

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И.Сатпаева

Институт Архитектуры, строительства и энергетики имени Т.К.Басенова

Кафедра Инженерные системы и сети

Тастанова А.Е.

Газоснабжение природным газом Северо-Западного района г. Экибастуз
Павлодарской области

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к дипломному проекту

Специальность 5В075200 – «Инженерные системы и сети»

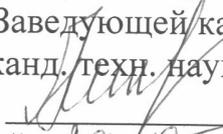
Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И.Сатпаева

Институт Архитектуры, Строительства и Энергетики имени Т.К.Басенова

Кафедра Инженерные системы и сети

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Заведующей кафедрой ИСиС
канд. техн. наук, ассоц. проф.
 Алимова К.К.
“ 10 ” 05 2019 г.

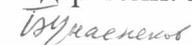
ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к дипломному проекту

На тему: «Газоснабжение природным газом Северо-Западного района г.
Экибастуз Павлодарской области»

по специальности 5В075200 – «Инженерные системы и сети»

Выполнила

Тастанова А.Е.

Руководитель
д-р техн. наук, профессор
 Унаспеков Б.А.
“ 17 ” 05 2019 г.

Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И.Сатпаева

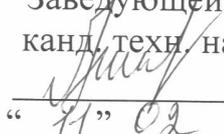
Институт Архитектуры, Строительства и Энергетики имени Т.К.Басенова

Кафедра Инженерные системы и сети

5B075200 – «Инженерные системы и сети»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующей кафедрой ИСиС
канд. техн. наук, ассоц. проф.


Алимова К.К.
“ 11 ” 02 2019 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Обучающейся Гастанова Айша Ербулатовна

Тема: Газоснабжение природным газом Северо-Западного района г. Экибастуз Павлодарской области.

Утверждена приказом Ректора Университета №1210-б от 30.10.2018 г.

Срок сдачи законченной работы 30.04.2019 г.

Исходные данные к дипломной работе: Для газоснабжения используют природный газ с теплотой сгорания $Q_{\text{н}}^{\text{с}} = 34500$ кДж/м³ и относительной плотностью по воздуху $S = 0,54$. 100% населения расходуют газ на приготовление пищи в квартирах; $X_1 = 45\%$ квартир имеют централизованное горячее водоснабжение; $X_3 = 25\%$ квартир оборудованы горячим водоснабжением от газовых водонагревателей. Расход теплоты промышленным предприятием равна $170 \cdot 10^9$ кДж/год.

Краткое содержание дипломной работы:

- а) Введение; б) Характеристика района города; в) Расчет годового и максимальных расчетных часовых расходов газа потребителями;
г) Гидравлический расчет кольцевых газовых сетей низкого и среднего давлений; д) Гидравлический расчет и подбор оборудования ГРП;
е) Технология строительно-монтажных работ; ж) Экономика.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей): 1) Генплан района города Экибастуз; 2) Газовые сети низкого давления; 3) Распределительные газовые сети среднего давления; 4) Технология строительно-монтажных работ.

Рекомендуемая основная литература: из 10 наименований

ГРАФИК

подготовки дипломного проекта

| Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов | Сроки представления руководителю | Примечание |
|--|----------------------------------|------------|
| Основная часть | 11.02.2019-29.03.2019г. | |
| Технология строительного-монтажных работ | 1.04.2019-19.04.2019г. | |
| Экономика | 22.04.2019-26.04.2019г. | |

Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченный дипломный проект с указанием относящихся к ним разделов проекта

| Наименование разделов | Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание) | Дата подписания | Подпись |
|--|---|-----------------|---|
| Технология строительного-монтажных работ | И.З.Кашкинбаев д-р техн. наук, профессор | 17.05.2019 |  |
| Экономика | Б.А.Унаспеков д-р техн. наук, профессор | 17.05.2019 |  |
| Нормоконтролер | А.Н.Хойшиев канд. техн. наук, лектор | 20.05.2019 |  |

Руководитель _____  _____ Б.А.Унаспеков

Задание приняла к исполнению обучающаяся _____  _____ А.Е.Гастанова

Дата: _____ «11» 02 2019 г.

АНДАТПА

Қала ауданына газбен жабдықтау жүйелері таңдалынып, сонымен қатар тұтынушылар пайдаланатын газдың жылдық сағаттық шығындары анықталды. Тұрғындардың саны есептелініп, қала ауданына сипаттама берілді. Газды жылдық тұтынуы есептелінді. Сағаттық газ шығыныны есептелінді. Төменгі, орташа, жоғарғы газ желілеріне гидравликалық есептеулер орындалды. Газ реттеу орны технологиялық құбырларға гидравликалық есептеу және қажетті құрал жабдықтар таңдалды. Орташа қысымдағы газ желілеріне құрылысты ұйымдастыру және технологиясы кезінде қажетті есептеулер орындалды. Жоғары және орташа қысымдарға техника-экономикалық салыстыру орындалды, нәтижесінде оптималды нұсқасы қабылданды. Газ құбырларының гидравликалық есебі қарастырылды. Апатты жағдайдағы жоғары қысымды сақиналы тораптың гидравликалық есебі қарастырылды. ГРП жабдықтары таңдалды және есептелінді.

АННОТАЦИЯ

Произведен гидравлический расчет газовых сетей среднего и низкого давления. Приведены результаты гидравлического расчета ГРП и выбор требуемого оборудования на технологическом трубопроводе. Выполнены расчеты по технологии и организации строительства газопровода сети среднего давления. Осуществлено технико-экономическое сравнение по выбору оптимального варианта газоснабжения (сети высокого среднего давлений). Описаны мероприятия по охране труда и технике безопасности при выполнении строительно-монтажных работ.

ABSTRACT

Hydraulic calculation of gas networks of average, high and low pressure is made. Results of hydraulic calculation of GRP and choice of the demanded equipment are given in the technological pipeline. Calculations for technology and the organization of construction of the gas pipeline of a network of average pressure are executed. Technical and economic comparison at the choice of optimum option of gas supply (a network of a high average of pressure) is carried out. Actions for labor protection and safety measures are described when performing installation and construction works.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 7 |
| 1 Основная часть | 8 |
| 1.1 Расчет годового потребления газа городом | 8 |
| 1.2 Определение максимальных расчетных часовых расходов газа | 10 |
| 1.3 Расчет кольцевых газовых сетей низкого давления | 12 |
| 1.4 Расчет кольцевых газовых сетей среднего давления | 14 |
| 1.5 Гидравлический расчет и подбор оборудования ГРП | 14 |
| 2 Технология строительно-монтажных работ | 17 |
| 2.1 Выбор метода производства работ | 17 |
| 2.2 Калькуляция затрат труда и заработной платы | 19 |
| 2.3 Календарный план строительства | 20 |
| 2.4 Мероприятия по охране труда и технике безопасности | 20 |
| 3 Экономика | 22 |
| 3.1 Расчет эксплуатационных затрат | 24 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 24 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ | 26 |
| ПРИЛОЖЕНИЯ | 28 |

ВВЕДЕНИЕ

Современные городские распределительные системы представляют собой сложный комплекс сооружений, состоящих из следующих основных элементов: газовых сетей среднего и низкого давления, газорегуляторных пунктов (ГРП).

Система газоснабжения обеспечивает бесперебойную подачу газа потребителям, безопасность в эксплуатации, простоту и удобство в обслуживании, предусматривает возможность отключения отдельных ее элементов или участков газопроводов.

Снабжение газом жилых, общественных зданий и мелких коммунально-бытовых потребителей осуществляется от газопроводов низкого давления, а крупных коммунально-бытовых и производственных потребителей, а также районных котельных – от сетей среднего давления. Потребителями газа среднего давления являются ГРП и крупные коммунально-бытовые потребители (бани, прачечные, хлебозаводы и котельные). Связь между газопроводами разных давлений осуществляется только через ГРП или шкафные ГРП (ШГРП).

Крупный потребитель (город, микрорайон) питается газом от магистрального газопровода среднего давления и имеет одну точку подключения. Распределительная сеть низкого давления проектируется кольцевой для повышения надежности газоснабжения; распределительная сеть среднего давления, внутриквартальная и внутридомовая сети проектируются тупиковыми. Прокладка уличных и внутриквартальных газовых сетей осуществляется надземным способом. Распределительный газопровод внутридомовой сети проводится по периметру здания.

В данном дипломном проекте запроектирована система газоснабжения Северо-Западного района города Экибастуз. Проект разработан в соответствии с действующими нормами и правилами, соответствует требованиям экологических, санитарно-гигиенических и противопожарных норм, действующих на территории Казахстана, обеспечивает безопасную для жизни и здоровья людей эксплуатацию объекта, соблюдение предусмотренных проектом мероприятий.

1 Основная часть

1.1 Расчет годового потребления газа городом

Определение годового потребления газа производится по методике [1].

