Негосударственное образовательное учреждение
высшего образования
Московский технологический институт

Факультет *Техники и современных технологий* Кафедра *Строительства*

Уровень образования *Бакалавриат*

Направление 08.03.01 *Строительство*

Направленность (профиль) *Теплогазоснабжение и вентиляция*

Выпускная квалификационная работа

на тему:

«Реконструкция системы централизованного газоснабжения для района в г. Видное»

Выполнил: студент Михлина Бэла Соломоновна _____
(И.,О., Фамилия) *(подпись)*

Руководитель:
д.т.н. проф. _____ Ефремов Герман Иванович
(должность, ученая степень, ученое звание) *(подпись)* *(И.,О., Фамилия)*

Допущен к защите
Зав. кафедрой Строительства
к.т.н. _____ Геллер Юлия Александровна
(подпись) *(И.,О., Фамилия)*

Москва 2018 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4

ГЛАВА 1. РЕКОНСТРУКЦИЯ СИСТЕМЫ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ РАЙОНА В Г. ВИДНОЕ 6

1.1. Характеристика района города и исходные данные 6

1.2. Расчет основных характеристик газа 7

1.3. Расчет численности населения и часового расхода газа на микрорайон 8

1.4. Расчет расходов газа 16

1.4.1. Трассировка кольцевой сети после реконструкции 16

1.4.2. Расчет удельных путевых расходов газа по участкам сети 18

1.4.3. Определение расчетных часовых расходов газа по участкам сети низкого давления 20

1.5. Гидравлический расчет сети газоснабжения 31

1.6. Подбор оборудования ГРП 34

ГЛАВА 2. ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА 40

2.1. Технологическая карта на прокладку газопровода 40

2.1.1. Область применения 40

2.1.2. Определение объемов земляных, изоляционных и железобетонных работ 40

2.1.3. Выбор комплекта машин и механизмов 48

2.1.4. Калькуляция затрат труда и машинного времени 49

2.1.5. Контроль качества работ 56

2.2. Организация строительного производства 56

2.2.1. Расчет площадей складов 60

2.2.2. Расчет потребности во временных сооружениях 60

2.2.3. Расчет потребности в ресурсах 61

2.2.4. Технико-экономические показатели 63

ГЛАВА 3. БЕЗОПАСНОСТЬ РЕШЕНИЙ ПРОЕКТА, ЭКОНОМИКА И ЭКОЛОГИЯ 65
3.1. Экономическая часть 65
3.2. Безопасность труда 74
3.3. Охрана окружающей среды 82
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 86
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 88

ВВЕДЕНИЕ

Газификация города Видное Московской области началась с 1951 года. Основное развитие газовой системы города получило в 60-70-е годы.

В настоящее время есть износ основных фондов, что приводит к снижению технической производительности газотранспортной системы. Больше половины газопроводов эксплуатируется в течении 30-40 лет. Естественно возникает необходимость проведения специальных технических программ по диагностике, ремонтным работам и реконструкции объектов, проведению комплексных мероприятий по ремонту и модернизации состовляющих элементов газопроводов.

Система газоснабжения должна обеспечивать бесперебойную подачу газа потребителям, быть безопасной в эксплуатации, удобной в обслуживании, а также предусматривать возможность отключения участков газопровода для проведения ремонтно-восстановительных и аварийных работ.

Именно из этого следует актуальность данной работы.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка проекта реконструкции газоснабжения населенного пункта в соответствии с требованиями нормативно-технической документации в области газоснабжения. .

Для достижения цели предстоит решить следующие задачи:

- произвести расчет часового и годового расхода газа жилыми и коммунальными потребителями микрорайона;

- произвести гидравлический расчет газопроводов низкого и среднего давления;

- разработать технологическую карту на прокладку газопровода, рассмотреть вопросы организации строительного производства;

- разработать сметную документацию на прокладку сети газоснабжения, представить технико-экономические показатели проекта;

- рассмотреть вопросы охраны труда и экологии при производстве работ.

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованной литературы:

- в первой главе изучаются характеристики района строительства, представляются исходные данные проекта; выполняются научные исследования в сфере газоснабжения; выполняется расчет численности населения и часового расхода газа, определение годового потребления газа, трассировка кольцевой сети, расчет удельных путевых расходов газа по участкам сети, определение расчетных часовых расходов газа по участкам сети низкого давления, гидравлический расчет сети низкого давления и среднего давления;

- во второй главе выполняется проектирование технологии и организации строительства, производится выбор машин и механизмов для производства работ, разрабатывается технологическая карта на прокладку газопровода, разрабатывается календарный план строительства объекта;

- в третьей главе разрабатываются мероприятия по охране труда, по технике безопасности и пожарной безопасности при прокладке газопровода; разрабатываются мероприятия по охране окружающей среды, мероприятия по рекультивации земель и утилизации отходов; выполняются сметные расчеты стоимости строительства, приводятся технико-экономические показатели проекта;

- в заключении приводятся обобщенные итоги теоретической и практической разработки темы, отражается результат решения поставленных во введении задач, формулируются выводы, предложения и рекомендации по использованию результатов работы;

- в списке использованной литературы приводится в алфавитном порядке перечень всех источников литературы, в том числе электронных, использованных при написании выпускной квалификационной работы.

ГЛАВА 1. РЕКОНСТРУКЦИЯ СИСТЕМЫ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ РАЙОНА В Г. ВИДНОЕ

1.1. Характеристика района города и исходные данные

Район строительства - г. Видное Московской области.

Район строительства в соответствии с СП 131.13330.2012 «Строительная климатология» и СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия» характеризуется следующими климатическими условиями, представленными в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Климатологическая характеристика места строительства

Наименование	Показатели	Источник
1	2	3
Климатический подрайон	I В	[1]
Расчетная температура для проектирования ограждающих конструкций, °С:		
1) абсолютная минимальная	-32	То же
2) средняя наиболее холодных суток	-28	"
3) средняя наиболее холодной пятидневки (с обеспеченностью 0,92)	-27	"
Зона влажности	сухая	"
Внутренняя расчетная температура, °С	20	-
Внутренняя относительная влажность воздуха, %	64	-
Продолжительность отопительного периода, сут.	212	[1]
Средняя температура наружного воздуха отопительного периода, °С	-3,4	“
Количество осадков за холодный период	187	
за теплый период	114	
Преобладающее направление ветра за холодный период	ЮВ	
за теплый период	ЮВ, В	
Максимальная из средних скоростей ветра, м/с	7,2	

Жилой район застроен зданиями различной этажности.

В домах устанавливаются газовые плиты для приготовления пищи, а также проточные газовые водонагреватели для приготовления горячей воды при центральном отоплении. Частично предусматривается установка газовых плит и централизованное горячее водоснабжение.

Кроме того, во всех квартирах устанавливаются счетчики расхода газа.

В районе имеются мелкие коммунально-бытовые – предприятия общественного питания (столовые, рестораны, кафе) и учреждения здравоохранения.

Так же имеются крупные коммунально-бытовые потребители (бани, прачечные, предприятия по выпечке хлебобулочных изделий, котельные), которые питаются газом от газопровода среднего давления.

