,55 | 94,4 | 100,5 |
| 17-38 | 17,2 | 0,55 | 161,5 | 171,0 |
| 38-39 | 48,9 | 0,55 | 0 | 26,9 |
| 18-38 | 14,8 | 0,55 | 227,7 | 235,8 |
| 18-40 | 15,0 | 0,55 | 39,2 | 47,5 |
| 17-41 | 20,4 | 0,55 | 35,7 | 46,9 |
| 41-42 | 35,7 | 0,55 | 0 | 19,6 |
| 33-43 | 36,4 | 0,55 | 0 | 20,0 |
| 18-19 | 14,2 | 0,55 | 296,7 | 304,5 |
| 40-44 | 39,2 | 0,55 | 0 | 21,6 |
| 24-46 | 21,0 | 0,55 | 0 | 11,6 |
| 23-47 | 29,6 | 0,55 | 31,2 | 47,5 |
| 47-48 | 31,2 | 0,55 | 0 | 17,1 |
| 12-П | 0,0 | 0,55 | 5,5 | 5,5 |

Таблица 16 - Гидравлический расчет

| Номер участка | l , м | $d_n \times s$, мм | Q_p , м ³ /ч | Re | λ | ΔP , Па | P_H , кПа | P_K , кПа |
|---------------|---------|------------------------------|---------------------------|-------|-----------|-----------------|-------------|-------------|
| 1-3 | 30 | ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-180x8 (164) | 319,6 | 49635 | 0,0232 | 32 | 5,000 | 4,968 |
| 3-4 | 200 | ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-180x8 (164) | 306,9 | 47653 | 0,0234 | 197 | 4,968 | 4,771 |
| 4-21 | 200 | ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-60x5 (50) | 18,3 | 9298 | 0,0322 | 364 | 4,771 | 4,407 |
| 1-10 | 60 | ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-180x8 (164) | 288,1 | 44746 | 0,0236 | 53 | 5,000 | 4,947 |
| 10-20 | 360 | ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-60x5 (50) | 21,3 | 10832 | 0,0310 | 857 | 4,947 | 4,090 |
| 2-19 | 60 | ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-180x8 (164) | 369,5 | 57373 | 0,0226 | 83 | 5,000 | 4,917 |
| 19-22 | 290 | ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-70x5 (60) | 30,7 | 13030 | 0,0296 | 552 | 4,917 | 4,365 |
| 2-23 | 160 | ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-114x5 (104) | 113,4 | 27762 | 0,0266 | 238 | 5,000 | 4,762 |
| 23-24 | 150 | ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-60x5 (50) | 34,4 | 17498 | 0,0305 | 915 | 4,762 | 3,846 |
| 4-5 | 100 | ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-159x5 (149) | 252,3 | 43117 | 0,0240 | 110 | 4,771 | 4,661 |
| 5-6 | 170 | ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-140x5 (130) | 172,1 | 33710 | 0,0253 | 182 | 4,661 | 4,480 |
| 6-7 | 50 | ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-127x5 (117) | 106,6 | 23206 | 0,0256 | 35 | 4,480 | 4,444 |
| 7-25 | 140 | ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-60x5 (50) | 10,8 | 5494 | 0,0368 | 102 | 4,444 | 4,343 |
| 7-8 | 90 | ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-108x5 (98) | 79,5 | 20666 | 0,0264 | 88 | 4,444 | 4,356 |
| 8-26 | 140 | ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-60x5 (50) | 8,8 | 4505 | 0,0386 | 72 | 4,356 | 4,285 |
| 8-9 | 500 | ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-89x5 (79) | 32,5 | 10483 | 0,0313 | 285 | 4,356 | 4,071 |
| 6-27 | 420 | ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-70x5 (60) | 25,8 | 10939 | 0,0309 | 589 | 4,480 | 3,891 |
| 5-28 | 460 | ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-76x5 (66) | 32,3 | 12483 | 0,0299 | 610 | 4,661 | 4,051 |
| 11-12 | 40 | ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-180x8 (164) | 239,6 | 37207 | 0,0228 | 23 | 4,863 | 4,839 |
| 12-13 | 90 | ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-180x8 (164) | 225,5 | 35013 | 0,0231 | 47 | 4,839 | 4,792 |
| 13-14 | 310 | ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-180x8 (164) | 158,1 | 24548 | 0,0253 | 88 | 4,792 | 4,704 |
| 14-29 | 400 | ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-76x5 (66) | 36,7 | 14147 | 0,0290 | 660 | 4,704 | 4,044 |
| 10-11 | 130 | ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-180x8 (164) | 244,9 | 38034 | 0,0243 | 85 | 4,947 | 4,863 |
| 13-30 | 330 | ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-89x5 (79) | 40,2 | 12954 | 0,0297 | 272 | 4,792 | 4,519 |

Окончание таблицы 16 - Гидравлический расчет

| Номер участка | l , м | $d_n \times s$, мм | Q_p , м ³ /ч | Re | λ | ΔP , Па | P_H , кПа | P_K , кПа |
|---------------|---------|------------------------------|---------------------------|-------|-----------|-----------------|-------------|-------------|
| 30-31 | 90 | ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-60x5 (50) | 29,1 | 14811 | 0,0313 | 405 | 4,519 | 4,115 |
| 31-32 | 80 | ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-60x5 (50) | 4,3 | 2166 | 0,0323 | 8 | 4,115 | 4,107 |
| 14-15 | 30 | ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-180x8 (164) | 73,2 | 11373 | 0,0306 | 2 | 4,704 | 4,702 |
| 15-33 | 70 | ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-76x5 (66) | 39,5 | 15253 | 0,0306 | 142 | 4,702 | 4,559 |
| 30-34 | 300 | ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-60x5 (50) | 0,9 | 479 | 0,1337 | 6 | 4,519 | 4,513 |
| 31-35 | 320 | ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-60x5 (50) | 10,6 | 5388 | 0,0369 | 224 | 4,115 | 3,890 |
| 15-16 | 130 | ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-180x8 (164) | 21,5 | 3338 | 0,0374 | 1 | 4,702 | 4,701 |
| 16-36 | 270 | ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-102x5 (92) | 84,1 | 23281 | 0,0277 | 425 | 4,701 | 4,275 |
| 36-37 | 330 | ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-76x5 (66) | 31,9 | 12310 | 0,0300 | 427 | 4,275 | 3,848 |
| 16-17 | 60 | ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-180x8 (164) | 100,5 | 15605 | 0,0283 | 8 | 4,701 | 4,708 |
| 17-38 | 80 | ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-180x8 (164) | 171,0 | 26553 | 0,0248 | 26 | 4,734 | 4,708 |
| 38-39 | 330 | ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-70x5 (60) | 26,9 | 11427 | 0,0306 | 499 | 4,734 | 4,235 |
| 18-38 | 100 | ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-180x8 (164) | 235,8 | 36624 | 0,0229 | 57 | 4,791 | 4,734 |
| 18-40 | 100 | ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-76x5 (66) | 47,5 | 18316 | 0,0296 | 282 | 4,791 | 4,509 |
| 17-41 | 110 | ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-89x5 (79) | 46,9 | 15109 | 0,0285 | 119 | 4,734 | 4,615 |
| 41-42 | 460 | ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-70x5 (60) | 19,6 | 8327 | 0,0331 | 400 | 4,615 | 4,215 |
| 33-43 | 470 | ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-70x5 (60) | 20,0 | 8508 | 0,0329 | 424 | 4,559 | 4,135 |
| 19-18 | 130 | ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-180x8 (164) | 304,5 | 47288 | 0,0234 | 126 | 4,917 | 4,791 |
| 40-44 | 360 | ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-70x5 (60) | 21,6 | 9159 | 0,0323 | 370 | 4,509 | 4,139 |
| 24-46 | 270 | ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-89x5 (79) | 11,6 | 3730 | 0,0388 | 24 | 3,846 | 3,822 |
| 23-47 | 380 | ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-89x5 (79) | 47,5 | 15297 | 0,0285 | 420 | 4,762 | 4,342 |
| 47-48 | 400 | ПЭ 80 ГАЗ CDR 11-70x5 (60) | 17,1 | 7276 | 0,0343 | 275 | 4,342 | 4,068 |