1 Определяется количество жителей в городе

$$N = F \cdot m = 243 \cdot 200 = 48600 \text{ чел.}$$

2 Расход газа жилыми зданиями

$$Q_{у,жз} = \frac{1 \cdot 48600 \cdot (2800 \cdot 0,45 + 4600 \cdot 0,3 + 8000 \cdot 0,25)}{34500} = 6536,35 \approx 6,54 \cdot 10^6 \text{ м}^3/\text{год.}$$

3 Расход газа предприятиями бытового обслуживания:

а) прачечными

$$Q_{у,п} = \frac{\frac{100 \cdot 0,1 \cdot 18800 \cdot 48600}{1000}}{34500 \cdot 10^{-3}} = 0,119 \cdot 10^6 \text{ м}^3/\text{год.};$$

б) банями

$$Q_{у,п} = \frac{\frac{0,1 \cdot 0,4 \cdot 48600 \cdot 52 \cdot 40}{1000}}{34500 \cdot 10^{-3}} = 0,117 \cdot 10^6 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Общий годовой расход предприятиями составит

$$Q_{у,пбо} = (0,119 + 0,117) \cdot 10^6 \text{ м}^3/\text{год.}$$

4 Расход газа предприятиями общественного питания

$$Q_{у,поп} = \frac{360 \cdot 0,35 \cdot 0,45 \cdot 48600 \cdot (4,2 + 2,1)}{34500 \cdot 10^{-3}} = 0,5 \cdot 10^6 \text{ м}^3/\text{год.}$$

5 Расход газа учреждениями здравоохранения

$$Q_{у,уз} = \frac{12 \cdot (0,6 \cdot 3200 + 0,35 \cdot 9200) \cdot 48600}{1000 \cdot 34500 \cdot 10^{-3}} = 0,087 \cdot 10^6 \text{ м}^3/\text{год.}$$

6 Расход газа хлебозаводами

$$Q_{у,х.з.} = \frac{0,7 \cdot 365 / 1000 \cdot 0,45 \cdot 48600 \cdot 5450}{34500 \cdot 10^{-3}} = 0,88 \cdot 10^6 \text{ м}^3/\text{год.}$$

7 Расход газа предприятиями бытового обслуживания
непроизводственного характера

$$Q_{\text{умпбо}} = 0,05 \cdot 0,54 \cdot 10^6 = 0,327 \cdot 10^6 \text{ м}^3/\text{год.}$$

8 Расход газа промышленными предприятиями

$$Q_{\text{у,пп}} = 170 \cdot \frac{10^9}{34500} = 4,93 \cdot 10^6 \text{ м}^3/\text{год.}$$

9 Расход газа на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение
жилых и общественных зданий

Вначале вычисляются максимальные тепловые потоки:

а) на отопление, вентиляцию жилых и общественных зданий

$$A = 1,5 \cdot f \cdot N = 1,5 \cdot 12 \cdot 48600 = 874800 \text{ м}^2$$

$$Q'_{\text{отmax}} = 87 \cdot 874800 \cdot (1 + 0,25) = 95,1345 \text{ МВт};$$

$$Q'_{\text{vmax}} = 0,25 \cdot 0,6 \cdot 87 \cdot 874800 = 11,42 \text{ МВт};$$

б) средние тепловые потоки

на отопление, Вт

$$Q_{\text{от}} = 95,1345 \cdot \frac{55 - (-8,7)}{55 - (-35)} = 47,93 \text{ МВт};$$

на вентиляцию, Вт

$$Q_{\text{vm}} = 11,42 \cdot \frac{18 - (-8,7)}{18 - (-35)} = 5,75 \text{ МВт};$$

на горячее водоснабжение жилых и общественных зданий, Вт

$$Q'_{\text{hm}} = 376 \cdot 48600 \cdot 0,55 = 10,1 \text{ МВт};$$

на горячее водоснабжение в неотапительный период, Вт

$$Q_{\text{hm}}^s = 10,1 \cdot \frac{55 - 15}{55 - 5} \cdot 0,8 = 6,464 \text{ МВт};$$

Расход газа на отопление жилых и общественных зданий

$$Q_{\text{у,о}} = \frac{47,93 \cdot 206 \cdot 1,1 \cdot 24 \cdot 3600}{34500 \cdot 10^{-3} \cdot 0,83} = 32,77 \cdot 10^6 \text{ м}^3/\text{год.},$$

Расход газа на вентиляцию общественных зданий

$$Q_{y,v} = \frac{5,75 \cdot 206 \cdot 16 \cdot 1,1 \cdot 3600}{34500 \cdot 10^{-3} \cdot 0,83} = 2,63 \cdot 10^6 \text{ м}^3/\text{год},$$

Расход газа на горячее водоснабжение

$$Q_{y,h} = \frac{[10,1 \cdot 206 + 6,464 \cdot (350 - 206)] \cdot 24 \cdot 3600}{34500 \cdot 10^{-3} \cdot 0,83} = 9,09 \text{ м}^3/\text{год},$$

Общий годовой расход газа на нужды отопления, вентиляции и горячего водоснабжения составит

$$Q_{y,ovh} = (32,77 + 2,63 + 9,09) \cdot 10^6 = 44,49 \cdot 10^6 \text{ м}^3/\text{год}.$$

10 Годовой расход газа на мелкие отопительные установки.

$$Q_{y,моу} = 0,1 \cdot (32,77 + 2,63) \cdot 10^6 \cdot 1/1,1 = 3,22 \cdot 10^6 \text{ м}^3/\text{год}.$$

11 Годовой расход газа потребителями, присоединяемыми к сети низкого давления

$$Q_{y,снд} = (6,54 + 0,087 + 0,327 + 3,22) \cdot 10^6 = 10,17 \cdot 10^6 \text{ м}^3/\text{год}.$$

12 Годовой расход газа потребителями, присоединяемыми к сети среднего давления составит

$$Q_{y,срд} = (0,236 + 0,5 + 0,88 + 4,93) \cdot 10^6 = 6,565 \cdot 10^6 \text{ м}^3/\text{год}.$$

13 Общий годовой расход газом составит

$$Q_y = [10,17 + 6,546 + (32,77 + 2,63) \cdot (1 - 0,1) + 9,09] \cdot 10^6 = 57,7 \cdot 10^6 \text{ м}^3/\text{год}.$$

1.2 Определение максимальных расчетных часовых расходов газа

Для определения часового потребления газа потребителями использовали методику МГСУ [1].

1 Определяется максимальный расчетный расход газа для потребителей сети низкого давления

$$Q_{d \text{ снд}}^h = \frac{1}{2600} \cdot 10,17 \cdot 10^6 = 3911,54 \text{ м}^3/\text{ч}$$

где $1/2600$ – среднее значение коэффициента часового максимума в зависимости от численности населения

2 Определяется максимальный расчетный расход газа для потребителей сети среднего давления:

а) бани

$$Q_d^h = \frac{1}{2700} \cdot 0,117 \cdot 10^6 = 43,33 \text{ м}^3/\text{ч};$$

где $\frac{1}{2700}$ – значение коэффициента часового максимума расхода газа для коммунальных предприятий

б) предприятия бытового обслуживания

$$Q_d^h = \frac{1}{2900} \cdot 0,119 \cdot 10^6 = 41,03 \text{ м}^3/\text{ч};$$

с) предприятия общественного питания

$$Q_d^h = \frac{1}{2000} \cdot 0,5 \cdot 10^6 = 250 \text{ м}^3/\text{ч};$$

д) хлебозаводы

$$Q_d^h = \frac{1}{1600} \cdot 0,88 \cdot 10^6 = 550 \text{ м}^3/\text{ч};$$

е) промышленные предприятия

$$Q_d^h = \frac{1}{5400} \cdot 4,93 \cdot 10^6 = 912,96 \text{ м}^3/\text{ч};$$

ф) районные котельные

$$Q_d^h = \frac{[(1 - 0,1) \cdot (95,1345 + 11,42) + 10,1] \cdot 1,1 \cdot 3600}{34500 \cdot 10^{-3} \cdot 0,83} = 14658,85 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Общий максимальный расчетный расход газа потребителями сети среднего давления составит

$$Q_{d \text{ ссд}}^h = 43,33 + 41,03 + 250 + 550 + 912,96 + 14658,85 + 3911,54 =$$

$$= 20367,71 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$n = \frac{Q_{d \text{ СНД}}^h}{Q_{\text{ОПТ}}^{\text{ГРП}}} = 4 \text{ ГРП};$$

$$e = \frac{Q_{d \text{ СНД}}^h}{N} = \frac{3911,54}{48600} \approx 0,08.$$

1.3 Расчет кольцевых газовых сетей низкого давления (ГРП-1)

1 Расчет начинается с определения удельных путевых расходов для всех питательных контуров сети. Результаты расчетов сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Определения удельных путевых расходов в контурах сети

| Номер контура | Газоснабжаемые зоны | | | Длина питающего контура, м | Удельный путевой расход, м ³ /ч·м |
|---------------|---------------------|----------------------------|--------------------------------|----------------------------|--|
| | размер, га | численность населения, чел | размер газа, м ³ /ч | | |
| 1 | 4,05 | 810 | 64,8 | 450 | 0,144 |
| 2 | 5,1 | 1020 | 81,6 | 765 | 0,107 |
| 3 | 5,1 | 1020 | 81,6 | 765 | 0,107 |
| 4 | 5,1 | 1020 | 81,6 | 765 | 0,107 |
| 5 | 5,1 | 1020 | 81,6 | 517,5 | 0,158 |
| 11 | 4,05 | 810 | 64,8 | 675 | 0,096 |
| 12 | 5,1 | 1020 | 81,6 | 1080 | 0,076 |
| 13 | 5,1 | 1020 | 81,6 | 1080 | 0,076 |
| 14 | 5,1 | 1020 | 81,6 | 1080 | 0,076 |
| 15 | 5,1 | 1020 | 81,6 | 810 | 0,101 |
| 21 | 4,05 | 810 | 64,8 | 450 | 0,144 |
| 22 | 5,1 | 1020 | 81,6 | 810 | 0,101 |
| 23 | 5,1 | 1020 | 81,6 | 810 | 0,101 |
| 24 | 5,1 | 1020 | 81,6 | 810 | 0,101 |
| 25 | 5,1 | 1020 | 81,6 | 540 | 0,151 |
| | | | 1173,6 | | |