1.2. Расчет основных характеристик газа

Низшая теплота сгорания газа вычисляется как сумма произведений теплоты сгорания компонента на его объемную долю в 1 м^3 по формуле:

$$Q_н^c = 0{,}01\ (35{,}84CH_4 + 63{,}73C_2H_6 + 93{,}37C_3H_8 + 123{,}77C_4H_{10} + \quad +$$

$$146{,}34C_5H_{12}),\ Мдж/м^3$$

$$Q_н^c = 0{,}01\ (35{,}84*89{,}0 + 63{,}73*4 + 93{,}37*1{,}0 + 123{,}77*0{,}1 +$$

$$+ 146{,}34*1{,}3) = 37{,}41\ Мдж/м^3$$

Таблица 1.2

Состав газа

Состав газа, % по объему						
CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	C_5H_{12}	CO_2	N_2 и редкие газы
89,0	4,0	1,0	0,1	1,3	4,0	0,6

Плотность газа вычисляется как сумма произведений составляющих на долю его объема в 1м^3 газа:

$$p_г = 0{,}01(0{,}717\ CH_4 + 1{,}357C_2H_6 + 2{,}019C_3H_8 + 2{,}703C_4H_{10} + 3{,}221C_5H_{12} + \\ + 1{,}977CO_2 + 1{,}25N_2),\ кг/м^3$$

$$p_г = 0{,}01(0{,}717*89{,}0 + 4*1{,}357 + 2{,}019*1 + 2{,}703*0{,}1 + 3{,}221*1{,}3 + \\ + 1{,}977*4{,}0 + 1{,}25*0{,}6) = 0{,}844\ \ кг/м^3$$

Относительная плотность газа по воздуху вычисляется по формуле:

$$S = p_г / p_в = 0{,}844/1{,}293 = 0{,}653\ м^3/м^3$$

Теоретически требуемое количество воздуха для сгорания 1 м^3 газа при α = 1 определим по уравнению реакции горения в воздухе углеводородных газов:

$$V_0 = 0{,}01\sum(4{,}76*((n + m/4)*CnHm)),\ м^3 / м^3$$

$$V_0 = 0{,}01*(4{,}76*((1 + 4/4)*89{,}0 + (2 + 6/4)*4 + (3 + 8/4)*1 + (4 + 10/4)*0{,}1+ \\ + (5+12/4)*1{,}3)) = 9{,}903\ м^3 / м^3$$

Таблица 1.3

Характеристика газа при нормальных условиях

Низшая теплота сгорания $Q_н^c$, МДж/м^3	Относительная плотность S, м^3/м^3	Теоретически необходимое количество воздуха V_0, м^3/м^3
37,63	0,653	9,903

1.3. Расчет численности населения и часового расхода газа на микрорайон

Расходы теплоты приведены в МДж, отнесенные к потреблению одним человеком в год или условному показателю в год.

Так расход газа в квартирах приведен в МДж в год на 1 человека, потребление в учреждениях здравоохранения дано в МДж в год на 1 койку в год, расход газа на стирку белья, мытье в банях, приготовление пищи в

столовых и выпечку хлеба приведен в МДж на единицу условного показателя.

Такое разнообразие единиц измерения создает трудности при расчете годового потребления газа.

Поэтому целесообразно методики расчета годового потребления газа рассмотреть для каждой группы потребителей.

Потребление газа в квартирах

Расход газа на приготовление пищи на газовой плите в домашних условиях:

$$V_{год}^{пп} = N \cdot K_1 \cdot \frac{Q_1}{Q_н^р \cdot \eta} \cdot 10^3 \text{, м}^3\text{/год,}$$

где $V_{год}^{пп}$ – годовой расход газа на приготовление пищи в домашних условиях, м^3/год;

N - число жителей города, чел;

K_1 = 0,85 - коэффициент охвата жителей, пользующихся газом для приготовления пищи в домашних условиях;

Q_1 = 2800 МДж/(чел·год) - норма расхода теплоты на приготовление пищи в домашних условиях;

$Q_н^р$ = 37635 кДж/м^3-низшая теплота сгорания;

η = 0,8 - коэффициент полезного действия газовой плиты.

Численность населения города является основным параметром для укрупненного расчета потребления тепла и топлива.

$$N = n \cdot S$$

где *n* – плотность населения, чел/га;

S – площадь застройки города, га – определяется по генплану.

По результатам расчета строится таблица 1.4.

Таблица 1.4

Расчет числа жителей

№ квартала	Площадь	Численность населения
1	1,02	117
2	1,23	141
3	1,13	130
4	1,25	144
5	1,78	205
6	2,34	269
7	2,12	244
8	1,56	179
9	2,48	285
10	1,28	147
11	1,56	179
12	3,12	359
13	2,67	307
14	2,45	282
15	1,47	169
16	1,88	216
17	1,35	155
18	2,65	305
19	1,56	179
20	1,38	159
21	1,48	170
22	1,43	164
23	1,78	205
24	2,34	269
25	2,67	307
26	2,88	331
27	2,14	246
28	2,15	247
29	2,18	251
30	1,78	205
31	1,56	179
32	1,34	154
33	3,21	369
34	2,65	305
35	2,14	246
36	2,56	294
37	2,46	283
38	2,33	268
39	2,33	268
40	2,78	320
41	2,13	245
42	1,65	190
43	1,45	167
44	1,35	155
45	1,34	154

№ квартала	Площадь	Численность населения
46	1,56	179
47	1,78	205
48	1,65	190
49	1,45	167
50	1,42	163
51	2,54	292
52	2,34	269
53	2,33	268
54	2,45	282
55	2,67	307
56	2,69	309
57	2,13	245
58	2,34	269
59	2,02	232
60	2,12	244
61	1,77	204
62	1,67	192
63	1,67	192
64	1,68	193
65	1,56	179
66	1,58	182
67	1,58	182
68	2,45	282
69	2,58	297
70	2,49	286
71	2,18	251
72	2,13	245
73	2,33	268
74	2,24	258
75	2,11	243
76	1,67	192
77	1,67	192
78	1,43	164
79	1,98	228
80	2,34	269
81	2,65	305
82	2,78	320
83	2,12	244
84	2,27	261
85	2,11	243
86	2,31	266
87	2,22	255
88	2,11	243
89	1,78	205
90	1,78	205
91	1,93	222
92	1,93	222
93	1,95	224

№ квартала	Площадь	Численность населения
94	2,13	245
95	2,16	248
96	2,17	250
97	1,78	205
98	1,67	192
99	1,65	190
100	2,34	269
101	2,35	270
102	2,22	255
103	2,16	248
104	2,18	251
105	2,16	248
106	2,45	282
107	2,45	282
108	1,99	229
109	1,94	223
110	1,78	205
111	1,86	214
112	1,67	192
113	1,87	215
114	1,89	217
115	1,98	228
116	2,34	269
117	2,15	247
118	2,17	250
119	2,17	250
120	2,1	242
121	2,32	267
122	2,06	237
123	2,04	235
124	1,78	205
125	1,76	202
126	1,98	228
127	1,76	202
128	1,87	215
129	1,78	205
130	1,88	216
131	1,82	209
132	1,78	205
133	1,92	221
134	1,69	194
135	1,82	209
136	1,88	216
137	2,29	263
138	2,35	270
139	2,28	262
140	2,78	320
141	2,88	331