1.11 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 расхода газа, проходящего по участку, и перепада квадрата давления на участке, $\text{кПа}^2/\text{м}$, которое определяется по формуле

$$(p_H^2 - p_K^2)_{\text{уч}} = 1,1 \cdot 1,2687 \cdot 10^{-4} \cdot \lambda \cdot \frac{Q_{\text{уч}}^2}{d^5} \cdot p l_{\text{уч}}, \text{ МПа}^2 \quad (33)$$

где λ - безразмерный коэффициент гидравлического трения;

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

d - внутренний диаметр участка газопровода, см;

p - плотность газа при нормальных условиях, $\text{кг}/\text{м}^3$;

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

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

$$p_{\text{к.уч}} > p_{\text{к}} \quad (34)$$

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

$$p_{\text{к.уч}} = \sqrt{p_{\text{н.уч}}^2 - (p_{\text{н}}^2 - p_{\text{к}}^2)_{\text{уч}}} \quad (35)$$

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

$(p_{\text{н}}^2 - p_{\text{к}}^2)_{\text{уч}}$ – потери квадрата давления газа на участке, кПа^2 .

Давление газа перед ответвлением, кПа, рассчитывается по формуле

$$p_{н.уч} = \sqrt{p_H^2 - \sum \Delta P_C} \quad (36)$$

где p_H – начальное давление газа после головного ГРП, кПа;

$\sum \Delta P_C$ – суммарные потери квадрата давления по ходу движения газа в распределительной газовой сети, кПа².

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

Расчет ориентировочного диаметра ответвлений производится по формуле

$$d_p^{отв} = \sqrt[n]{\frac{ABpQ_{отв}^m}{\Delta P_{уд}}} \text{ см} \quad (37)$$

где $d_p^{отв}$ – 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/м³;

$Q_{отв}$ – расход газа, проходящий по ответвлению, м³/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

$$A = 6,34 \cdot 10^{-5} / p_{н.отв} \quad (38)$$

где $p_{н.отв}$ – начальное давление газа в ответвлении, МПа;

Удельные потери давления на трение определяется по формуле

$$\Delta P_{уд} = \frac{\Delta P_{доп}}{1,1l_{отв}}, \text{ МПа/м}, \quad (39)$$

где $\Delta P_{уд}$ – 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

$$\Delta P_{\text{доп}} = P_{\text{н.отв}} - P_{\text{к}}, \text{ МПа} \quad (40)$$

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

$$p_{\text{к.отв}} - p_{\text{к}} > 0, \quad (41)$$

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 |
| ГРС-1 | 133x5 (123) | 350 | 2464,8 | 510346 | 0,0193 | 0,0157 | 0,250 | 0,216 |
| 1-2 | 133x5 (123) | 1050 | 1973,7 | 408664 | 0,0195 | 0,0304 | 0,216 | 0,128 |
| 2-3 | 102x5 (92) | 90 | 1363,2 | 377364 | 0,0208 | 0,0057 | 0,128 | 0,104 |
| 2-ГРП №1 | 70x5 (60) | 80 | 610,5 | 259137 | 0,0231 | 0,0095 | 0,128 | 0,083 |
| 1-ГРП №2 | 60x5 (50) | 30 | 491,1 | 250138 | 0,0240 | 0,0060 | 0,216 | 0,202 |

1.12 Подбор газорегуляторных пунктов и газорегуляторных установок

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

С учетом планировки села Шила, из условия оптимального расстояния действия ГРП, в селе проектируются два сетевых газорегуляторных пункта.

В зависимости от величины давления газа на входе в ГРП они подразделяются на ГРП среднего давления с давлением газа до 0,3 МПа и ГРП высокого давления с давлением газа более 0,3-1,2 МПа.

На основании приведенных выше расчетов данные для выбора 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 | 25 | 2464,8 |
| ГРП №1 | 202 | 5 | 491,1 |
| ГРП №2 | 83 | 5 | 610,5 |
| Котельная ООО «Авангард» | 104 | 30 | 1363,2 |

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

– ГРУ Котельная ООО «Авангард» – газорегуляторная установка с регулятором давления РДУК-2В-100;

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

– ГРП №1 – блочный газорегуляторный пункт с регулятором давления

РД-50;

– ГРП №2 – 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, РДУК-2В-100, стабильно работают с коэффициентом загрузки $K_3=10\div 80\%$, который определяется по формуле

$$K_3 = \frac{Q_P}{Q_{max}} \cdot 100 \quad (42)$$

где Q_P – расчетная пропускная способность регулятора ($\text{м}^3/\text{ч}$), определяется по формулам:

$$\text{При } \left(\frac{p_2}{p_1} > 0,5\right) Q_P = 0,031 Q_{\Pi} \sqrt{\frac{\Delta p \cdot p_2}{p_{\Gamma}}}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (43)$$

$$\text{При } \left(\frac{p_2}{p_1} < 0,5\right) Q_P = 0,0157 Q_{\Pi} \frac{p_1}{\sqrt{p_{\Gamma}}}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (44)$$

где Q_{Π} – 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_{Γ} – плотность газа, $\text{кг}/\text{м}^3$.

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

Максимальная пропускная способность регуляторов давления РДУК-2, $\text{м}^3/\text{ч}$, определяется по формуле

$$Q_{max} = 1,595 \cdot f \cdot \varphi \cdot K \cdot p_1 \cdot \sqrt{\frac{1}{\rho_r}} \quad (45)$$

Где f – площадь седла клапана регулятора давления (за вычетом площади штока), см²;

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;

ρ_r – плотность газа, кг/м³.