2 Определение расходов газа на участках газовой сети. Результаты расчетов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Определение расходов газа на участках газовой сети

| Номер участка | Длина участка, м | Удельный путевой расход газа $\text{м}^3/(\text{ч}\cdot\text{м})$ | Расход газа, $\text{м}^3/\text{ч}$ | | | |
|---------------|------------------|---|------------------------------------|--------------------|----------------|----------------|
| | | | $Q_{\text{п}}$ | $0,55Q_{\text{п}}$ | $Q_{\text{т}}$ | $Q_{\text{р}}$ |
| 6-5 | 202,5 | 0,24 | 49 | 27 | | 27 |
| 6-1 | 247,5 | 0,251 | 62 | 34 | | 34 |
| 6-11 | 135 | 0,172 | 23 | 13 | | 13 |
| 7-6 | 270 | 0,183 | 49 | 27 | 85 | 113 |
| 7-2 | 247,5 | 0,214 | 53 | 29 | | 29 |
| 7-12 | 135 | 0,152 | 21 | 11 | | 11 |
| 8-7 | 270 | 0,183 | 49 | 27 | 73 | 101 |
| 8-3 | 247,5 | 0,214 | 53 | 29 | | 29 |
| 9-10 | 247,5 | 0,259 | 64 | 35 | | 35 |
| 9-4 | 247,5 | 0,265 | 66 | 36 | | 36 |
| 9-14 | 135 | 0,177 | 24 | 13 | | 13 |
| 8-9 | 270 | 0,183 | 49 | 27 | 89 | 117 |
| 13-8 | 135 | 0,152 | 21 | 11 | 562 | 573 |
| 16-15 | 202,5 | 0,24 | 49 | 27 | | 27 |
| 16-11 | 135 | 0,172 | 23 | 13 | | 13 |
| 16-21 | 247,5 | 0,245 | 61 | 33 | | 33 |
| 17-16 | 270 | 0,177 | 48 | 26 | 84 | 110 |
| 17-12 | 135 | 0,152 | 21 | 11 | | 11 |
| 17-22 | 247,5 | 0,202 | 50 | 27 | | 27 |
| 18-17 | 270 | 0,177 | 48 | 26 | 71 | 97 |
| 18-23 | 247,5 | 0,202 | 50 | 27 | | 27 |
| 19-20 | 247,5 | 0,252 | 62 | 34 | | 34 |
| 19-14 | 135 | 0,177 | 24 | 13 | | 13 |
| 19-24 | 247,5 | 0,252 | 62 | 34 | | 34 |
| 18-19 | 270 | 0,177 | 48 | 26 | 86 | 113 |
| 13-18 | 135 | 0,152 | 21 | 11 | 545 | 556 |

После определения расходов газа по участкам сети проверяется правильность распределения транзитных расходов газа. Для этого определяется расход газа, выходящего из ГРП:

1) участок 13-8: $Q_{\text{грп-13}} = (Q_{\text{п}} + Q_{\text{тр}})_{\text{уч.13-8}} = (21 + 562) = 583$

2) участок 13-18: $Q_{\text{грп-13}} = (Q_{\text{п}} + Q_{\text{тр}})_{\text{уч.13-18}} = (21 + 545) = 566$

Всего: $583+566 = 1149 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Необходимое потребление газа составляет $1173,6 \text{ м}^3/\text{ч}$ (табл. 1), что отличается от расхода газа, выходящего из ГРП на 2%.

3 Производство подбор диаметров для всех участков газовой сети. Потери на местные сопротивления принимаются равными 10 % от линейных, тогда допустимые потери давления на трение составят

$$\Delta P_{\tau} = \frac{P_c}{1,1} = \frac{1000}{1,1} = 910 \text{ Па.}$$

Согласно расчетам удельные потери давления на участках газовой сети в пределах 1,1 – 1,7 Па/м.

По номограмме [1] с учетом расхода газа и удельной потери давления выбираются диаметры участков. В ходе расчетов с учетом диаметров корректируются значения удельных потерь давления.

Результаты гидравлического расчета кольцевой газовой сети приведены в таблице 3. В результате расчета ошибка в кольцах не превысила 10%. Применительно к ГРП-1 расчеты кольцевых газовых сетей завершены, а расчеты тупиковых ответвлений приведен в таблице А.1.

Результаты расчетов ГРП-2, ГРП-3, ГРП-4 приведены, соответственно в Приложении Б, Приложении В и Приложении Г.

1.4 Расчет кольцевых газовых сетей среднего давления

Для выполнения данного раздела использована методика приведенная в [1]. Результаты расчетов приведен в таблице Д.1.

1.5 Гидравлический расчет и подбор оборудования ГРП

Для выполнения данного раздела использована методика приведенная в [2].

Подобрать оборудование и контрольно-измерительные приборы для сетевого газорегуляторного пункта пропускной способностью 1173,6 м³/ч (при нормальных условиях) и избыточном давлении газа на входе 100 кПа. Давление на выходе 3 кПа. Плотность природного газа $\rho = 0,73 \text{ кг/м}^3$.

Решение

1 Потери в газопроводе, пробковых кранах, предохранительном запорном клапане и фильтре предварительно оценим 7 кПа. Перепад давления на клапане будет равен

$$\Delta P = 100 - 7 = 93 \text{ кПа.}$$

2 Определяется режим работы регулятора давления

$$\frac{\Delta P}{P_1} = \frac{93}{200} = 0,465 < 0,5$$

Следовательно, условие течения газа через клапан регулятора давления докритическое.

Таблица 3 - Гидравлический расчет кольцевой сети

| Номер кольца | Участки | | | | Предварительное распределение расходов | | | |
|-----------------|---|------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|--|--|------------------------------|-----------|
| | номер | номер соседнего кольца | длина участка, l, м | диаметр d _н x S, мм | расход газа, Q _p , м ³ /ч | удельные потери давления Δp/l, Па/м | потери давления Δp, Па | 1,1Δp, Па |
| I | 6-11 | | 135 | 60x3 | -13 | 1,4 | -189 | 207,9 |
| | 7-6 | | 270 | 133x4 | -113 | 1,1 | -297 | 326,7 |
| | 17-12 | II | 135 | 60x3 | -11 | 1 | -135 | 148,5 |
| | 7-12 | II | 135 | 60x3 | 11 | 1 | 135 | 148,5 |
| | 17-16 | | 270 | 133x4 | 110 | 1,1 | 297 | 326,7 |
| | 16-11 | | 135 | 70x3 | 13 | 1,4 | 189 | 207,9 |
| | $\delta = (0/0,5 \cdot 1242) \cdot 100\% = 0$ | | | | | | | 0 |
| II | 13-8 | III | 135 | 273x7 | -573 | 2 | -270 | 297 |
| | 8-7 | | 270 | 133x4 | -101 | 1,1 | -297 | 326,7 |
| | 7-12 | I | 135 | 60x3 | -11 | 1,1 | -148,5 | 163,35 |
| | 13-18 | III | 135 | 273x7 | 556 | 2 | 270 | 297 |
| | 18-17 | | 270 | 133x4 | 97 | 0,95 | 256,5 | 282,15 |
| | 17-12 | I | 135 | 60x3 | 11 | 1,1 | 148,5 | 163,35 |
| | $\delta = (-40,5/0,5 \cdot 1390,5) \cdot 100\% = 5,8$ | | | | | | | -40,5 |
| III | 13-8 | II | 135 | 219x6 | 573 | 2 | 270 | 297 |
| | 8-9 | | 270 | 133x4 | 117 | 1,2 | 324 | 356,4 |
| | 9-14 | | 135 | 60x3,5(50) | 13 | 1,7 | 229,5 | 252,45 |
| | 13-18 | II | 135 | 219x6 | -556 | 2 | -270 | 297 |
| | 18-19 | | 270 | 133x4 | -113 | 1,2 | -324 | 356,4 |
| | 19-14 | | 135 | 57x3 | -13 | 1,7 | -229,5 | 252,45 |
| | $\delta = (0/0,5 \cdot 1647) \cdot 100\% = 0$ | | | | | | | 0 |

Применительно к ГРП-1 расчеты завершены

3 Вычисляется коэффициент пропускной способности по формуле

$$k_v = \frac{1173,6}{5260 \cdot 0,8 \cdot \sqrt{0,2 \cdot 0,08 / (0,73 \cdot 273 \cdot 1)}} = 31$$

Из методики [1] следует, что для регулятора РДУК-200-100/50 $K_v = 38$.

Также рассчитывается и для остальных ГРП. Результаты остальных расчетов приведены в Приложении Е.

2 Технология строительного-монтажных работ

2.1 Выбор метода производства работ

Строительство наружных тепловых сетей производится поточным методом, который обеспечивает относительно короткие сроки выполнения работ при рациональном потреблении ресурсов.

Монтажные работы по прокладке тепловой сети должны вестись в едином потоке с общестроительными работами (земляные, бетонные и железобетонные, изоляционные работы и монтаж конструкций). Последовательность установки строительных конструкций

- устройство оснований под камеры, опоры;
- монтаж нижней части каналов, камер, неподвижных и подвижных опор;
- подборка, подготовка, стыковка и сварка звеньев труб на бровке;
- монтажно-сборочные и сварочные работы в канале;
- устройство неподвижных опор;
- монтаж компенсаторов; проверка качества сварных швов;
- монтаж арматуры в камерах;
- установка верхних частей камер и каналов [15, 17, 18, 19, 20].

Выбор комплекта основных строительных машин

Выбор землеройной машины.

Для разработки траншей в качестве землеройной машины принимается экскаватор, оборудованный обратной лопатой, т.к. разработка траншеи ведется ниже уровня стоянки с погрузкой грунта в транспортные средства и в отвал. Выбор марки экскаватора производится с учетом условий работы: глубины копания, высоты выгрузки, радиуса выгрузки по [ЕНИР].

Принимается гусеничный экскаватор типа Komatsu PC 300.

Технические характеристики: емкость ковша – 1,4 м³; длина и ширина гусеничного хода – 4,625 м и 3,19 м; габаритные размеры (длина, ширина и высота) – 11,3×3,2×3,1 м; высота выгрузки – 7,1 м; наибольшая глубина копания траншей и котлованов 6,92 м; радиус выгрузки в транспорт 6,6 м.