№ квартала	Площадь	Численность населения
142	2,76	317
143	2,78	320
144	2,75	316
145	2,14	246
146	2,03	233
147	1,99	229
148	2,04	235
149	3,07	353
150	3,12	359
151	3,06	352
152	2,02	232
153	2,06	237
154	2,32	267
155	1,26	145
156	1,28	147
157	2,12	244
158	2,32	267
ИТОГО	327	37515

Потребление газа в предприятиях бытового обслуживания

Механизированные прачечные, включая сушку и глаженье белья:

$$V^{мп}_{год} = N \cdot K_{мп} \cdot \frac{0,1 \cdot Q_{мп}}{Q_{нр} \cdot \eta}$$, м^3/год,

где $V^{мп}_{год}$- годовой расход газа на механизированные прачечные, м^3/год;

$K_{мп}$ = 0,1- коэффициент обеспечения населения, пользующегося услугами механизированных прачечных;

$Q_{мп}$ = 18800 МДж/(год·т)-норма расхода теплоты на 1 т сухого белья;

η = 0,75 - коэффициент полезного действия газоиспользующих установок механизированных прачечных;

$$V^{мп}_{год} = 0,1 \cdot 155383 \cdot \frac{0,1 \cdot 18800}{37635 \cdot 0,75} = 1194838,3$$ м^3/год

Дезинфекция белья и одежды:

$$V^{дез}_{год} = N \cdot K_{дез} \cdot \frac{0,1 \cdot Q_{дез}}{Q_{нр} \cdot \eta},$$ м^3/год

где $V^{дез}_{год}$- годовой расход газа на дезинфекцию белья и одежды, м^3/год;

$K_{дез}$=0,1- коэффициент обеспечения механизированными прачечными;

$Q_{дез}$=2240 МДж/(год·т)-норма расхода теплоты на 1 т сухого белья;

$$V^{дез}_{год} = 0{,}1 \cdot 155383 \cdot \frac{0{,}1 \cdot 2240}{37635 \cdot 0{,}75} = 1194838{,}3 \text{ м}^3/\text{год}$$

Немеханизированные прачечные с сушильными шкафами:

$$V^{нп}_{год} = N \cdot K_{нп} \cdot \frac{0{,}1 \cdot Q_{нп}}{Q_{нр} \cdot \eta}, \text{ м}^3/\text{год}$$

где $V^{нп}_{год}$- годовой расход газа на немеханизированные прачечные, м^3/год;

$K_{нп}$=0,2- коэффициент охвата населения, пользующегося услугами немеханизированных прачечных;

$Q_{нп}$=12600 МДж/(год·т)-норма расхода теплоты на 1 т сухого белья;

η=0,65 - коэффициент полезного действия газоиспользующих установок немеханизированных прачечных;

$$V^{нп}_{год} = 0{,}2 \cdot 155383 \cdot \frac{0{,}1 \cdot 12600}{37635 \cdot 0{,}65} = 1847990{,}5 \text{ м}^3/\text{год}$$

Расход газа на бани:

$$V^{б}_{год} = N \cdot K_{б} \cdot 52 \cdot \frac{(K_{в} \cdot Q_{в} + K_{д} \cdot Q_{д})}{Q_{нр} \cdot \eta}, м^3/год,$$

где $V^{б}_{год}$- годовой расход газа на помывки в банях, м^3/год;

$K_{б}$=0,2; $K_{в}$=0,1; $K_{д}$=0,9- коэффициенты охвата населения, пользующегося банями, ванной или душем;

$Q_{в}$=50 МДж/(год·т), $Q_{д}$=40 МДж/(год·т) -норма расхода теплоты на 1 помывку в ванной или душе;

η=0,65 - коэффициент полезного действия газоиспользующих установок;

$$V^{б}_{год} = 0{,}2 \cdot 155383 \cdot 12600 \cdot \frac{(50 \cdot 0{,}5 + 40 \cdot 0{,}5)}{37635 \cdot 0{,}65} = 1099994{,}3 \ м^3/год$$

Годовой расход газа на предприятиях общественного питания

Расход газа на приготовление пищи в общественных столовых:

$$V^{оп}{}_{год} = N \cdot K_{оп} \cdot \frac{365 \cdot Q_{оп}}{Q_{нр} \cdot \eta}, м^3/год$$

$$V^{оп}{}_{год} = 155383 \cdot 0.1 \cdot \frac{365 \cdot 8.4}{37635 \cdot 0.6} = 2435754{,}1\, м^3/год,$$

где $V^{оп}{}_{год}$- годовой расход газа на приготовление пищи, м^3/год;

$K_{оп}$ - коэффициент обеспечения населения общественным питанием:

$$K_{оп} = [(1-K_1)+K_{пр}]$$

$K_{пр}$=0,05- коэффициент обеспечения населения общественным питанием;

$Q_{оп}$=8,4 МДж/(год·т)-норма расхода теплоты на приготовление завтрака, обеда и ужина[1];

η=0,6 - коэффициент полезного действия газоиспользующих установок;

Потребление газа в учреждениях здравоохранения

Больницы:

$$V^{б}{}_{год} = N \cdot K_{б} \cdot \frac{(Q_{пп}+Q_{гв})}{Q_{нр} \cdot \eta}, м^3/год,$$

где $K_б$=0,09, $K_{рд}$=0,0015 – число койко-мест на 1000 жителей

$Q_{пп}$=3200 МДж/(год·т), $Q_{гв}$=9200 МДж/(год·т)-норма расхода теплоты на приготовление пищи и горячей воды [1].

$$V^{б}{}_{год} = 155383 \cdot 0.09 \cdot \frac{(3200+9200)}{37635 \cdot 0{,}55} = 9671950{,}2\, м^3/год$$

Родильные дома:

$$V^{рд}{}_{год} = N \cdot K_{рд} \cdot \frac{(Q_{пп}+Q_{гв})}{Q_{нр} \cdot \eta}, м^3/год$$

$$V^{рд}{}_{год} = 155383 \cdot 0.0015 \cdot \frac{(3200+9200)}{37635 \cdot 0{,}55} = 161199{,}2\, м^3/год$$

Расчет годового расхода газа для хлебозаводов и пекарен

Расход газа на выпечку хлебобулочных и кондитерских изделий:

$$V^{хбк}{}_{год} = N \cdot \frac{365 \cdot 0{,}8}{1000} \cdot \frac{Q_{хв} \cdot K_{хв} + Q_{хп} \cdot K_{хп} + Q_{ки} \cdot K_{ки}}{Q_{нр} \cdot \eta}, м^3/год$$

$$V^{хбк}_{год} = 155383 \cdot \frac{365 \cdot 0,8}{1000} \cdot \frac{2500 \cdot 0,3 + 5450 \cdot 0,3 + 7750 \cdot 0,4}{37635 \cdot 0,75} = 10179132,5\, м^3/год$$

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

Расход газа на отопление жилых и общественных зданий:

$$V_{год}{}^{o} = 24 \cdot (1 + K) \cdot \frac{(t_{вн} - t_{ср.о})}{(t_{вн} - t_{ро})} \cdot \frac{q \cdot F_{ж} \cdot n_o}{Q^{p}_{н} \cdot \eta}, м^3/год,$$

где K = 0,25- коэффициент, учитывающий расход теплоты на отопление и вентиляцию общественных зданий;

$F_ж$ –жилая площадь отапливаемых зданий, м^2:

$$F_ж = N \cdot f, м^2$$

Здесь: f=9 м^2 – принятая норма жилой площади на 1 человека.

$$F_ж = 155383 \cdot 9 = 1398447 м^2$$

$$V_{год}{}^{o} = 24 \cdot (1 + 0,25) \cdot \frac{(18 + 6,7)}{(18 + 37)} \cdot \frac{0,503 \cdot 1398447 \cdot 149 \cdot 10^3}{37635 \cdot 0,8} = 46062610 м^3 / год$$

1.4. Расчет расходов газа

1.4.1. Трассировка кольцевой сети после реконструкции

На территории поселений прокладка наружных газопроводов предусматривается, как правило, подземной в соответствии с СП 42.13330.2011 [1]. Надземная прокладка газопроводов не допускается.