Регуляторы давления РД-50М стабильно работают с коэффициентом загрузки $K_3=10 \div 80\%$, который определяется по формуле

$$K_3 = \frac{Q}{Q_p} 100, \quad (46)$$

где Q – требуемая пропускная способность регулятора, м³/ч;

Q_p – расчетная пропускная способность регулятора, м³/ч.

На выбор регулятора давления РД-50 влияет перепад давления в дроссельном органе. При малых перепадах происходит докритическое истечение газа ($p_2/p_1 > 0,5$), а при определенном перепаде наступает критическое истечение газа ($p_2/p_1 < 0,5$), когда скорость газа равна скорости звука в газовой среде, где p_1 – абсолютное давление газа на входе, кПа, p_2 – абсолютное давление газа на выходе, кПа.

Расчетная пропускная способность регуляторов давления газа РД-32М и РД-50М определяется по формулам

$$\text{при } (p_2/p_1 > 0,5) \quad Q_p = 0,031 Q_{II} \sqrt{\frac{\Delta p \cdot p_2}{\rho_r}}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (47)$$

$$\text{при } (p_2/p_1 < 0,5) \quad Q_p = 0,0157 Q_{II} \frac{p_1}{\sqrt{\rho_r}}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (48)$$

где Q_{II} – 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;

$\rho_{г}$ – плотность газа, кг/м³.

ГРУ котельной ООО «Авангард» – регулятор РДУК-2В-100

Расчетный расход газа – 1363 м³/ч.

Избыточное давление газа до регулятора 104 кПа, абсолютное давление газа на входе 205 кПа.

Избыточное давление газа после регулятора 30 кПа, абсолютное давление газа на выходе 131 кПа.

Площадь седла клапана регулятора давления – 38,4 см².

Коэффициент расхода – 0,4.

Плотность газа – 0,770 кг/м³.

При $p_2/p_1 = 131/205 = 0,64$, $\varphi = 0,46$.

Максимальная пропускная способность регулятора давления РДУК-2В-100 рассчитывается по формуле (45) и составляет:

$$Q_{max} = 1,595 \cdot 38,4 \cdot 0,46 \cdot 0,4 \cdot 205 \cdot \sqrt{\frac{1}{0,770}} = 2658 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Коэффициент регулятора давления РДУК-2В-100 рассчитывается по формуле (46) и составляет:

$$K_3 = \frac{1363}{2568} \cdot 100 = 51,29\%$$

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-100.

ГРС – регулятор РДУК-2В-50

Расчетный расход газа – 2465 м³/ч.

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

Избыточное давление газа после регулятора 250 кПа, абсолютное давление газа на выходе 351 кПа.

Площадь седла клапана регулятора давления – 9,6 см².

Коэффициент расхода – 0,6.

Плотность газа – 0,770 кг/м³.

При $p_2/p_1 = 351/701 = 0,50$, $\varphi = 0,47$.

Максимальная пропускная способность регулятора давления РДУК-2В-50 рассчитывается по формуле (45) и составляет:

$$Q_{max} = 1,595 \cdot 9,6 \cdot 0,47 \cdot 0,6 \cdot 701 \cdot \sqrt{\frac{1}{0,770}} = 3470 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Коэффициент регулятора давления РДУК-2В-50 рассчитывается по формуле (42) и составляет:

$$K_3 = \frac{2465}{3470} \cdot 100 = 71,04\%$$

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

ГРП №1 – регулятор РД-50М

Расчетный расход газа – 610,5 м³/ч.

Избыточное давление газа до регулятора 83 кПа, абсолютное давление газа на входе 185 кПа.

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

Плотность газа – 0,770 кг/м³.

При давлении газа до регулятора $p_1=185$ кПа и расчетном расходе газа $Q=610,5$ м³/ч, выбираем регулятор давления РД-50М, диаметром седла клапана 20 мм. Паспортная производительность регулятора $Q_{II} =408$ м³/ч (данные получены при помощи интерполяции).

Расчетная пропускная способность клапана рассчитывается по формуле (47) и составляет

$$Q_p = 0,031 \cdot 408 \cdot \sqrt{\frac{185}{0,770}} = 1315 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Коэффициент регулятора давления РД-50М рассчитывается по формуле (46) и составляет

$$K_3 = \frac{610,5}{1315} \cdot 100 = 46,43 \text{ \%}.$$

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.

ГРП №2 – регулятор РД-50М

Расчетный расход газа – 491,1 м³/ч.

Избыточное давление газа до регулятора 202 кПа, абсолютное давление газа на входе 303 кПа.

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

Плотность газа – 0,770 кг/м³.

При давлении газа до регулятора $p_1=202$ кПа и расчетном расходе газа $Q=491,1$ м³/ч, выбираем регулятор давления РД-50М, диаметром седла клапана 11 мм. Паспортная производительность регулятора $Q_{II}=227$ м³/ч .

Расчетная пропускная способность клапана рассчитывается по формуле (47) и составляет

$$Q_p = 0,0157 \cdot 491,1 \cdot \sqrt{\frac{303}{0,770}} = 1232 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Коэффициент регулятора давления РД-50М рассчитывается по формуле (46) и составляет

$$K_z = \frac{491,1}{1232} \cdot 100 = 39,85 \%$$

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 разрешения на право проведения земляных работ на территории села. 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.

Первоначальным этапом подготовительных работ является разметка участка, которую исполняет представитель подготовки производства. Разметку трассы ведут от существующего ГРП или газопровода, от красных линий застроек. Разбивка заключается в закреплении на местности контуров трассы металлическими штырями или деревянными кольями длиной 500мм, диаметр 14-16мм в проектных точках на расстоянии 100-150 метров. Вскрытие различных инженерных коммуникаций, пересекаемых трубопроводами, должно осуществляться в присутствии представителей заинтересованных организаций. При этом должны приниматься меры к сохранению от повреждений вскрытых коммуникаций. За правильность разбивки трассы отвечает монтажная организация.

2.2 Земляные работы

Земляные работы по прокладке траншей и котлованов осуществляют после разметки трассы газопроводов. Должны быть определены ограничения границ разработки траншей или котлованов с установкой указывающих знаков о наличии на данном участке трассы подземных коммуникаций.

Прокладка траншей выполняется параллельно с другими работами по укладке или перекладке газопровода.

Приемки для сварки не вращающихся соединений, а также ямы для установки сборщиков конденсата и других устройств на газопроводе должны быть выкопаны 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 составленным заявкам по спецификациям. Арматуру, трубы, сварочные и изоляционные материалы, используемые для строительства систем газоснабжения, должны сопровождаться сертификатами заводов-изготовителей, подтверждающие соответствие требованиям технических условий или государственных стандартов.