Определение количества транспортных средств. Для бесперебойной работы земляных машин число транспортных средств определяется следующим образом [20, 22]

1 Продолжительность цикла работы самосвала в часах, начиная с погрузки и кончая снова установкой под погрузку, ч

$$T_{ц} = \frac{L}{U_{гр}} + T + \frac{L}{U_{п}} + T_{в}, \quad (2.1)$$

где L – путь от стройки до карьера;

$U_{гр}$, $U_{п}$ – скорости самосвалов в груженом и порожнем состоянии ($U_{гр}$, = 30 км/ч, $U_{п}$ = 60км/ч);

$T_з$, $T_в$ – время загрузки и выгрузки ($T_з$ =20 мин, $T_в$ = 15мин);

$$T_{ц} = \frac{60}{30} + 0,33 + \frac{60}{60} + 0,25 = 3,58 \text{ ч.}$$

2 Количество машин, которое загрузится за время отсутствия первого автосамосвала

$$N = \frac{T_{ц}}{T_{з}}, \quad (2.2)$$

$$N = \frac{3,58}{0,33} = 11 \text{ шт.},$$

следовательно, понадобится 12 самосвалов.

3 Количество рейсов автосамосвалов определяется

$$N_{\text{рейсов}} = \frac{V_{\text{кот}}}{V_{\text{сам}}}, \quad (2.3)$$

где $V_{\text{сам}}$ – объем кузова самосвала,

$$N_{\text{рейсов}} = \frac{5982}{12} = 1331 \text{ рейсов.}$$

Выбор кранового оборудования. Для монтажа конструкций и укладки труб, а также погрузочно-разгрузочных работ при строительстве тепловых сетей широко применяются автомобильные стреловые краны и краны трубоукладчики.

Тип крана определяется по грузоподъемности и вылету стрелы.

Вылет стрелы и грузоподъемность должны обеспечить установку в проектное положение монтируемых элементов. Требуемый вылет стрелы крана определяется

$$L_{\text{стр}} = \frac{b}{2} + c + d, \quad (2.4)$$

где b – ширина траншеи по верху;

c – расстояние от крана до края траншеи;

d – расстояние от колес крана до оси его вращения.

$$L_{\text{стр}} = \frac{4,4}{2} + 3,5 + 1,5 = 7,2 \text{ м.}$$

Грузоподъемность определяется массой самого тяжелого элемента. Этим элементом является сборный элемент тепловой камеры, масса которой равна 4,56 тонны. По грузоподъемности и вылету стрелы выбирается автомобильный кран XCMG QY16K грузоподъемностью 16 тонн и вылетом стрелы от 3 до 32,3 метров.

Выбор бульдозера.

Бульдозер принимается марки XCMG TY160 номинальной мощностью 131 кВт, глубиной копания отвала 545 мм, производительностью работы отвалом 350 м³/ч и давлением на грунт не более 65 кПа.

2.2 Калькуляция затрат труда и заработной платы

Калькуляция – это сумма трудовых затрат и заработной платы на выполнение комплекса или определенного вида работ, отдельных конструктивных элементов или объекта в целом.

На основе норм времени и тарифных ставок разрабатываются расценки, применяемые при сдельной оплате труда.

Расценки для строительных процессов, выполняемых одним рабочим, устанавливаются умножением тарифной ставки соответствующего разряда на норму времени. Для звена – норма времени умножается на среднюю часовую тарифную ставку звена.

Оплата рабочих, занятых на строительных, монтажных и ремонтно - строительных работах, базируется на важнейшем нормативном документе Единым нормам и расценкам (ЕНиР). [15, 17, 18, 20].

Работы, не предусмотренные в ЕНиР, нормируются и оплачиваются по Ведомственным нормам и расценкам (ВНиР), разрабатываемые министерствами и ведомствами и прошедшие регистрацию Госкомстроя РК. Расценки в ЕНиР рассчитаны по часовым тарифным ставка при восьмичасовом рабочем дне.

2.3 Календарный план строительства

Календарным планом производства работ на основе объемов строительного-монтажных работ и разработанной технологии устанавливается последовательность и сроки выполнения работ, определяются потребность в трудовых ресурсах, а также сроки поставки всех видов оборудования.

На основе графика календарного плана производства работ составляются графики: поступления на объект строительных конструкций, деталей,

полуфабрикатов, материалов и оборудования; потребления в рабочих кадрах; потребности в основных строительных машинах.

По итогам плана производства работ строится график движения рабочей силы с указанием количества рабочих.

Существует три основных метода производства взаимосвязанных работ: последовательный, параллельный и поточный методы.

Поточный метод строительства сочетает в себе достоинства последовательного и параллельного методов и исключает их недостатки. При этом методе общая продолжительность строительства будет значительно меньше, чем при последовательном, но и интенсивность использования рабочих окажется меньше, чем при параллельном методе.

Разработка календарного графика производства работ проводится в следующей последовательности:

- анализ методов возведения сооружений и принятие наиболее прогрессивных технологических и организационных решений и возможности поточного ведения работ;

- на основе калькуляции трудовых затрат устанавливается номенклатура монтажных процессов, подлежащих включению в календарный план;

- устанавливается сменность, определяется продолжительность выполнения каждого процесса, с учетом перевыполнения производственных норм выработки и суммарной производительности всех работ;

- по календарному графику производства работ строится график движения рабочих.

График движения рабочих должен предусматривать равномерное использование рабочих за период всего времени монтажа, и по возможности сохранения их постоянного числа на объекте [15, 17, 18, 20].

2.4 Мероприятия по охране труда и технике безопасности

Охрана труда представляет собой систему законодательных, социально-экономических, технических, гигиенических и организационных мероприятий, обеспечивающих создание здоровых и безопасных условий труда на производстве. Она включает в себя вопросы трудового законодательства, техники безопасности, производственной санитарии, гигиены труда, противопожарной безопасности.

Мероприятия по охране труда способствуют повышению производительности труда, сокращению расходов на выплаты пособий по инвалидности и временной нетрудоспособности, вызванных несчастными случаями и заболеваниями, сохранению работоспособности трудящихся.

К работе по монтажу теплопровода в непроходном канале допускаются лица не моложе 18 лет, имеющие профессиональные навыки, прошедшие медицинское освидетельствование и признанные годными.

К производству работ по сварке и прихватке элементов трубопроводов допускаются сварщики, прошедшие аттестацию.

Сварщики могут быть допущены только к сварочным работам тех видов, которые указаны в их удостоверении.

Перед началом работ необходимо провести инструктаж по безопасным методам труда и технике безопасности.

Участки производства работ в населенных пунктах или на территории действующей организации, а также в местах движения людей и транспорта во избежание доступа посторонних лиц должны быть ограждены.

При установке строительных машин и применении транспортных средств с поднимаемым кузовом в охранной зоне воздушной линии электропередачи необходимо снять напряжение с воздушной линии электропередачи.

Для спуска и подъема рабочих в траншею установить стремянки шириной не менее 0,75 м с перилами, а места перехода людей через траншею оборудовать переходными мостиками, освещаемыми в темное время.

Территория строительных работ в темное время суток должна быть освещена в соответствии с требованиями: освещенность рабочих мест должна быть не менее 30 лк, стройплощадки - не менее 10 лк. Ограждения должны быть освещены сигнальными электролампами напряжением не выше 42 В.

При выполнении сварочных работ на открытом воздухе во время осадков места сварки должны быть защищены от влаги и ветра.

Запрещается монтаж и сварка труб в подвешенном состоянии без подкладки.

По окончании работ сварщик обязан: выключить ток; спрятать провода и сдать на место хранения в кладовую; закрыть сварочный аппарат чехлом; выключить рубильник.

Для опускания труб в траншею можно применять только цельные стальные тросы и канаты; сращенные тросы и канаты использовать запрещается.

При производстве сварочных работ необходимо, чтобы электросварочный аппарат располагался в стороне от проходов и проездов, корпус его должен быть обязательно заземлен; состояние изоляции сварочного оборудования, рукоятки электрододержателя должно отвечать нормам электробезопасности.

Промывку трубопроводов гидравлическим способом следует выполнять с повторным использованием воды. Опорожнение трубопроводов после промывки и дезинфекции следует производить в места, указанные в проекте производства работ и согласованные с соответствующими службами.

Территория строительной площадки после окончания строительно-монтажных работ должна быть очищена от мусора. [15,17, 18, 22].

3 Экономика

Технико – экономическое сравнение вариантов. При оценки и выборе вариантов проектных решений используется метод сравнительной экономической эффективности.

Выбор варианта проектного решения производится по минимуму приведенных затрат. В данном разделе проекта рассматривается технико-экономическое сравнение вариантов по выбору удельных потерь давления в трубопроводах газовой сети.

3.1 Расчет эксплуатационных затрат

Эксплуатационные расходы это затраты, связанные с реализацией продукции газопровода в течение года.

Себестоимость реализованного газа - это годовые эксплуатационные расходы, приходящие на единицу переносимого газа от ГРП до потребителей.

Эксплуатационные расходы по статьям затрат определяются

$$C = C_{п.т} + C_{пер} + C_{обл} + C_a + C_{ткр} + C_{оз}, \text{ тыс. тенге/год} \quad (3.1)$$

где $C_{п.т}$ – стоимость потерь давления в газовых сетях, тыс. тенге-год;
 $C_{пер}$ – затраты на электроэнергию по подаче газа, тыс.тенге/год;
 $C_{обл}$ – затраты на обслуживания газовых сетей, тыс. тенге/год;
 C_a – амортизационные отчисления, тыс. тенге/год;
 $C_{ткр}$ – затраты на текущий ремонт и капитальный ремонт и межремонтное обслуживание, тыс. тенге/год;
 $C_{оз}$ – общие эксплуатационные затраты, тыс. тенге/год.