Минимальное расстояние по горизонтали от подземных и наземных (в насыпи) газопроводов до зданий следует принимать в соответствии со СНиП.

Также при всех равных условиях и соблюдении требований нормативной литературы предпочтение следует отдавать наиболее экономически выгодному варианту. Критерием выбора того или иного варианта должен являться оптимальный баланс между капитальными

вложениями в строительство и эксплуатационными расходами в будущую трассу.

Особое внимание следует уделять перспективам развития системы газоснабжения. Следует выбирать диаметры газопровода с учетом возможной перспективы развития газовой инфраструктуры [14, с. 122].

При выборе трассы следует учитывать требования надежности газовой сети.

Для надежности и бесперебойной работы газовой сети следует увеличивать количество кольцевых участков и уменьшать количество тупиковых участков [2].

Такая политика при выборе трассы газопровода не только повысит надежность газовой сети и обеспечит бесперебойность подачи газа потребителям, но и позволит сохранить запас давления для возможного увеличения нагрузки на газовую сеть, а также позволит обеспечить потребителей газом в случае аварии на трассе и в период ремонтных работ.

Также при всех равных условиях и соблюдении требований нормативной литературы предпочтение следует отдавать наиболее экономически выгодному варианту. Критерием выбора того или иного варианта должен являться оптимальный баланс между капитальными вложениями в строительство и эксплуатационными расходами в будущую трассу.

Особое внимание следует уделять перспективам развития системы газоснабжения. Следует выбирать диаметры газопровода с учетом возможной перспективы развития газовой инфраструктуры.

При выборе трассы следует учитывать требования надежности газовой сети. Для надежности и бесперебойной работы газовой сети следует увеличивать количество кольцевых участков и уменьшать количество тупиковых участков.

1.4.2. Расчет удельных путевых расходов газа по участкам сети

Цель гидравлического расчета определить диаметр участков сети и их сопротивление. Общие сопротивление сети от ГРП до точки встречи должно быть не более 1,8 кПа. Бытовые приборы, газовые счетчики и нагреватели, котлы рассчитаны на номинальное давление 2 кПа. Приборы могут работать с давлением 150% от $P_{ном}$ и до 60% $P_{ном}$, т.е.

$$P_{мах} = 150/100 * P_{ном} = 1,5*2,0 = 3 \text{ кПа}$$

$$P_{min} = 0,6*P_{ном} = 0,6*2,0 = 1,2 \text{ кПа}$$

На выходе из ГРП давление газа должно быть не более 3,0 кПа, у самого последнего потребителя не менее 1,2 кПа, поэтому максимальное падение которое мы можем допустить в газопроводах от ГРП до самого потребителя составит:

$$\Delta P = P_{мах} - P_{min} = 3,0 – 1,2 = 1,8 \text{ кПа}$$

В [3] предлагается эти 1,8 кПа распределить следующим образом 1,2 кПа - на уличное и внутри квартальное газоснабжение;

0,6 кПа - дворовые и внутренние газопроводы.

Для уличных сетей учет местных сопротивлений сделан 10% от потерь напора по длине, поэтому для определения $R_{ср}$ (удельных потерь по длине) исключаем из 1,2 кПа 10% на местное сопротивление, т.е. 0,12 кПа, на сопротивление по длине остается 0,12 кПа, поэтому

$$R_{ср} = 1200*0,9 / \Sigma l = 1080/\Sigma l$$

Невязку гидравлического сопротивления двух «параллельных» участков допускается принимать не более 10%.

Для газоснабжения принимается разветвленная (или кольцевая) сеть, наиболее целесообразная для данной застройки. Число врезок в распределительный газопровод соответствует числу вводов в жилое здание, т.е. количеству секций в нем [6].

Гидравлическое сопротивление газопроводов, состоящих из нескольких участков с различными значениями расхода (В) и диаметра (d), вычисляют отдельно для каждого участка l1, l2 и т.д.

Удельный путевой расход для каждого кольца определяем по формуле:

$$q_{уд.пут.} = \Sigma Q_{кв.} / l_к, \text{ где}$$

$\Sigma Q_{кв}$ – сумма расходов газа кварталов, подключаемых к расчетному кольцу, м^3/ч;

$l_к$ – длина расчетного кольца.

Эквивалентный расход на участке составляет некоторую долю путевого расхода газа:

$$Впут = g_{уд} \cdot l_р \quad м^3/час$$

$g_{уд}$ - удельный расход газа в сети мЗ/ч·м.

$l_р$ - расчетная длина участка, м.

$$g_{—Љ} = \frac{e^{max}_{‹€-}}{S\, l_р} \quad м^3/ч{\cdot}м$$

$e^{max}_{‹€-}$ - максимальный расход газа на сеть м^3/час;

$S\, l_р$ - суммарная длина расчетных участков м;

$l_р = l_д$ - при двустороннем отборе газа;

$l_р = 0{,}5 l_д$ - при одностороннем отборе газа;

$l_д$ - действительная длина участка газопровода.

Эквивалентный расход принимаем в размере 50 % от путевого

$$Вэкв = 0{,}5\ Впут \quad м^3/час$$

Для не концевых участков сети следует учитывать транзитные расходы (Втр), составляющие сумму путевых расходов следующих по ходу газа участков:

$$Втр = \Sigma Впут \quad м^3/час$$

Расчетный расход газа складывается из транзитного и эквивалентного данного участка:

$$Вр = Втр + Вэкв \qquad м^3/час$$

На участках питающих сосредоточенных потребителей газа и не имеющих путевого разбора, расчетный расход принимают равным транзитному, т.е. фактическому расходу для данного потребителя.

Определение удельного расхода газа в газопроводе производим в следующей последовательности:

удельный часовой расход газа на одного человека равен 0,05 м3/час·чел

а. Разбиваем всю газоснабжаемую территорию на зоны, которые питаются от определенных контуров.

б. Рассчитываем максимальные часовые расходы для каждой зоны, перемножая плотность зоны, плотность населения и удельный расход газа на одного человека.

в. Подсчитываем суммарную длину питающего контура.

г. Определяем удельные расходы для всех контуров, разделив максимальные часовые расходы газа в зонах на суммарную длину питающих контуров.

1.4.3. Определение расчетных часовых расходов газа по участкам сети низкого давления

Расчетная схема сети низкого давления представлена на листе 2 графической части.

Определяем путевые и эквивалентные расходы газа на каждом участке и заносим в таблицу 1.5, для этого проставляем номера и длины участков, далее удельные путевые расходы.