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

На каждое оборудование 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 должна быть подготовлена постель под газопровод и проверен уклон дна траншеи. Газопровод петлями укладывают на петли и при помощи двух автокранов 15-20м опускают в траншею, укладывая петлю 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 газопровода на прочность и плотность, должны производиться в присутствии представителей заказчика и предприятия газового хозяйства, строительно-монтажной организацией, 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 ГОСТ Ш-29-76 "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

Завершенный объект передается приемочной комиссии. В его состав входят: представитель генерального подрядчика, заказчик, эксплуатирующая организация, представитель Госгортехнадзора Российской Федерации, представитель проектной организации.

Генеральный подрядчик на объект системы газоснабжения представляет приемочной комиссии в 1-м экземпляре исполнительную документацию:

- сертификаты заводов изготовителей на трубы, фасонные части, сварочные и изоляционные материалы;
- набор рабочих чертежей со всеми согласованиями и изменениями;
- технические паспорта производителей на оборудование, покрытия, изоляционные фланцы, фитинги (более 100 мм), инструкции производителей по эксплуатации оборудования и приборов;
- акт о разделении и передаче трассы;
- паспорт строительства газопровода и протокол контроля качества сварных соединений и испытаний газопроводов;
- журнал работ.
- акты приемки установок, скрытых и специальных работ.

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

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной бакалаврской работе рассмотрена комплексная газификация села Шила, Сухобузимского района расход газа 505,401 тыс. м³/год.

Расчеты велись на основании расчетных почасовых и годовых расходов стоимости 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 всех норм и правил современного проекта, с учетом требований энергосберегающих мероприятий.

Инженерные решения были основаны на выборе оптимального варианта организации систем газоснабжения сельских территорий с учетом современных 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.

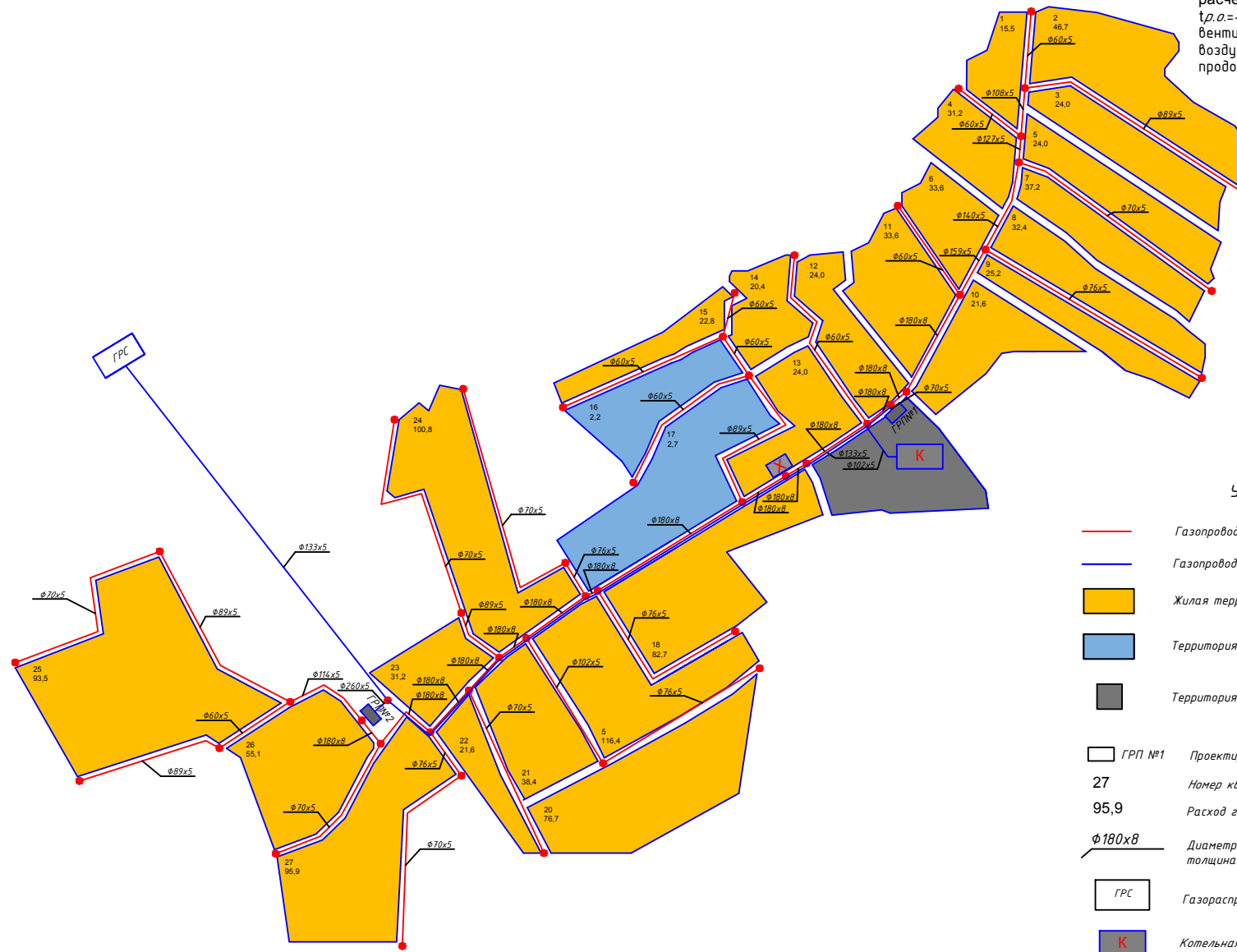
14. Газоснабжение. Гидравлический расчет распределительных газовых сетей низкого давления: учеб.-метод. пособие [для студентов напр. подг. 08.03.01 «Строительство» спец. 08.03.01.00.05 «Теплогазоснабжение и вентиляция»]/Сиб. федер. ун-т, Инж.-строит. ин-т ; сост.: И. Б. Оленев, А.И. Авласевич. - 2019

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.