Стоимость потерь давления в газовых сетях

$$C_{пт} = 0,05 \cdot C_{кт}, \text{ тыс. тенге/год} \quad (3.2)$$

где $C_{кт}$ – затраты на потери, тенге/год

$$C_{кт} = \frac{\sum Q^{од} \cdot 1,2}{29,4 \cdot \eta} \cdot S_m, \text{ тыс. тенге/год} \quad (3.3)$$

где S_T – стоимость топлива 1000 м³ природного газа стоит 30860 тенге.

$$C_{кт} = \frac{2604 \cdot 10^9 \cdot 1,2}{29,4 \cdot 0,8} \cdot 30,86 \cdot 10^{-6} = 4099971 \text{ тыс. тенге/год;}$$

$$C_{\text{пт}} = 0,05 \cdot 4099971 = 204999 \text{ тыс.тенге/год.}$$

Затраты на электроэнергию по подаче газа

$$C_{\text{пер}} = D_{\text{пер}} \cdot h \cdot S_3, \text{ тыс.тенге/год} \quad (3.4)$$

где $D_{\text{пер}}$ - суммарная мощность потребляемой энергии, кВт/ч;

h – число часов работы насосов в году, ч/год;

S_3 – стоимость потребляемой энергии, 27,48 тенге/кВт .

$$D_{\text{пер}} = \frac{G_s \cdot H}{367 \cdot \eta}, \text{ кВт/ч} \quad (3.5)$$

где G_s - количество перекачиваемого газа, т/час;

H – давление в сети, м. вод. ст.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной дипломном проекте разработан проект газоснабжения района города Экибастуз.

Газоснабжение обеспечивается от ГРС ее месторасположение обеспечивает охрану воздушного бассейна с учетом направления господствующего ветра.

Система газоснабжения принимается двухступенчатая – сеть низкого и среднего давления.

Климатические параметры города приняты по нормам проектирования:

- расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления $t'_o = -35^\circ\text{C}$, принята с учетом энергосбережения;
- средняя температура за отопительный период $t_{от} = -8,7^\circ\text{C}$;
- отопительный период для данного города $n_o = 206$ суток.

Общая площадь застройки 243 га.

Система газоснабжения запроектирована с соблюдением необходимых параметров работы системы.

Пересечение газопроводов с инженерными сетями и различными сооружениями производится на разных уровнях с соблюдением определенных расстояний между ними, а также с выполнением мероприятий, устраняющих вредное взаимное влияние их. Из условия надежности системы газоснабжения предусматриваются задвижки, которые обеспечивают отключение участков газовых сетей в аварийных режимах.

Предусмотрены мероприятия по защите трубопроводов газовых сетей от коррозии.

При проектировании учтены санитарные и строительные нормы, охрана воздушного бассейна и окружающей среды.

Гидравлические режимы обеспечивают необходимое давление газа в системе газоснабжения в допустимых пределах.

Рассмотрен гидравлический режим в системе газоснабжения, применительно к сети среднего давления.

В разделе технологии производства строительно-монтажных работ выполнен проект на производство работ монтажа газовых сетей.

Проект на строительство расчетной магистрали включает стройгенплан, календарный график на строительство магистрали и график движения рабочих.

Продолжительность монтажных работ - 72 дня, максимальное количество рабочих 67 человек, среднее количество рабочих 47 человек, трудоемкость, 3370,89 чел-дн.

Исходными данными для составления стройгенплана являются расчеты потребности в материально-технических ресурсах и временных зданий, складов.

Предусмотрены мероприятия по организации охраны труда и технике безопасности при монтаже тепловых сетей. Мероприятия включают:

производство земляных работ при строительстве; безопасность сварочных работ; производство монтажных работ трубопроводов; безопасность работ при контроле качества сварных соединений и испытании газовых сетей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Унаспеков Б.А., Алимова К.К. Газоснабжение: Учеб. пособие. – Алматы: КазНТУ, 2007. – 284 с.
- 2 Ионин А.А. Газоснабжение. М.: Стройиздат, 1989. 439 с.
- 3 СП РК 2.04.01-2017 Строительная климатология. Астана: комитет по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства Министерства национальной экономики РК, 2017. –20с.
- 4 СН РК 2.04.-21-2004*. Энергопотребление и тепловая защита зданий. Астана: Комитет по делам строительства и ЖКХ МИиТ РК, 2006. –103с.
- 5 Кацович А.Ф., Нурпеисова К.М., Алимова К.К., Ветлугина Г.А. Инженерные системы и сети. 2015г. – 306 с.
- 6 СП РК 4.02-102-2003. Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов. Астана: Комитет по делам строительства и ЖКХ МИиТ РК, 2004. –32с.
- 7 СН РК1.03-00-2011* Строительное производство. Организация строительства предприятия зданий и сооружений. Астана: Комитет по делам строительства и ЖКХ Министерства национальной экономики РК, 2015. –94с.
- 8 СП РК 1.03-101-2013 Нормы продолжительности в строительстве. Астана: Комитет по делам строительства и ЖКХ Министерства национальной экономики РК, 2013. – 170с.
- 9 СП РК 1.03-102-2014 Нормы продолжительности в строительстве. Астана: Комитет по делам строительства и ЖКХ Министерства национальной экономики РК, 2015. – 170с.
- 10 Певерзев В.А., Шумов В.В. Справочник мастера строителя-2-е изд., перераб. И доп., Л.: Энергоиздат. Ленингр. Отделение, 1997-272с.
- 11 Кашкинбаев И.З., Бештембеков Е.К., Кашкинбаев Т.И. Технология строительства тепловых и газовых сетей. – Алматы: КазГАСА, 1998 – 227с.
- 12 Кашкинбаев И.З., Кашкинбаев Т.И. Сооружение газонефтепроводов: Учебное пособие – Алматы: Нур-Принт, 2016. – 307с.
- 13 Кашкинбаев И.З., Бесимбаев Е.Т. Технологическое сопровождение объектов строительства. Контроль качества строительного-монтажных работ. А.: Учебное пособие. – ИД <СиА>, 2010.-49с.
- 14 Пособие к СНиП РК 1.03-06-2002* по разработке проектов организации строительства и проектов производства работ. Алматы: ПА KazGor, 2002 г.
- 15 СП РК 1.01.106-2011 Охрана труда и техника безопасности в строительстве. Комитет по делам строительства Министерства национальной экономики РК, 2015. –80с.
- 16 ЭСН РК 8.04-01-2015. Сборник элементарных сметных норм расхода ресурсов на строительные работы. Раздел 24. Теплоснабжение и газопроводы – наружные сети. – Астана: Комитет по делам строительства, ЖКХ и управления земельными ресурсами Министерства национальной экономики РК, 2015.–94с.

17 ЭСН РК 8.04-01-2015. Сборник элементарных сметных норм расхода ресурсов на строительные работы Раздел 26. Теплоизоляционные работы. . – Астана: Комитет по делам строительства, ЖКХ и управления земельными ресурсами Министерства национальной экономики РК, 2015.—99с.

18 ЭСН РК 8.04-01-2015. Сборник элементарных сметных норм расхода ресурсов на строительные работы Раздел 2, Выпуск 1, Механизированные и ручные земляные работы. / Госстрой СССР.-М.: Прейскурантиздат , 1998.-84с.

19 ЭСН РК 8.04-01-2015. Сборник элементарных сметных норм расхода ресурсов на строительные работы Раздел 20. Ремонтно – строительные работы. Выпуск 2. Автомобильные дороги и искусственные сооружения. – Астана: Комитет по делам строительства, ЖКХ и управления земельными ресурсами Министерства национальной экономики РК, 2015.–44с.

20 ЭСН РК 8.04-01-2015. Сборник элементарных сметных норм расхода ресурсов на строительные работы Раздел 9. Сооружение системы теплоснабжения, водоснабжения, газоснабжения и канализации. Вып.2. Наружные сети и сооружения . – Астана: Комитет по делам строительства, ЖКХ и управления земельными ресурсами Министерства национальной экономики РК, 2015.–96с.

21 ЭСН РК 8.04-01-2015. Сборник элементарных сметных норм расхода ресурсов на строительные работы Раздел 22, Выпуск 2, Сварочные работы. – Астана: Комитет по делам строительства, ЖКХ и управления земельными ресурсами Министерства национальной экономики РК, 2015.–78с.

22 ЭСН РК 8.04-01-2015. Сборник элементарных сметных норм расхода ресурсов на строительные работы Раздел 11. Изоляционные работы. – Астана: Комитет по делам строительства, ЖКХ и управления земельными ресурсами Министерства национальной экономики РК, 2015.–56с.

23 СНиП РК 3.02-23-2004 Газовые сети

24 СНиП РК 3.05-09-2002 Технологическое оборудование и технологические трубопроводы

25 СНиП РК 3.05-01-2010 Магистральные трубопроводы

26 ЕНиР. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Общая часть

27 Станецкая И. И., Байлук Н.Д. Методические указания у курсовому проекту «Организация, планирование и управление производством» для специальности «Газоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна». – Минск: БГПУ, 2008 – 52с.