Таблица 1.5

Гидравлический расчет сети низкого давления

N уч-ка	$\ell_д$	$B_р$	$h_{ср}$	h	d	$h \cdot \ell_д$	$1{,}1 \cdot h \cdot \ell_д$
1	2	3	4	5	6	7	8
I кольцо							
O_1-1	231,3	66,2	1,16	1,45	89х3	335,385	368,924
1-2	231,3	198,5	1,16	1,6	133х4	370,080	407,088
2-3	200,2	429,1	1,16	0,55	219х8	110,110	121,121
3-4	203,2	544,4	1,16	0,85	219х8	172,720	189,992
4-5	54,8	1708,5	1,16	0,9	325х8	49,320	54,252
5-ГРП1	23,7	2024,9	1,16	1,3	325х8	30,810	33,891
	944,5						1175,268
						Невязка:	2,06%
I кольцо							
O_1-6	223	63,8	1,30	1,35	89х3	301,050	331,155
6-7	164,8	151,2	1,30	0,7	140х4,5	115,360	126,896
7-8	203,1	203,8	1,30	1,35	140х4,5	274,185	301,604
8-4	172,8	372,9	1,30	1,8	159х4	311,040	342,144
4-5	54,8	1708,5	1,30	0,9	325х8	49,320	54,252
5-ГРП1	23,7	2024,9	1,30	1,3	325х8	30,810	33,891
	842,2						1189,942
						Невязка:	0,84%
II кольцо							
O_2-14	169,7	24,3	1,45	2,5	57х3	424,250	466,675
14-2	102,7	77,9	1,45	2,2	89х3	225,940	248,534
2-3	200,2	429,1	1,45	0,55	219х8	110,110	121,121
3-4	203,2	544,4	1,45	0,85	219х8	172,720	189,992
4-5	54,8	1708,5	1,45	0,9	325х8	49,320	54,252
5-ГРП1	23,7	2024,9	1,45	1,3	325х8	30,810	33,891
	754,3						1114,465
						Невязка:	7,13%
II кольцо							
O_2-15	87,1	25	2,00	0,9	73,3х4	78,390	86,229
15-16	207,6	97,1	2,00	2,8	89х3	581,280	639,408

N уч-ка	$\ell_д$	$B_р$	$h_{ср}$	h	d	$h \cdot \ell_д$	$1{,}1 \cdot h \cdot \ell_д$
1	2	3	4	5	6	7	8
16-5	227,8	235,7	2,00	1,7	140х4,5	387,260	425,986
5-ГРП1	23,7	2024,9	2,00	1,3	325х8	30,810	33,891
	546,2						1185,514
						Невязка:	1,21%
III кольцо							
$О_3$-16	300	86	1,98	2,2	89х3	660,000	726,000
16-5	227,8	235,7	1,98	1,7	140х4,5	387,260	425,986
5-ГРП1	23,7	2024,9	1,98	1,3	325х8	30,810	33,891
	551,5						1185,877
						Невязка:	1,18%
III кольцо							
$О_3$-13	243,9	34,9	1,17	1,1	76х3	268,290	295,119
13-12	183,7	122,4	1,17	1,45	114х4	266,365	293,002
12-11	183,7	227,5	1,17	0,9	159х4	165,330	181,863
11-4	244,1	598,2	1,17	1,1	219х8	268,510	295,361
4-5	54,8	1708,5	1,17	0,9	325х8	49,320	54,252
5-ГРП1	23,7	2024,9	1,17	1,3	325х8	30,810	33,891
	933,9						1153,488
						Невязка:	3,88%
IV кольцо							
$О_4$-9	150,6	21,6	1,92	2,1	57х3	316,260	347,886
9-8	166,5	66,9	1,92	2	88,5х4	333,000	366,300
8-4	172,8	372,9	1,92	1,8	159х4	311,040	342,144
4-5	54,8	1708,5	1,92	0,9	325х8	49,320	54,252
5-ГРП1	23,7	2024,9	1,92	1,3	325х8	30,810	33,891
	568,4						1144,473
						Невязка:	4,63%
IV кольцо							
$О_4$-10	193,8	55,5	1,44	2,2	76х3	426,360	468,996

N уч-ка	$\ell_д$	$B_р$	$h_{ср}$	h	d	$h \cdot \ell_д$	$1{,}1 \cdot h \cdot \ell_д$
1	2	3	4	5	6	7	8
10-11	240,3	179,7	1,44	1,3	133х4	312,390	343,629
11-4	244,1	598,2	1,44	1,1	219х8	268,510	295,361
4-5	54,8	1708,5	1,44	0,9	325х8	49,320	54,252
5-ГРП1	23,7	2024,9	1,44	1,3	325х8	30,810	33,891
	756,7						1196,129
						Невязка:	0,32%
V кольцо							
O_2-15	87,1	25	1,73	0,9	73,3х4	78,390	86,229
15-16	207,6	97,1	1,73	2,8	89х3	581,280	639,408
16-17	190,4	212,8	1,73	1,2	140х4,5	228,480	251,328
17-18	122,3	302,7	1,73	1,35	159х4	165,105	181,616
18-ГРП2	23,7	2024,6	1,73	1,25	325х8	29,625	32,588
	631,1						1191,169
						Невязка:	0,74%
V кольцо							
O_2-30	156,8	22,6	1,19	0,7	70х3	109,760	120,736
30-22	300	131,4	1,19	0,75	133х4	225,000	247,500
22-20	119	387,3	1,19	2,2	159х4	261,800	287,980
20-19	208,2	745,9	1,19	1,5	219х8	312,300	343,530
19-18	109,3	1655,4	1,19	0,85	325х8	92,905	102,196
18-ГРП2	23,7	2024,6	1,19	1,25	325х8	29,625	32,588
	917						1134,530
						Невязка:	5,46%
V кольцо							
O_2-15	87,1	25	1,26	0,9	73,3х4	78,390	86,229
15-21	249	84,1	1,26	1,1	108х4	273,900	301,290
21-20	189,2	210,1	1,26	1,3	140х4,5	245,960	270,556
20-19	208,2	745,9	1,26	1,5	219х8	312,300	343,530
19-18	109,3	1655,4	1,26	0,85	325х8	92,905	102,196

N уч-ка	$\ell_д$	$B_р$	$h_{ср}$	h	d	$h \cdot \ell_д$	$1{,}1 \cdot h \cdot \ell_д$
1	2	3	4	5	6	7	8
18-ГРП2	23,7	2024,6	1,26	1,25	325х8	29,625	32,588
	866,5						1136,389
						Невязка:	5,30%
VI кольцо							
$О_5$-22	235,6	67,8	1,57	1,6	89х3	376,960	414,656
22-20	119	387,3	1,57	2,2	159х4	261,800	287,980
20-19	208,2	745,9	1,57	1,5	219х8	312,300	343,530
19-18	109,3	1655,4	1,57	0,85	325х8	92,905	102,196
18-ГРП2	23,7	2024,6	1,57	1,25	325х8	29,625	32,588
	695,8						1180,950
						Невязка:	1,59%
VI кольцо							
$О_5$-23	163,7	23,6	1,60	2,1	60х3,5	343,770	378,147
23-24	163,7	70,7	1,60	1,6	89х3	261,920	288,112
24-19	221,5	284,8	1,60	1,3	159х4	287,950	316,745
19-18	109,3	1655,4	1,60	0,85	325х8	92,905	102,196
18-ГРП2	23,7	2024,6	1,60	1,25	325х8	29,625	32,588
	681,9						1117,788
						Невязка:	6,85%
VII кольцо							
$О_6$-25	214,9	30,9	1,37	1,2	70х3	257,880	283,668
25-24	226,4	94,4	1,37	1,4	108х4	316,960	348,656
24-19	221,5	284,8	1,37	1,3	159х4	287,950	316,745
19-18	109,3	1655,4	1,37	0,85	325х8	92,905	102,196
18-ГРП2	23,7	2024,6	1,37	1,25	325х8	29,625	32,588
	795,8						1083,853
						Невязка:	9,68%
VII кольцо							
$О_6$-27	96,7	27,8	1,79	1,2	70х3	116,040	127,644