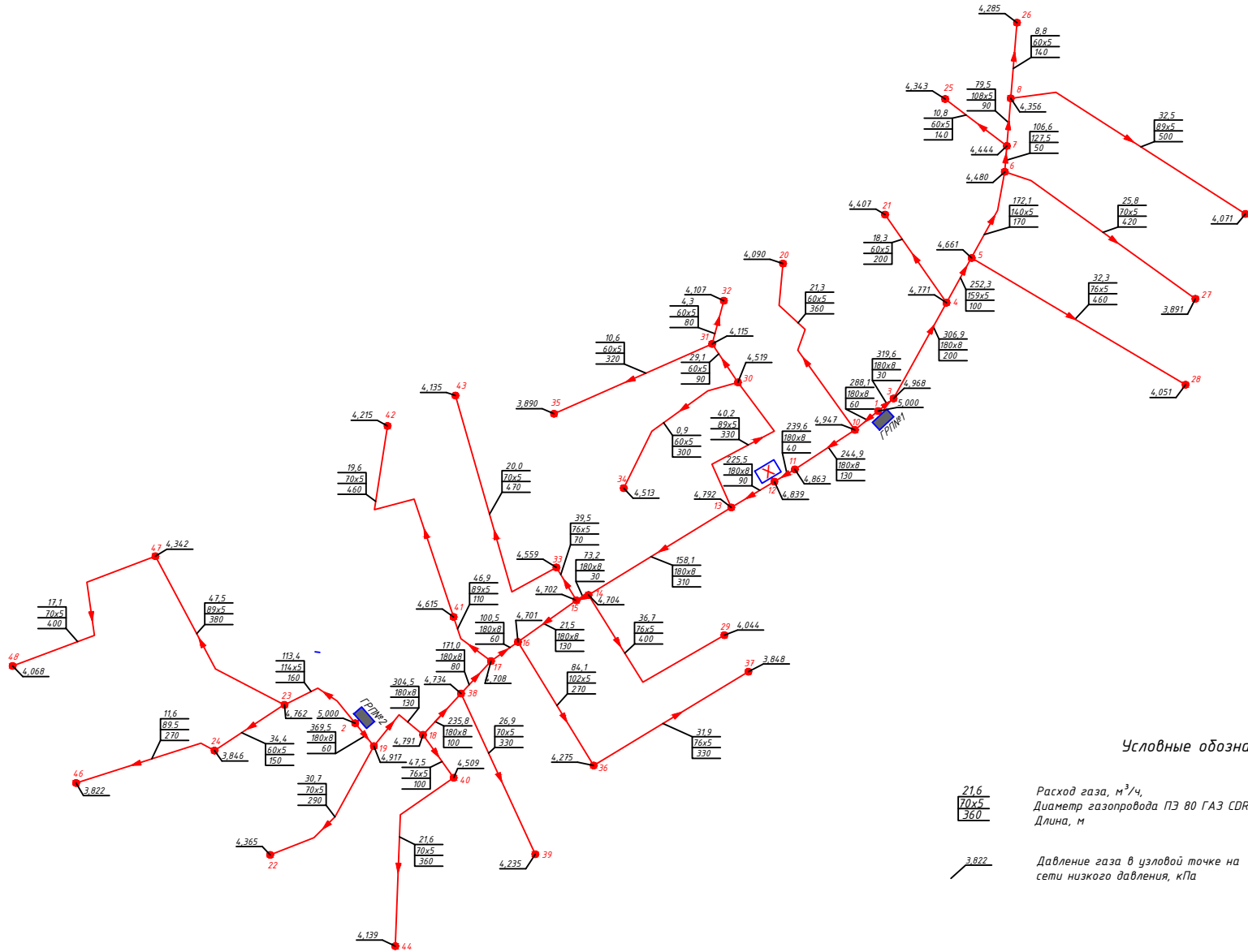
Метеорологические характеристики
 Село Шила расположено в Красноярском крае. Температура внутреннего воздуха отапливаемых зданий $t_{вн}=22^{\circ}\text{C}$, расчетная наружная для проектирования отопления $t_{p.o.}=-37^{\circ}\text{C}$, расчетная наружная для проектирования вентиляции $t_{p.в.}=-37^{\circ}\text{C}$, средняя температура наружного воздуха за отопительный период $t_{cp}=-7,4^{\circ}\text{C}$, продолжительность отопительного периода $n=240$ дней.



Условные обозначения и изображения

- Газопровод низкого давления
- Газопровод среднего давления
- Жилая территория
- Территория многоэтажной застройки
- Территория котельной
- ГРП №1 Проектируемый ГРП
- 27 Номер квартала
- 95,9 Расход газа кварталом, $\text{м}^3/\text{ч}$
- $\phi 180 \times 8$ Диаметр газопровода ПЭ 80 ГАЗ CDR 9,6мм; толщина стенки трубы, мм
- ГРС Газораспределительная станция
- К Котельная ООО "Авангард"
- Х Хлебозавод

| | | | | | |
|--|---------|------|------|----------|------|
| ВКР-08.03.01.05-2020-ГС | | | | | |
| Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт | | | | | |
| Изм. | Корр. | Изм. | Лист | Подп. | Лист |
| Разраб. | Юликова | | | | |
| Рисовод | Оленев | | | | |
| Газоснабжение жилой зоны села Шила | | | | Страница | Лист |
| Генплан села Шила М 1:4000 | | | | У | 1 5 |
| | | | | ИСЗИС | |

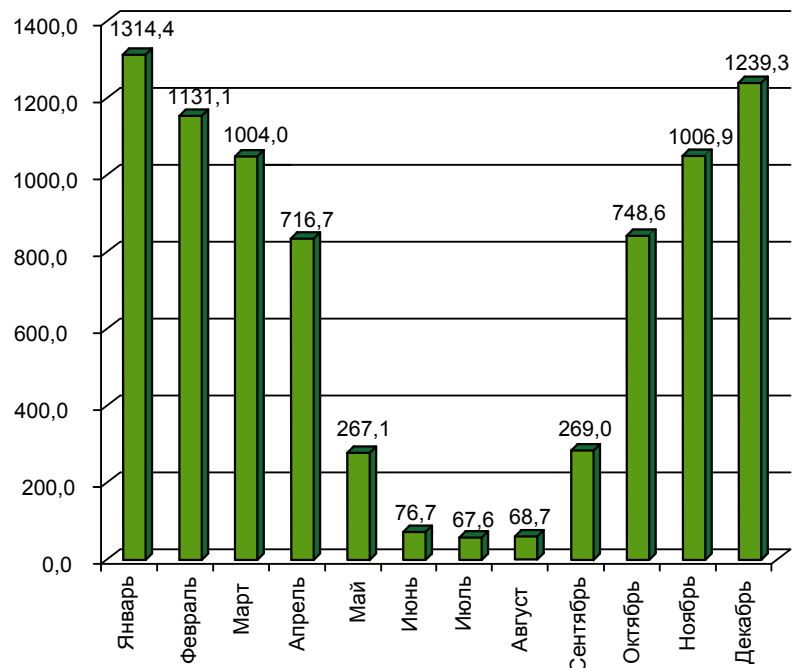


Условные обозначения

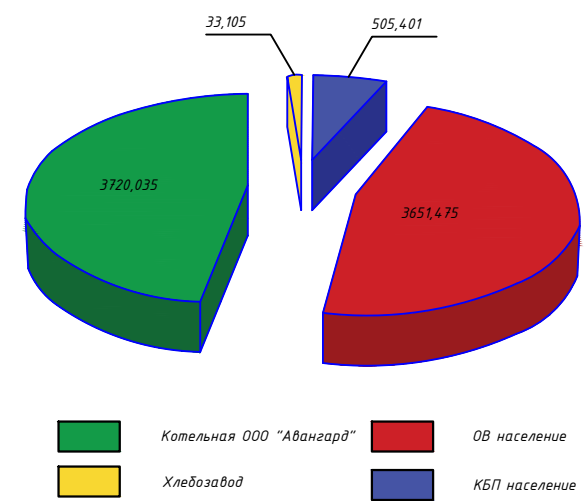
- $\frac{21.6}{70 \times 5 / 360}$ Расход газа, м³/ч,
Диаметр газопровода ПЭ 80 ГАЗ СDR 17,6, мм; толщина стенки трубы, мм
Длина, м
- $\frac{3.822}{}$ Давление газа в узловой точке на
сети низкого давления, кПа