28 Типовая технологическая карта на монтаж внутриквартирного трубопровода

29 Типовая технологическая карта по прокладке наружного трубопровода

30 Правила безопасности в газовом хозяйстве. Алматы, 1993. 179 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Таблица А.1 - Расчет тупиковых участков ГРП-1

| Номер участка | Длина, l, м | Q _р , м ³ /ч | d _н x S, мм | Δp/l, Па/м | Δp, Па | 1,1Δp, Па |
|---------------|-------------|------------------------------------|------------------------|------------|---------|-----------|
| 6-5 | 202,5 | 27 | 88,5x4(80) | 0,9 | 182,25 | 200,475 |
| 6-1 | 247,5 | 34 | 89x3 | 1,1 | 272,25 | 299,475 |
| 7-2 | 247,5 | 29 | 88,5x4(80) | 1 | 247,5 | 272,25 |
| 8-3 | 247,5 | 29 | 88,5x4(80) | 1,4 | 346,5 | 381,15 |
| 9-4 | 247,5 | 36 | 88,5x4(80) | 1,5 | 371,25 | 408,375 |
| 9-10 | 247,5 | 35 | 88,5x4(80) | 1,4 | 346,5 | 381,15 |
| 16-15 | 202,5 | 27 | 88,5x4(80) | 0,85 | 172,125 | 189,3375 |
| 16-21 | 247,5 | 33 | 89x3 | 1 | 247,5 | 272,25 |
| 17-22 | 247,5 | 27 | 88,5x4(80) | 0,85 | 210,375 | 231,4125 |
| 18-23 | 247,5 | 27 | 76x3 | 1,6 | 396 | 435,6 |
| 19-24 | 247,5 | 34 | 88,5x4(80) | 1,4 | 346,5 | 381,15 |
| 19-20 | 247,5 | 34 | 88,5x4(80) | 1,4 | 346,5 | 381,15 |

Приложение Б

Расчет газовых сетей для ГРП-2

Таблица Б.1 - Определение удельных расходов

| Номер контура | Газоснабжаемые зоны | | | Длина питающего контура, м | Удельный путь расход, м ³ /ч·м |
|---------------|---------------------|----------------------------|--------------------------------|----------------------------|---|
| | размер, га | численность населения, чел | размер газа, м ³ /ч | | |
| 6 | 5,0625 | 1012,5 | 81 | 495 | 0,164 |
| 7 | 5,0625 | 1012,5 | 81 | 765 | 0,106 |
| 8 | 5,0625 | 1012,5 | 81 | 765 | 0,106 |
| 9 | 5,0625 | 1012,5 | 81 | 765 | 0,106 |
| 10 | 4,05 | 810 | 64,8 | 450 | 0,144 |
| 16 | 5,0625 | 1012,5 | 81 | 765 | 0,106 |
| 17 | 5,0625 | 1012,5 | 81 | 1080 | 0,075 |
| 18 | 5,0625 | 1012,5 | 81 | 1080 | 0,075 |
| 19 | 5,0625 | 1012,5 | 81 | 1080 | 0,075 |
| 20 | 4,05 | 810 | 64,8 | 675 | 0,096 |
| 26 | 5,0625 | 1012,5 | 81 | 450 | 0,180 |
| 27 | 5,0625 | 1012,5 | 81 | 765 | 0,106 |
| 28 | 5,0625 | 1012,5 | 81 | 765 | 0,106 |
| 29 | 5,0625 | 1012,5 | 81 | 765 | 0,106 |
| 30 | 4,05 | 810 | 64,8 | 450 | 0,144 |
| | | | 1166,4 | | |

Таблица Б.2 - Определение расчетных расходов участков сети

| Номер участка | Длина участка, м | Удельный путь расход газа м ³ /(ч·м) | Расход газа, м ³ /ч | | | |
|---------------|------------------|---|--------------------------------|--------------------|----------------|----------------|
| | | | Q _п | 0,55Q _п | Q _т | Q _р |
| 6-5 | 247,5 | 0,24 | 59 | 33 | | 33 |
| 6-1 | 247,5 | 0,251 | 62 | 34 | | 34 |
| 6-11 | 135 | 0,172 | 23 | 13 | | 13 |
| 7-6 | 270 | 0,183 | 49 | 27 | 85 | 113 |
| 7-2 | 247,5 | 0,214 | 53 | 29 | | 29 |
| 7-12 | 135 | 0,152 | 21 | 11 | | 11 |
| 8-7 | 270 | 0,183 | 49 | 27 | 73 | 101 |
| 8-3 | 247,5 | 0,214 | 53 | 29 | | 29 |
| 9-10 | 202,5 | 0,259 | 52 | 29 | | 29 |
| 9-4 | 247,5 | 0,265 | 66 | 36 | | 36 |
| 9-14 | 135 | 0,177 | 24 | 13 | | 13 |
| 8-9 | 270 | 0,183 | 49 | 27 | 89 | 117 |
| 13-8 | 135 | 0,152 | 21 | 11 | 561 | 573 |
| 16-15 | 247,5 | 0,24 | 59 | 33 | | 33 |

Продолжение приложения Б
Продолжение таблицы Б.2

| Номер участка | Длина участка, м | Удельный путевой расход газа м ³ /(ч·м) | Расход газа, м ³ /ч | | | |
|---------------|------------------|--|--------------------------------|--------------------|----------------|----------------|
| | | | Q _п | 0,55Q _п | Q _т | Q _р |
| 16-11 | 135 | 0,172 | 23 | 13 | | 13 |
| 16-21 | 247,5 | 0,245 | 61 | 33 | | 33 |
| 17-16 | 270 | 0,177 | 48 | 26 | 84 | 110 |
| 17-12 | 135 | 0,152 | 21 | 11 | | 11 |
| 17-22 | 247,5 | 0,202 | 50 | 27 | | 27 |
| 18-17 | 270 | 0,177 | 48 | 26 | 71 | 97 |
| 18-23 | 247,5 | 0,202 | 50 | 27 | | 27 |
| 19-20 | 202,5 | 0,252 | 51 | 28 | | 28 |
| 19-14 | 135 | 0,177 | 24 | 13 | | 13 |
| 19-24 | 247,5 | 0,252 | 62 | 34 | | 34 |
| 18-19 | 270 | 0,177 | 48 | 26 | 86 | 113 |
| 13-18 | 135 | 0,152 | 21 | 11 | 544 | 556 |

После определения расходов газа по участкам сети проверяется правильность распределения транзитных расходов газа. Для этого определяется расход газа, выходящего из ГРП:

3) участок 13-8: $Q_{грп-13} = (Q_{п} + Q_{тр})_{уч.13-8} = (21 + 561) = 582$

4) участок 13-18: $Q_{грп-13} = (Q_{п} + Q_{тр})_{уч.13-18} = (21 + 544) = 565$

Всего: $582+565 = 1147 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Необходимое потребление газа составляет $1166,4 \text{ м}^3/\text{ч}$ (таблица Б.1), что незначительно отличается от расхода газа, выходящего из ГРП.

Таблица Б.3 - Гидравлический расчет кольцевой сети

| Номер кольца | Участки | | | | Предварительное распределение расходов | | | |
|--|---------|------------------------|---------------------|--------------------------------|---|-------------------------------------|------------------------|-----------|
| | номер | номер соседнего кольца | длина участка, l, м | диаметр d _н x S, мм | расход газа, Q _р , м ³ /ч | удельные потери давления Δр/l, Па/м | потери давления Δр, Па | l, Δр, Па |
| I | 6-11 | | 135 | 60x3 | -13 | 1,4 | -189 | 207,9 |
| | 7-6 | | 270 | 133x4 | -113 | 1,2 | -324 | 356,4 |
| | 17-12 | II | 135 | 60x3 | -11 | 1,1 | -148,5 | 163,35 |
| | 7-12 | II | 135 | 60x3 | 11 | 1,1 | 148,5 | 163,35 |
| | 17-16 | | 270 | 133x4 | 110 | 1,2 | 324 | 356,4 |
| | 16-11 | | 135 | 70x3 | 13 | 1,4 | 189 | 207,9 |
| $\delta = (0/(0,5 \cdot 1323)) \cdot 100 \% = 0$ | | | | | | | 0 | |

Продолжение приложения Б

Продолжение таблицы Б.3

| Номер кольца | Участки | | | | Предварительное распределение расходов | | | |
|--------------|---|------------------------|---------------------|--------------------------------|---|-------------------------------------|------------------------|------------|
| | номер | номер соседнего кольца | длина участка, l, м | диаметр d _н x S, мм | расход газа, Q _р , м ³ /ч | удельные потери давления Δр/l, Па/м | потери давления Δр, Па | 1,1 Δр, Па |
| II | 13-8 | III | 135 | 219x6 | -573 | 2 | -270 | 297 |
| | 8-7 | | 270 | 133x4 | -101 | 1 | -270 | 297 |
| | 7-12 | I | 135 | 60x3,5(50) | -11 | 1,2 | -13,2 | 14,52 |
| | 13-18 | III | 135 | 219x6 | 544 | 1,9 | 256,5 | 282,15 |
| | 17-18 | | 270 | 133x4 | 97 | 1 | 270 | 297 |
| | 17-12 | I | 135 | 60x3 | 11 | 1,1 | 12,1 | 13,31 |
| | $\delta = (-14,6/(0,5 \cdot 1091,8)) \cdot 100 \% = 2,7 \%$ | | | | | | | -14,6 |
| III | 13-8 | II | 135 | 219x6 | 573 | 2 | 270 | 297 |
| | 8-9 | | 270 | 114x4(100) | 117 | 3 | 810 | 891 |
| | 9-14 | | 135 | 60x3,5(50) | 13 | 1,7 | 229,5 | 252,45 |
| | 13-18 | II | 135 | 219x6 | -544 | 2 | -270 | 297 |
| | 18-19 | | 270 | 114x4(100) | -113 | 2,7 | -729 | 801,9 |
| | 19-14 | | 135 | 60x3,5(50) | -13 | 1,7 | -229,5 | 252,45 |
| | $\delta = (81/(0,5 \cdot 2538)) \cdot 100 \% = 6,4 \%$ | | | | | | | 81 |

Таблица Б.4 - Гидравлический расчет тупиковых ответвлений

| Номер участка | Длина, l, м | Q _р , м ³ /ч | d _н xS, мм | Δр/l, Па/м | Δр, Па | 1,1Δр, Па |
|---------------|-------------|------------------------------------|-----------------------|------------|--------|-----------|
| 6-5 | 247,5 | 33 | 88,5x4(80) | 1,1 | 272,25 | 299,475 |
| 6-1 | 247,5 | 34 | 89x3 | 1,1 | 272,25 | 299,475 |
| 7-2 | 247,5 | 29 | 88,5x4(80) | 1 | 247,5 | 272,25 |
| 8-3 | 247,5 | 29 | 76x3 | 1,8 | 445,5 | 490,05 |
| 9-4 | 247,5 | 36 | 88,5x4(80) | 1,5 | 371,25 | 408,375 |
| 9-10 | 202,5 | 29 | 76x3 | 1,8 | 364,5 | 400,95 |
| 16-15 | 247,5 | 33 | 88,5x4(80) | 1,1 | 272,25 | 299,475 |
| 16-21 | 247,5 | 33 | 88,5x4(80) | 1,1 | 272,25 | 299,475 |
| 17-22 | 247,5 | 27 | 70x3 | 1,1 | 272,25 | 299,475 |
| 18-23 | 247,5 | 27 | 75,5x4(70) | 1,8 | 445,5 | 490,05 |
| 19-24 | 247,5 | 34 | 70x3 | 2 | 495 | 544,5 |
| 19-20 | 202,5 | 20 | 70x3 | 1,45 | 293,63 | 322,9875 |