N уч-ка	$\ell_д$	$B_р$	$h_{ср}$	h	d	$h \cdot \ell_д$	$1{,}1 \cdot h \cdot \ell_д$
1	2	3	4	5	6	7	8
27-26	190,4	305,6	1,79	2,2	140х4,5	418,880	460,768
26-19	190,4	415,1	1,79	2	159х4	380,800	418,880
19-18	109,3	1655,4	1,79	0,85	325х8	92,905	102,196
18-ГРП2	23,7	2024,6	1,79	1,25	325х8	29,625	32,588
	610,5						1142,076
						Невязка:	4,83%
VIII кольцо							
$О_3$-16	300	86	1,71	2,2	89х3	660,000	726,000
16-17	190,4	212,8	1,71	1,2	140х4,5	228,480	251,328
17-18	122,3	302,7	1,71	1,35	159х4	165,105	181,616
18-ГРП2	23,7	2024,6	1,71	1,25	325х8	29,625	32,588
	636,4						1191,532
						Невязка:	0,71%
VIII кольцо							
$О_3$-29	208,5	30	1,07	0,1	114х4	20,850	22,935
29-28	119,1	77	1,07	0,25	140х4,5	29,775	32,753
28-27	175,8	144,7	1,07	0,6	140х4,5	105,480	116,028
27-26	190,4	305,6	1,07	2,2	140х4,5	418,880	460,768
26-19	190,4	415,1	1,07	2	159х4	380,800	418,880
19-18	109,3	1655,4	1,07	0,85	325х8	92,905	102,196
18-ГРП2	23,7	2024,6	1,07	1,25	325х8	29,625	32,588
	1017,2						1186,148
						Невязка:	1,15%
IX кольцо							
$О_1$-1	231,3	66,2	1,16	1,45	89х3	335,385	368,924
1-2	231,3	198,5	1,16	1,6	133х4	370,080	407,088
2-3	200,2	429,1	1,16	0,55	219х8	110,110	121,121
3-4	203,2	544,4	1,16	0,85	219х8	172,720	189,992
4-5	54,8	1708,5	1,16	0,9	325х8	49,320	54,252

N уч-ка	$\ell_д$	$B_р$	$h_{ср}$	h	d	$h \cdot \ell_д$	$1{,}1 \cdot h \cdot \ell_д$
1	2	3	4	5	6	7	8
5-ГРП3	23,7	2024,9	1,16	1,3	325х8	30,810	33,891
	944,5						1175,268
						Невязка:	2,06%
IX кольцо							
O_1-6	223	63,8	1,30	1,35	89х3	301,050	331,155
6-7	164,8	151,2	1,30	0,7	140х4,5	115,360	126,896
7-8	203,1	203,8	1,30	1,35	140х4,5	274,185	301,604
8-4	172,8	372,9	1,30	1,8	159х4	311,040	342,144
4-5	54,8	1708,5	1,30	0,9	325х8	49,320	54,252
5-ГРП3	23,7	2024,9	1,30	1,3	325х8	30,810	33,891
	842,2						1189,942
						Невязка:	0,84%
X кольцо							
O_2-14	169,7	24,3	1,45	2,5	57х3	424,250	466,675
14-2	102,7	77,9	1,45	2,2	89х3	225,940	248,534
2-3	200,2	429,1	1,45	0,55	219х8	110,110	121,121
3-4	203,2	544,4	1,45	0,85	219х8	172,720	189,992
4-5	54,8	1708,5	1,45	0,9	325х8	49,320	54,252
5-ГРП3	23,7	2024,9	1,45	1,3	325х8	30,810	33,891
	754,3						1114,465
						Невязка:	7,13%
X кольцо							
O_2-15	87,1	25	2,00	0,9	73,3х4	78,390	86,229
15-16	207,6	97,1	2,00	2,8	89х3	581,280	639,408
16-5	227,8	235,7	2,00	1,7	140х4,5	387,260	425,986
5-ГРП3	23,7	2024,9	2,00	1,3	325х8	30,810	33,891
	546,2						1185,514
						Невязка:	1,21%
XI кольцо							

N уч-ка	$\ell_д$	$B_р$	$h_{ср}$	h	d	$h \cdot \ell_д$	$1{,}1 \cdot h \cdot \ell_д$
1	2	3	4	5	6	7	8
$О_3$-16	300	86	1,98	2,2	89х3	660,000	726,000
16-5	227,8	235,7	1,98	1,7	140х4,5	387,260	425,986
5-ГРПЗ	23,7	2024,9	1,98	1,3	325х8	30,810	33,891
	551,5						1185,877
						Невязка:	1,18%
XI кольцо							
$О_3$-13	243,9	34,9	1,17	1,1	76х3	268,290	295,119
13-12	183,7	122,4	1,17	1,45	114х4	266,365	293,002
12-11	183,7	227,5	1,17	0,9	159х4	165,330	181,863
11-4	244,1	598,2	1,17	1,1	219х8	268,510	295,361
4-5	54,8	1708,5	1,17	0,9	325х8	49,320	54,252
5-ГРПЗ	23,7	2024,9	1,17	1,3	325х8	30,810	33,891
	933,9						1153,488
						Невязка:	3,88%
XII кольцо							
$О_4$-9	150,6	21,6	1,92	2,1	57х3	316,260	347,886
9-8	166,5	66,9	1,92	2	88,5х4	333,000	366,300
8-4	172,8	372,9	1,92	1,8	159х4	311,040	342,144
4-5	54,8	1708,5	1,92	0,9	325х8	49,320	54,252
5-ГРПЗ	23,7	2024,9	1,92	1,3	325х8	30,810	33,891
	568,4						1144,473
						Невязка:	4,63%
XII кольцо							
$О_4$-10	193,8	55,5	1,44	2,2	76х3	426,360	468,996
10-11	240,3	179,7	1,44	1,3	133х4	312,390	343,629
11-4	244,1	598,2	1,44	1,1	219х8	268,510	295,361
4-5	54,8	1708,5	1,44	0,9	325х8	49,320	54,252
5-ГРПЗ	23,7	2024,9	1,44	1,3	325х8	30,810	33,891