| | | | | | | | | | | | | |
|-----------|---------|------|------|-------|------|--|--|--|--|--------|------|------|
| | | | | | | ВКР-08.03.01.05-2020-ГС | | | | | | |
| | | | | | | Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт | | | | | | |
| Изм. | Корр. | Изд. | Лист | Подп. | Дата | Газоснабжение жилой зоны села Шила | | | | Станд. | Лист | Лист |
| Разраб. | Ульянов | | | | | | | | | У | 2 | 5 |
| Руковод. | Оленев | | | | | Схема сети низкого давления М 1:4000 | | | | ИСЗИ | | |
| И. контр. | Оленев | | | | | | | | | | | |
| Экз. каф. | Матвеев | | | | | | | | | | | |

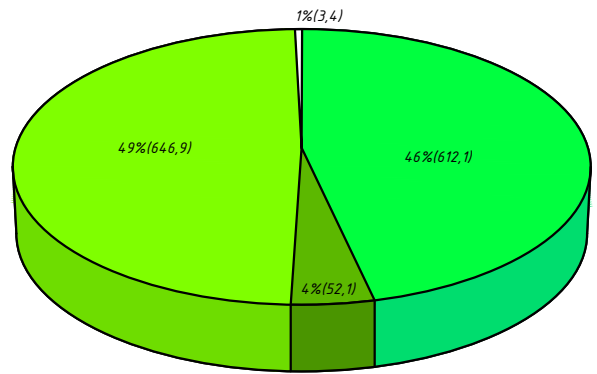
Расход газа по месяцам года, тыс.м³/мес



Расход газа по видам потребления, тыс.м³/год

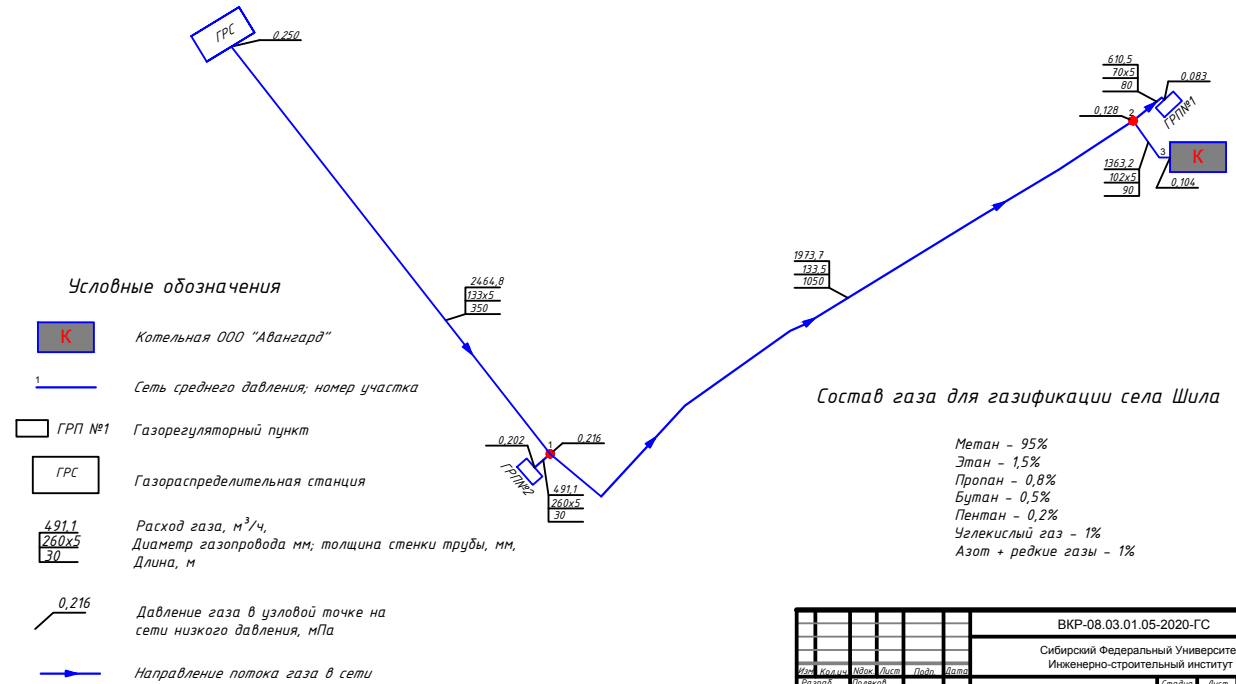


Расход газа за январь по видам потребления в процентах, м³/мес



Котельная ООО "Авангард"
 ОВ население
 Хлебозавод
 КБП население

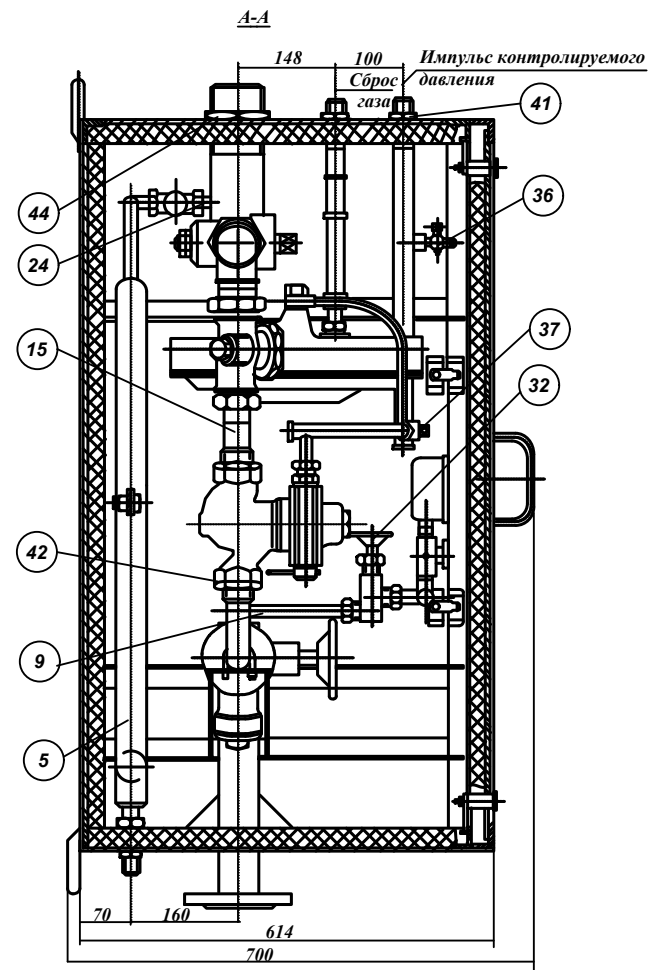