Приложение В

Расчеты для ГРП-3

Таблица В.1 - Определение удельных расходов

| Номер контура | Газоснабжаемые зоны | | | длина питающего контура, м | удельный путь расход, м ³ /ч·м |
|---------------|---------------------|----------------------------|--------------------------------|----------------------------|---|
| | размер, га | численность населения, чел | размер газа, м ³ /ч | | |
| 31 | 4,05 | 810 | 64,8 | 675 | 0,096 |
| 32 | 5,0625 | 1012,5 | 81 | 1080 | 0,075 |
| 33, 34 | 10,125 | 2025 | 162 | 1620 | 0,100 |
| 35 | 5,0625 | 1012,5 | 81 | 765 | 0,106 |
| 41 | 4,05 | 810 | 64,8 | 450 | 0,144 |
| 42 | 5,0625 | 1012,5 | 81 | 765 | 0,106 |
| 43 | 5,0625 | 1012,5 | 81 | 765 | 0,106 |
| 44 | 5,0625 | 1012,5 | 81 | 765 | 0,106 |
| 45 | 5,0625 | 1012,5 | 81 | 495 | 0,164 |
| Итого | | | 777,6 | | |

Таблица В.2 - Определение расчетных расходов участков сети

| Номер участка | Длина участка, м | Удельный путь расход газа м ³ /(ч·м) | Расход газа, м ³ /ч | | | |
|---------------|------------------|---|--------------------------------|--------------------|----------------|----------------|
| | | | Q _п | 0,55Q _п | Q _г | Q _р |
| 2-1 | 202,5 | 0,096 | 19 | 11 | | 11 |
| 2-6 | 135 | 0,171 | 23 | 13 | | 13 |
| 2-3 | 270 | 0,075 | 20 | 11 | 43 | 54 |
| 4-5 | 247,5 | 0,106 | 26 | 14 | | 14 |
| 4-8 | 135 | 0,206 | 28 | 15 | | 15 |
| 3-4 | 540 | 0,1 | 54 | 30 | 54 | 84 |
| 7-3 | 135 | 0,175 | 24 | 13 | 171 | 184 |
| 10-9 | 202,5 | 0,24 | 49 | 27 | | 27 |
| 10-6 | 135 | 0,171 | 23 | 13 | | 13 |
| 10-15 | 247,5 | 0,25 | 62 | 34 | | 34 |
| 11-10 | 270 | 0,181 | 49 | 27 | 85 | 112 |
| 11-16 | 247,5 | 0,212 | 52 | 29 | | 29 |
| 12-17 | 247,5 | 0,212 | 52 | 29 | | 29 |
| 13-14 | 247,5 | 0,27 | 67 | 37 | | 37 |
| 13-8 | 135 | 0,206 | 28 | 15 | | 15 |
| 13-18 | 135 | 0,27 | 36 | 20 | | 20 |
| 12-13 | 270 | 0,206 | 56 | 31 | 64 | 95 |
| 11-12 | 270 | 0,206 | 56 | 31 | | 31 |
| 7-11 | 135 | 0,175 | 24 | 13 | 530 | 543 |

Продолжение приложения В

После определения расходов газа по участкам сети проверяется правильность распределения транзитных расходов газа. Для этого определяется расход газа, выходящего из ГРП:

- 1) участок 7-3: $Q_{грп-7} = (Q_{п} + Q_{тр})_{уч.7-3} = (24 + 171) = 195$
 - 2) участок 7-11: $Q_{грп-7} = (Q_{п} + Q_{тр})_{уч.7-11} = (24 + 530) = 554$
- Всего: $195+554 = 749 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Необходимое потребление газа составляет $777,6 \text{ м}^3/\text{ч}$ (табл. 3.1), что незначительно отличается от расхода газа, выходящего из ГРП.

Таблица В.3 - Гидравлический расчет кольцевой сети

| Номер кольца | Участки | | | | Предварительное распределение расходов | | | |
|--------------|---|------------------------|---------------------|-----------------------------|--|--|---------------------------------|---------------------|
| | Номер | Номер соседнего кольца | Длина участка, l, м | Диаметр $d_n \times S$, мм | Расход газа, Q_p , $\text{м}^3/\text{ч}$ | Удельные потери давления $\Delta p/l$, Па/м | Потери давления Δp , Па | 1,1 Δp , Па |
| I | 2-6 | | 135 | 60x3,5(50) | -13 | 1,7 | -229,5 | -252,45 |
| | 3-2 | | 270 | 108x4 | -54 | 0,95 | -256,5 | -282,15 |
| | 7-3 | II | 135 | 159x4,5 | -184 | 1,4 | -189 | -207,9 |
| | 10-6 | | 135 | 60x3,5(50) | 13 | 1,7 | 229,5 | -252,45 |
| | 11-10 | | 270 | 133x4 | 112 | 1,2 | 324 | -356,4 |
| | 7-11 | II | 135 | 273x7 | 543 | 0,65 | 87,75 | -96,525 |
| | $\delta = (-33,75/(0,5 \cdot 1316,25)) \cdot 100\% = 5,1\%$ | | | | | | | -33,75 |
| II | 7-3 | I | 135 | 159x4,5 | 184 | 1,2 | 162 | 178,2 |
| | 3-4 | | 540 | 133x4 | 84 | 0,85 | 459 | 504,9 |
| | 4-8 | | 135 | 70x3 | 15 | 0,85 | 114,75 | 126,225 |
| | 7-11 | I | 135 | 273x7 | -543 | 1,1 | -148,5 | 163,35 |
| | 11-12 | | 270 | 88,5x4(80) | -31 | 1,1 | -297 | 326,7 |
| | 12-13 | | 270 | 133x4 | -95 | 0,9 | -243 | 267,3 |
| | 13-8 | | 135 | 70x3 | -15 | 0,85 | -114,75 | 126,225 |
| | $\delta = (-67,5/(0,5 \cdot 1539)) \cdot 100\% = 8,8\%$ | | | | | | | -67,5 |

Таблица В.4 - Гидравлический расчет тупиковых ответвлений

| Номер участка | Длина, l, м | Q_p , $\text{м}^3/\text{ч}$ | $d_n \times S$, мм | $\Delta p/l$, Па/м | Δp , Па | 1,1 Δp , Па |
|---------------|-------------|-------------------------------|---------------------|---------------------|-----------------|---------------------|
| 2-1 | 202,5 | 11 | 60x3 | 1,1 | 222,75 | 245,025 |
| 10-9 | 202,5 | 27 | 88,5x4(80) | 1,9 | 384,75 | 423,225 |
| 10-15 | 247,5 | 34 | 89x3 | 0,95 | 235,13 | 258,6375 |
| 11-16 | 247,5 | 29 | 88,5x4(80) | 1 | 247,5 | 272,25 |
| 12-17 | 247,5 | 29 | 76x3 | 1,8 | 445,5 | 490,05 |
| 13-18 | 247,5 | 20 | 70x3 | 1,4 | 346,5 | 381,15 |
| 13-14 | 247,5 | 37 | 88,5x4(80) | 1,6 | 396 | 435,6 |
| 4-5 | 247,5 | 14 | 60x3 | 1,7 | 420,75 | 462,825 |

Приложение Г

Расчеты для ГРП 4

Таблица Г.1 - Определение удельных расходов

| Номер контура | Газоснабжаемые зоны | | | Длина питающего контура, м | Удельный путь расход, м ³ /ч·м |
|---------------|---------------------|----------------------------|--------------------------------|----------------------------|---|
| | размер, га | численность населения, чел | размер газа, м ³ /ч | | |
| 36 | 5,0625 | 1012,5 | 81 | 765 | 0,106 |
| 37 | 5,0625 | 1012,5 | 81 | 1080 | 0,075 |
| 38, 39 | 10,125 | 2025 | 162 | 1620 | 0,100 |
| 40 | 4,05 | 810 | 64,8 | 675 | 0,096 |
| 46 | 5,0625 | 1012,5 | 81 | 495 | 0,164 |
| 47 | 5,0625 | 1012,5 | 81 | 765 | 0,106 |
| 48 | 5,0625 | 1012,5 | 81 | 765 | 0,106 |
| 49 | 5,0625 | 1012,5 | 81 | 765 | 0,106 |
| 50 | 4,05 | 810 | 64,8 | 450 | 0,144 |
| Итого | | | 777,6 | | |

Таблица Г.2 - Определение расчетных расходов участков сети

| Номер участка | Длина участка, м | Удельный путь расход газа м ³ /(ч·м) | Расход газа, м ³ /ч | | | |
|---------------|------------------|---|--------------------------------|--------------------|----------------|----------------|
| | | | Q _п | 0,55Q _п | Q _т | Q _р |
| 2-1 | 247,5 | 0,096 | 24 | 13 | | 13 |
| 2-6 | 135 | 0,171 | 23 | 13 | | 13 |
| 2-3 | 270 | 0,075 | 20 | 11 | 47 | 58 |
| 4-5 | 202,5 | 0,106 | 21 | 12 | | 12 |
| 4-8 | 135 | 0,206 | 28 | 15 | | 15 |
| 3-4 | 540 | 0,1 | 54 | 30 | 49 | 79 |
| 7-3 | 135 | 0,175 | 24 | 13 | 170 | 183 |
| 10-9 | 247,5 | 0,24 | 59 | 33 | | 33 |
| 10-6 | 135 | 0,171 | 23 | 13 | | 13 |
| 10-15 | 247,5 | 0,25 | 62 | 34 | | 34 |
| 11-10 | 270 | 0,181 | 49 | 27 | 85 | 112 |
| 11-16 | 247,5 | 0,212 | 52 | 29 | | 29 |
| 12-17 | 247,5 | 0,212 | 52 | 29 | | 29 |
| 13-14 | 202,5 | 0,27 | 55 | 30 | | 30 |
| 13-8 | 135 | 0,206 | 28 | 15 | | 15 |
| 13-18 | 247,5 | 0,27 | 67 | 37 | | 37 |
| 12-13 | 270 | 0,206 | 56 | 31 | 95 | 125 |
| 11-12 | 270 | 0,206 | 56 | 31 | | 31 |
| 7-11 | 135 | 0,175 | 24 | 13 | 559 | 572 |

Продолжение приложения Г

После определения расходов газа по участкам сети проверяется правильность распределения транзитных расходов газа. Для этого определяется расход газа, выходящего из ГРП:

- 1) участок 7-3: $Q_{грп-7} = (Q_{п} + Q_{тр})_{уч.7-3} = (24 + 170) = 194$
 - 2) участок 7-11: $Q_{грп-7} = (Q_{п} + Q_{тр})_{уч.7-11} = (24 + 559) = 583$
- Всего: $194 + 583 = 777 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Необходимое потребление газа составляет $777,6 \text{ м}^3/\text{ч}$ (таблица Г.1), что незначительно отличается от расхода газа, выходящего из ГРП.