N уч-ка	$\ell_д$	$B_р$	$h_{ср}$	h	d	$h \cdot \ell_д$	$1{,}1 \cdot h \cdot \ell_д$
1	2	3	4	5	6	7	8
	756,7						1196,129
						Невязка:	0,32%
XIII кольцо							
O_2-15	87,1	25	1,73	0,9	73,3х4	78,390	86,229
15-16	207,6	97,1	1,73	2,8	89х3	581,280	639,408
16-17	190,4	212,8	1,73	1,2	140х4,5	228,480	251,328
17-18	122,3	302,7	1,73	1,35	159х4	165,105	181,616
18-ГРП4	23,7	2024,6	1,73	1,25	325х8	29,625	32,588
	631,1						1191,169
						Невязка:	0,74%
XIII кольцо							
O_2-30	156,8	22,6	1,19	0,7	70х3	109,760	120,736
30-22	300	131,4	1,19	0,75	133х4	225,000	247,500
22-20	119	387,3	1,19	2,2	159х4	261,800	287,980
20-19	208,2	745,9	1,19	1,5	219х8	312,300	343,530
19-18	109,3	1655,4	1,19	0,85	325х8	92,905	102,196
18-ГРП4	23,7	2024,6	1,19	1,25	325х8	29,625	32,588
	917						1134,530
						Невязка:	5,46%
XIV кольцо							
O_2-15	87,1	25	1,26	0,9	73,3х4	78,390	86,229
15-21	249	84,1	1,26	1,1	108х4	273,900	301,290
21-20	189,2	210,1	1,26	1,3	140х4,5	245,960	270,556
20-19	208,2	745,9	1,26	1,5	219х8	312,300	343,530
19-18	109,3	1655,4	1,26	0,85	325х8	92,905	102,196
18-ГРП4	23,7	2024,6	1,26	1,25	325х8	29,625	32,588
	866,5						1136,389
						Невязка:	5,30%
XIV кольцо							
O_5-22	235,6	67,8	1,57	1,6	89х3	376,960	414,656

N уч-ка	$\ell_д$	$B_р$	$h_{ср}$	h	d	$h \cdot \ell_д$	$1{,}1 \cdot h \cdot \ell_д$
1	2	3	4	5	6	7	8
22-20	119	387,3	1,57	2,2	159х4	261,800	287,980
20-19	208,2	745,9	1,57	1,5	219х8	312,300	343,530
19-18	109,3	1655,4	1,57	0,85	325х8	92,905	102,196
18-ГРП4	23,7	2024,6	1,57	1,25	325х8	29,625	32,588
	695,8						1180,950
						Невязка:	1,59%
XV кольцо							
$О_5$-23	163,7	23,6	1,60	2,1	60х3,5	343,770	378,147
23-24	163,7	70,7	1,60	1,6	89х3	261,920	288,112
24-19	221,5	284,8	1,60	1,3	159х4	287,950	316,745
19-18	109,3	1655,4	1,60	0,85	325х8	92,905	102,196
18-ГРП4	23,7	2024,6	1,60	1,25	325х8	29,625	32,588
	681,9						1117,788
						Невязка:	6,85%
XV кольцо							
$О_6$-25	214,9	30,9	1,37	1,2	70х3	257,880	283,668
25-24	226,4	94,4	1,37	1,4	108х4	316,960	348,656
24-19	221,5	284,8	1,37	1,3	159х4	287,950	316,745
19-18	109,3	1655,4	1,37	0,85	325х8	92,905	102,196
18-ГРП4	23,7	2024,6	1,37	1,25	325х8	29,625	32,588
	795,8						1083,853
						Невязка:	9,68%
XVI кольцо							
$О_6$-27	96,7	27,8	1,79	1,2	70х3	116,040	127,644
27-26	190,4	305,6	1,79	2,2	140х4,5	418,880	460,768
26-19	190,4	415,1	1,79	2	159х4	380,800	418,880
19-18	109,3	1655,4	1,79	0,85	325х8	92,905	102,196
18-ГРП4	23,7	2024,6	1,79	1,25	325х8	29,625	32,588

N уч-ка	$\ell_д$	$B_р$	$h_{ср}$	h	d	$h \cdot \ell_д$	$1{,}1 \cdot h \cdot \ell_д$
1	2	3	4	5	6	7	8
	610,5						1142,076
						Невязка:	4,83%
XVI кольцо							
$О_З$-16	300	86	1,71	2,2	89х3	660,000	726,000
16-17	190,4	212,8	1,71	1,2	140х4,5	228,480	251,328
17-18	122,3	302,7	1,71	1,35	159х4	165,105	181,616
18-ГРП4	23,7	2024,6	1,71	1,25	325х8	29,625	32,588
	636,4						1191,532
						Невязка:	0,71%
XVI кольцо							
$О_З$-29	208,5	30	1,07	0,1	114х4	20,850	22,935
29-28	119,1	77	1,07	0,25	140х4,5	29,775	32,753
28-27	175,8	144,7	1,07	0,6	140х4,5	105,480	116,028
27-26	190,4	305,6	1,07	2,2	140х4,5	418,880	460,768
26-19	190,4	415,1	1,07	2	159х4	380,800	418,880
19-18	109,3	1655,4	1,07	0,85	325х8	92,905	102,196
18-ГРП4	23,7	2024,6	1,07	1,25	325х8	29,625	32,588
	1017,2						1186,148
						Невязка:	1,15%

1.5. Гидравлический расчет сети газоснабжения

Расчёт газопроводов среднего давления, в которых значительно изменяется давление газа, и следовательно, его скорость и удельный вес, производят по таблицам и номограммам

Сначала определяем среднее значение величины А:

$$A_{-р} = \frac{m_н^2 - m_к^2}{SL_р} \quad \text{ата}^2/\text{км}$$

Аср - средне квадратичное падение давления до наиболее удаленного потребителя;

Рн, Рк - давление в начале и конце рассчитываемого газопровода, ата;

Lр = 1,1 · Lд - расчетная длина газопровода, км.

По таблицам и номограммам для диаметров и расходов газа по участкам подбираем ближайшее к Аср табличное значение А, соответствующее стандартному диаметру труб.

Конечное давление расчетного участка определяют:

$$\text{ò} = \sqrt{\text{ò}^2 - \text{À} \cdot L_{\text{ð}}} \text{ ата}$$

Принимая конечное давление за начальное последующего участка и т.д., находим конечное давление перед каждым ГРП или другим потребителем, сравниваем с требуемым давлением, выполняя условие: Рк ≥ Рктр = 2,5 [2].

Расчет сводим в таблицу 1.6.

Диаметры газопроводов сети принимаем по максимальному из трех режимов. После этого рассчитываем сеть по полукольцам с полными расчетными нагрузками.

Таблица 1.6

Гидравлический расчет сети среднего давления

N уч-ка	В, м³/ч	Длина, км		d, мм	А, ата²/км	А · $\ell_р$	Давление, ата	
		$\ell_д$	$\ell_р$				$Р_н$	$Р_к$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Первый аварийный режим								
ГРС-1	68200,00	0,841	0,925	630х7	3,3	3,053	4	3,598
1-2	81627,62	0,845	0,887	133х4	2,7	2,395	3,598	3,248
2-3	13427,62	1,646	1,728	150х4,5	2,6	4,493	3,248	2,461
3-4	11402,62	1,701	1,786	150х4,5	1,9	3,393	2,461	1,632
4-5	5269,53	1,565	1,643	273х3,	1,4	2,300	1,632	0,603