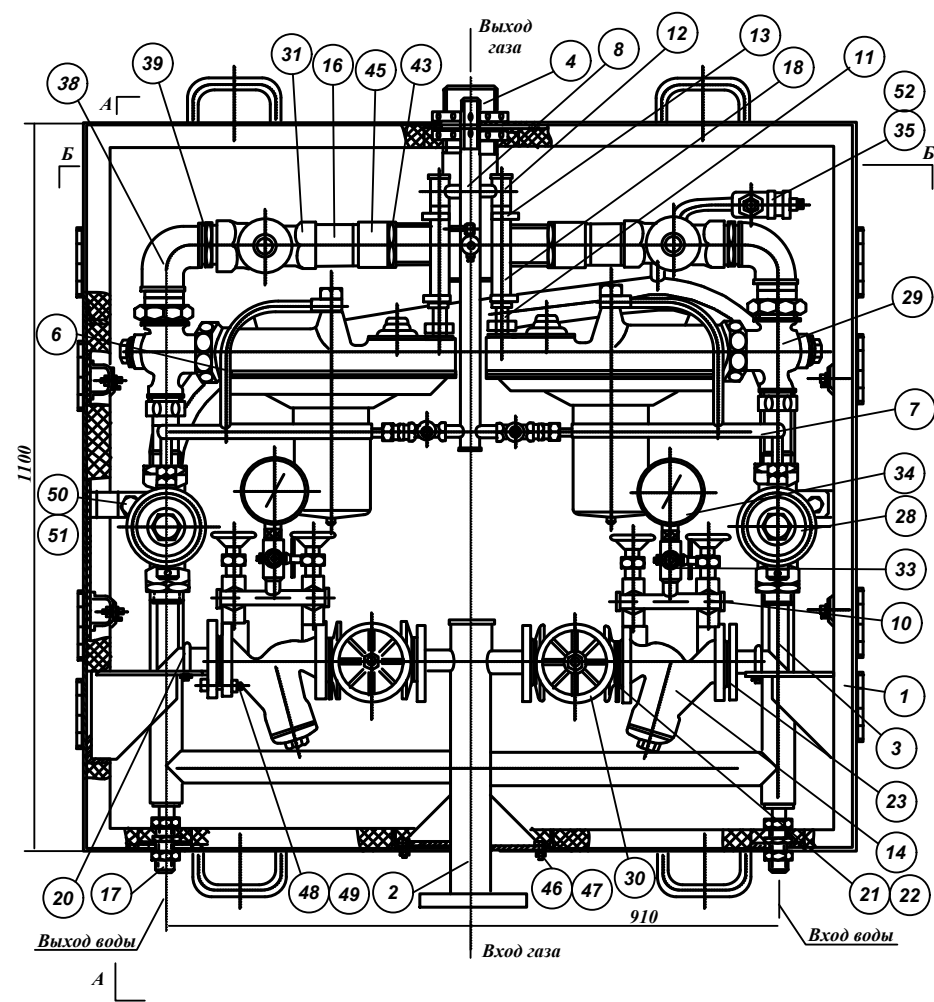
Схема сети среднего давления



Состав газа для газификации села Шила

Метан - 95%
 Этан - 1,5%
 Пропан - 0,8%
 Бутан - 0,5%
 Пентан - 0,2%
 Углекислый газ - 1%
 Азот + редкие газы - 1%

| | | | | | | |
|---|---------|--------|------|-------|--|-------|
| | | | | | ВКР-08.03.01.05-2020-ГС | |
| | | | | | Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт | |
| Исполн. | Молоков | Иванов | Лист | Подп. | Дата | |
| Разработ. | Молоков | | | | | |
| Рисовал | Оленев | | | | | |
| Газоснабжение жилой зоны села Шила | | | | | Страницы | Листы |
| | | | | | У | 3 6 |
| Расход газа по месяцам; Расход газа в %; Расход газа по видам потребления; Схемы сети среднего давления | | | | | ИСЗИС | |
| И. контр. | Оленев | | | | | |
| Зав. каф. | Матвеев | | | | | |



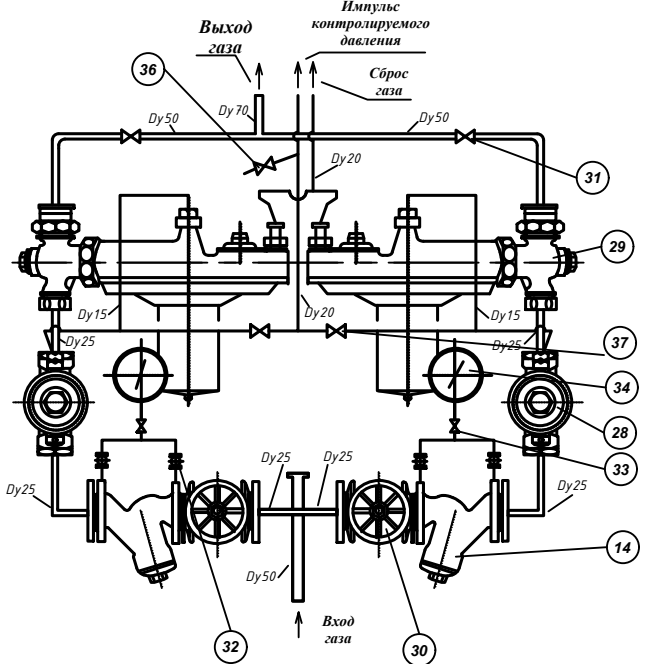
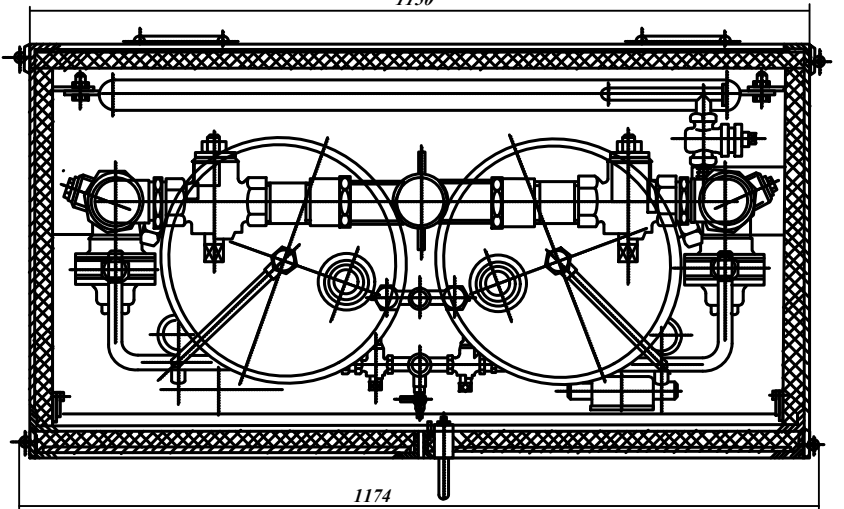
ВЫПОЛНЕНО В СТУДЕНЧЕСКОЙ ВЕРСИИ ПРОГРАММЫ AUTODESK