Таблица Г.3 - Гидравлический расчет кольцевой сети

| Номер кольца | Участки | | | | Предварительное распределение расходов | | | |
|-----------------|--|----------------------------------|----------------------------|----------------------------------|---|---|--|------------------------|
| | номер | номер соседне го кольца | длина участк а, l, м | диаметр $d_n \times$ S , мм | расход газа, Q_p , $\text{м}^3/\text{ч}$ | удельн ые потери давлени я $\Delta p/l$, Па/м | потери давлени я Δp , Па | $1,1 \Delta p$, Па |
| I | 6-2 | | 135 | 60x3,5(50) | -13 | 1,7 | -229,5 | -252,45 |
| | 3-2 | | 270 | 108x4 | -54 | 0,95 | -256,5 | -282,15 |
| | 7-3 | II | 135 | 159x4,5 | -184 | 1,4 | -189 | -207,9 |
| | 10-6 | | 135 | 60x3,5(50) | 13 | 1,7 | 229,5 | -252,45 |
| | 11-10 | | 270 | 133x4 | 112 | 1,2 | 324 | -356,4 |
| | 7-11 | II | 135 | 273x7 | 543 | 0,65 | 87,75 | -96,525 |
| | $\delta = (33,75/(0,5 \cdot 1316,25)) \cdot 100 \% = 5,1 \%$ | | | | | | | -33,75 |
| II | 7-3 | I | 135 | 159x4,5 | 184 | 1,2 | 162 | 178,2 |
| | 3-4 | | 540 | 133x4 | 84 | 0,85 | 459 | 504,9 |
| | 4-8 | | 135 | 70x3 | 15 | 0,85 | 114,75 | 126,225 |
| | 7-11 | I | 135 | 273x7 | -543 | 1,1 | -148,5 | 163,35 |
| | 11-12 | | 270 | 88,5x4(80) | -31 | 1,1 | -297 | 326,7 |
| | 12-13 | | 270 | 133x4 | -95 | 0,9 | -243 | 267,3 |
| | 13-8 | | 135 | 70x3 | -15 | 0,85 | -114,75 | 126,225 |
| | $\delta = (-67,5/(0,5 \cdot 1539)) \cdot 100 \% = 8,8 \%$ | | | | | | | -67,5 |

Продолжение приложения Г

Таблица Г.4 - Расчет тупиковых участков

| Номер участка | Длина, l, м | Q_p , м ³ /ч | $d_n \times S$, мм | $\Delta p/l$, Па/м | Δp , Па | $1,1\Delta p$, Па |
|---------------|-------------|---------------------------|---------------------|---------------------|-----------------|--------------------|
| 2 1 | 202,5 | 11 | 60x3 | 1,1 | 222,75 | 245,025 |
| 10 9 | 202,5 | 27 | 88,5x4(80) | 1,9 | 384,75 | 423,225 |
| 10 15 | 247,5 | 34 | 89x3 | 0,95 | 235,13 | 258,6375 |
| 11 16 | 247,5 | 29 | 88,5x4(80) | 1 | 247,5 | 272,25 |
| 12 17 | 247,5 | 29 | 76x3 | 1,8 | 445,5 | 490,05 |
| 13 18 | 247,5 | 20 | 70x3 | 1,4 | 346,5 | 381,15 |
| 13 14 | 247,5 | 37 | 88,5x4(80) | 1,6 | 396 | 435,6 |
| 4 5 | 247,5 | 14 | 60x3 | 1,7 | 420,75 | 462,825 |

Приложение Д

Таблица Д.1 - Расчет кольцевых газовых сетей среднего давления

| Показатели участка | | | Предварительное распределение расходов | | | Окончательное распределение расходов | | |
|--------------------|-----------------------------|-----------------------|--|--------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| № | диаметр $d_n \times S$, мм | длина участка l , м | $Q_{уч}$, м ³ /ч | $\delta p^2/l$, кПа ² /м | δp^2 , кПа ² | $1,1 \delta p^2$, кПа ² | P_n , кПа ² | P_k , кПа ² |
| 1-2 | 426x9 | 1035 | 10519 | 1,2 | 1242 | 1366,2 | 400 | 398 |
| 2-3 | 426x9 | 270 | 9345 | 1 | 270 | 297 | 398 | 397,6 |
| 3-4 | 426x9 | 540 | 8795 | 1 | 540 | 594 | 397,6 | 396,8 |
| 1-9 | 426x9 | 1035 | 9542 | 1 | 1035 | 1138,5 | 400 | 399 |
| 9-8 | 426x9 | 1350 | 8764 | 1 | 1350 | 1485 | 399 | 397 |
| 8-7 | 426x9 | 270 | 7986 | 1 | 270 | 297 | 397 | 396,6 |
| 7-6 | 426x9 | 1035 | 7943 | 1 | 1035 | 1138,5 | 396 | 396 |
| 6-5 | 426x9 | 765 | 7030 | 1 | 765 | 841,5 | 395 | 394 |
| 5-4 | 325x8 | 540 | 5864 | 1,6 | 864 | 950,4 | 394 | 393 |

Приложение Е

Гидравлический расчет и подбор оборудования ГРП-2

Подобрать оборудование и контрольно-измерительные приборы для сетевого газорегуляторного пункта пропускной способностью 1166,4 м³/ч (при нормальных условиях) и избыточном давлении газа на входе 100 кПа. Давление на выходе 3 кПа. Плотность природного газа $\rho = 0,73 \text{ кг/м}^3$.

Решение

1 Потери в газопроводе, пробковых кранах, предохранительном запорном клапане и фильтре предварительно оценим 7 кПа. Перепад давления на клапане будет равен

$$\Delta P = 100 - 7 = 93 \text{ кПа.}$$

2 Определяется режим работы регулятора давления

$$\frac{\Delta P}{P_1} = \frac{93}{200} = 0,465 > 0,5$$

Следовательно, условие течения газа через клапан регулятора давления докритическое.

3 Вычисляется коэффициент пропускной способности по формуле

$$k_v = \frac{1166,4}{5260 \cdot 0,8 \cdot \sqrt{0,2 \cdot 0,08 / (0,73 \cdot 273 \cdot 1)}} = 31$$

Из методики [1] следует, что для регулятора РДУК-200-100/50 $K_v = 38$.

Гидравлический расчет и подбор оборудования ГРП-3

Подобрать оборудование и контрольно-измерительные приборы для сетевого газорегуляторного пункта пропускной способностью 777,6 м³/ч (при нормальных условиях) и избыточном давлении газа на входе 100 кПа. Давление на выходе 3 кПа. Плотность природного газа $\rho = 0,73 \text{ кг/м}^3$.

Решение

1 Потери в газопроводе, пробковых кранах, предохранительном запорном клапане и фильтре предварительно оценим 7 кПа. Перепад давления на клапане будет равен

$$\Delta P = 100 - 7 = 93 \text{ кПа.}$$

2 Определяется режим работы регулятора давления

Продолжение приложения Е

$$\frac{\Delta P}{P_1} = \frac{93}{200} = 0,465 > 0,5$$

Следовательно, условие течения газа через клапан регулятора давления докритическое.

3 Вычисляется коэффициент пропускной способности по формуле

$$k_V = \frac{777,6}{5260 \cdot 0,8 \cdot \sqrt{0,2 \cdot 0,08 / (0,73 \cdot 273 \cdot 1)}} = 21$$

Из методики [1] следует, что для регулятора РД-50-64 $K_v = 22$.

Гидравлический расчет и подбор оборудования ГРП-4

Подобрать оборудование и контрольно-измерительные приборы для сетевого газорегуляторного пункта пропускной способностью 777,6 м³/ч (при нормальных условиях) и избыточном давлении газа на входе 100 кПа. Давление на выходе 3 кПа. Плотность природного газа $\rho = 0,73$ кг/м³.

Решение

1 Потери в газопроводе, пробковых кранах, предохранительном запорном клапане и фильтре предварительно оценим 7 кПа. Перепад давления на клапане будет равен

$$\Delta P = 100 - 7 = 93 \text{ кПа.}$$

2 Определяется режим работы регулятора давления

$$\frac{\Delta P}{P_1} = \frac{93}{200} = 0,465 > 0,5$$

Следовательно, условие течения газа через клапан регулятора давления докритическое.

3 Вычисляется коэффициент пропускной способности по формуле

$$k_V = \frac{777,6}{5260 \cdot 0,8 \cdot \sqrt{0,2 \cdot 0,08 / (0,73 \cdot 273 \cdot 1)}} = 21$$

Из методики [1] следует, что для регулятора РД-50-64 $K_v = 22$.