ВЫПОЛНЕНО В СТУДЕНЧЕСКОЙ ВЕРСИИ ПРОГРАММЫ AUTODESK

| | | | | | | | | |
|-----------|----------|--------|------|-------|------|--|---|---|
| | | | | | | ВКР-08.03.01.05-2020-ГС | | |
| | | | | | | Сибирский федеральный университет Инженерно-строительный институт | | |
| Исполн. | Коричнев | Иванов | Лист | Подп. | Лист | Газоснабжение жилой зоны села Шила | | |
| Разраб. | Юликов | | | | | У | 4 | 5 |
| Рисовал | Олегов | | | | | Разрез шкафной газорегуляторной установки РД-50М М1:4 | | |
| Н. контр. | Олегов | | | | | ИСЗИС | | |
| Вед. каф. | Матвеев | | | | | | | |

Б-Б

1150



составляющие

| № | Исполн. | Наименование | Кол-во | Слож. | |
|----|------------|--------------|--------|-------|-------|
| | | | | шт. | слож. |
| 1 | Исполн. 1 | Исполн. 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | Исполн. 2 | Исполн. 2 | 1 | 1 | 1 |
| 3 | Исполн. 3 | Исполн. 3 | 1 | 1 | 1 |
| 4 | Исполн. 4 | Исполн. 4 | 1 | 1 | 1 |
| 5 | Исполн. 5 | Исполн. 5 | 1 | 1 | 1 |
| 6 | Исполн. 6 | Исполн. 6 | 1 | 1 | 1 |
| 7 | Исполн. 7 | Исполн. 7 | 1 | 1 | 1 |
| 8 | Исполн. 8 | Исполн. 8 | 1 | 1 | 1 |
| 9 | Исполн. 9 | Исполн. 9 | 1 | 1 | 1 |
| 10 | Исполн. 10 | Исполн. 10 | 1 | 1 | 1 |
| 11 | Исполн. 11 | Исполн. 11 | 1 | 1 | 1 |
| 12 | Исполн. 12 | Исполн. 12 | 1 | 1 | 1 |
| 13 | Исполн. 13 | Исполн. 13 | 1 | 1 | 1 |
| 14 | Исполн. 14 | Исполн. 14 | 1 | 1 | 1 |
| 15 | Исполн. 15 | Исполн. 15 | 1 | 1 | 1 |
| 16 | Исполн. 16 | Исполн. 16 | 1 | 1 | 1 |
| 17 | Исполн. 17 | Исполн. 17 | 1 | 1 | 1 |
| 18 | Исполн. 18 | Исполн. 18 | 1 | 1 | 1 |
| 19 | Исполн. 19 | Исполн. 19 | 1 | 1 | 1 |
| 20 | Исполн. 20 | Исполн. 20 | 1 | 1 | 1 |
| 21 | Исполн. 21 | Исполн. 21 | 1 | 1 | 1 |
| 22 | Исполн. 22 | Исполн. 22 | 1 | 1 | 1 |
| 23 | Исполн. 23 | Исполн. 23 | 1 | 1 | 1 |
| 24 | Исполн. 24 | Исполн. 24 | 1 | 1 | 1 |
| 25 | Исполн. 25 | Исполн. 25 | 1 | 1 | 1 |
| 26 | Исполн. 26 | Исполн. 26 | 1 | 1 | 1 |
| 27 | Исполн. 27 | Исполн. 27 | 1 | 1 | 1 |
| 28 | Исполн. 28 | Исполн. 28 | 1 | 1 | 1 |
| 29 | Исполн. 29 | Исполн. 29 | 1 | 1 | 1 |
| 30 | Исполн. 30 | Исполн. 30 | 1 | 1 | 1 |
| 31 | Исполн. 31 | Исполн. 31 | 1 | 1 | 1 |
| 32 | Исполн. 32 | Исполн. 32 | 1 | 1 | 1 |
| 33 | Исполн. 33 | Исполн. 33 | 1 | 1 | 1 |
| 34 | Исполн. 34 | Исполн. 34 | 1 | 1 | 1 |
| 35 | Исполн. 35 | Исполн. 35 | 1 | 1 | 1 |
| 36 | Исполн. 36 | Исполн. 36 | 1 | 1 | 1 |
| 37 | Исполн. 37 | Исполн. 37 | 1 | 1 | 1 |

ВЫПОЛНЕНО В СТУДЕНЧЕСКОЙ ВЕРСИИ ПРОГРАММЫ AUTODESK

ВЫПОЛНЕНО В СТУДЕНЧЕСКОЙ ВЕРСИИ ПРОГРАММЫ AUTODESK

| | | | | | |
|-----------|---------|-------|------|--|------|
| | | | | ВКР-08.03.01.05-2020-ГС | |
| | | | | Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт | |
| Исполн. | Короб. | Иван. | Лист | Подп. | Лист |
| Разраб. | Оленев | | | | |
| Рисовал | Оленев | | | | |
| | | | | Газоснабжение жилой зоны села Шипа | |
| | | | | У 5 5 | |
| | | | | План и схема шкафа газорегуляторной установки РД-50М М1:4 | |
| | | | | ИСиЗиС | |
| Н. контр. | Оленев | | | | |
| Вед. каф. | Матвеев | | | | |

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

« 7 » 07 2020г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

08.03.01 «Строительство»

код и наименование направления

Газоснабжение жилой зоны с. Шила

тема

Руководитель


подпись, дата

доцент, к.т.н
должность, ученая степень

И.Б.Оленев
инициалы, фамилия

Выпускник


подпись, дата

А.С.Поляков
инициалы, фамилия

Нормоконтролер


подпись, дата

И.Б.Оленев
инициалы, фамилия

Красноярск 2020