N уч-ка	B, $м^3/ч$	Длина, км		d, мм	A, $ата^2/км$	$A \cdot \ell_р$	Давление, ата	
		$\ell_д$	$\ell_р$				$Р_н$	$Р_к$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
				5				
5-6	3244,53	0,64	0,672	273х7	3	2,016	0,603	0,452
6-7	3172,95	0,854	0,897	426х9	2,9	2,601	3,611	3,231
7-8	3066,55	1,258	1,321	426х9	2,8	3,699	3,231	2,596
8-9	3172,95	1,5	1,575	520х7	2,9	4,568	3,215	2,402
9-10	3066,55	0,699	0,734	630х7	2,8	2,055	3,548	3,246
10-11	3172,95	0,789	0,828	133х4	2,9	2,401	3,574	3,221
11-12	3066,55	2,548	2,675	630х7	2,8	7,490	1,342	3,237
12-Б	1118,82	0,055	0,058	133х4	1,9	0,110	2,246	2,221
			15,729	$A_{ср}$=	0,620			
Второй аварийный режим								
ГРС-1	68200,00	0,841	0,925	630х7	3,3	3,053	4	3,598
1-12	15580,59	0,729	0,765	325х8	1,4	1,071	3,598	3,446
12-11	9447,50	2,548	2,675	270х5	4,1	10,968	3,446	0,952
11-10	9234,71	0,789	0,828	270х5	3,9	3,229	0,952	3,221
10-9	9091,55	0,699	0,734	270х5	3,7	2,716	3,221	2,767
9-8	8079,05	1,5	1,575	270х5	3	4,725	2,767	1,712
8-7	5012,50	1,258	1,321	270х5	1,2	1,585	1,712	1,160
7-6	4000,00	0,776	0,815	270х5	0,85	0,693	1,160	0,808
6-5	11373,49	0,64	0,672	273х7	3	2,016	0,808	0,452
5-4	11301,91	1,565	1,643	273х3,5	1,4	2,300	0,452	0,603
4-3	9276,91	1,701	1,786	150х4,5	1,9	3,393	0,603	1,632
3-2	3143,82	1,646	1,728	150х4,5	2,6	4,493	1,632	2,461
2-ГРП-2	1118,82	0,035	0,037	133х4	1,9	0,070	2,246	2,230
			15,504	$A_{ср}$=	0,629			
Нормальный режим (первое полукольцо ГРС-1-2-3-4-5-6-7)								
ГРС-1	68200,00	0,841	0,925	630х7	3,3	3,053	4	3,598
1-2	80586,07	0,845	0,887	133х4	2,7	2,395	3,598	3,248

N уч-ка	B, $м^3/ч$	Длина, км		d, мм	A, $ата^2/км$	$A \cdot \ell_р$	Давление, ата	
		$\ell_д$	$\ell_р$				$Р_н$	$Р_к$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2-3	12386,07	1,646	1,728	150х4,5	2,6	4,493	3,248	2,461
3-4	10361,07	1,701	1,786	150х4,5	1,9	3,393	2,461	1,632
4-5	4227,98	1,565	1,643	273х3,5	1,4	2,300	1,632	0,603
5-6	2202,98	0,64	0,672	273х7	3	2,016	0,603	0,452
6-7	2131,40	0,854	0,897	426х9	2,9	2,601	3,611	3,231
7-8	2025,00	1,258	1,321	270х5	1,2	1,585	3,231	2,976
8-Х3	1012,50	0,072	0,076	270х5	1,2	0,091	2,976	2,961
Нормальный режим (второе полукольцо ГРС-1-12-11-10-9)								
ГРС-1	68200,00	0,841	0,925	630х7	3,3	3,053	4	3,598
1-12	38861,77	0,729	0,765	325х8	1,4	1,071	3,598	3,446
12-11	32728,68	2,548	2,675	270х5	4,1	10,968	3,446	0,952
11-10	32515,89	0,789	0,828	270х5	3,9	3,229	0,952	3,221
10-9	32372,73	0,699	0,734	270х5	3,7	2,716	3,221	2,767
9-ТЭЦ-2	31360,23	0,845	0,887	426х8	4,400	3,9028	3,547	2,452
Расчёт ответвлений								
2-ГРП-2	2122,8	0,035	0,037	133х4	3	0,111	2,976	2,957
3-БПК	393,3	0,049	0,051	76х3	8,5	0,434	2,961	2,887
4-ГРП-1	2122,8	0,035	0,037	133х4	8,8	0,326	2,887	2,830
5-ПП	1101,8	0,404	0,424	520х7	8,5	3,604	3,598	3,056
6-ТЭЦ-1	23191	1,045	1,097	378х9	1,2	1,316	2,452	2,167
7-ГРП-3	2122,8	0,032	0,034	133х4	2,6	0,088	2,767	2,751
8-Х3	786	0,072	0,076	108х4	8,8	0,669	3,221	3,115
9-	31360,23	0,845	0,887	426х8	1,2	1,064	2,887	2,696

N уч-ка	B, $м^3/ч$	Длина, км		d, мм	A, $ата^2/км$	$A \cdot \ell_р$	Давление, ата	
		$\ell_д$	$\ell_р$				$Р_н$	$Р_к$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ТЭЦ-2								
10-К	1958,4	0,761	0,799	133х4	8,8	7,031	2,696	0,487
11-ГРП-4	2122,80	0,114	0,120	133х4	8,8	1,056	2,957	2,773
11-Б	1118,82	0,55	0,578	133х4	1,2	0,694	2,751	2,622

1.6. Подбор оборудования ГРП

В распределительной закольцованной сети низкого давления потоки газа устремляются от ГРП (точек с более высоким давлением) к конечным точкам движения, находящимся на границах зоны действия каждого ГРП [17, с. 76].

К этим точкам газ поступает с давлением, меньшим первоначального на величину потерь.

Для ГРП, питающих сеть низкого давления, оптимальная производительность $В_{опт}$=2500-3500 $м^3/ч$, оптимальный радиус действия Rопт = 1,5 км [17, с. 92].

Количество ГРП определяется по формуле:

$$n = \frac{B_{р.ч}^{н.д}}{B_{опт}}$$

$$B_{опт} = \frac{m \cdot e \cdot R_{опт}^2}{5000} \quad м^3/ч \quad \text{- оптимальна часовая нагрузка на ГРП}$$

$$e = \frac{B_{р.ч}^{н.д}}{N}, \quad м^3/ч \quad \text{- удельный часовой расход газа на одного человека}$$

$$R_{опт} = 7,8 \cdot \frac{P^{0,388} \cdot \Delta P^{0,081}}{\phi^{0,245} \cdot (m \cdot e)^{0.143}} \quad \text{- оптимальный радиус действия одного ГРП, м}$$

m – плотность населения, чел/га

Р – стоимость одного ГРП, руб.

ΔР – расчётный перепад давления, мм. вод. ст. ΔР=120 мм. вод. ст.

φ = 0,0075 + 0,003m/100 – коэффициент плотности сети низкого давления.

$$\varphi = 0{,}0075 + 0{,}003 \cdot {}^{300}\!/_{100} = 0{,}0165$$

$$e = \frac{2025}{97354} = 0{,}0208\ м^3/ч$$ на чел.

$$B_{опт} = \frac{300 \cdot 0{,}05895 \cdot 494{,}21^2}{5000} = 1633{,}89\ м^3/ч$$

$$R_{опт} = 7{,}8 \cdot \frac{3500^{0{,}388} \cdot 120^{0{,}081}}{0{,}0165^{0{,}245} \cdot (300 \cdot 0{,}05895)^{0{,}143}} = 4594{,}21\ м$$

$$n = \frac{3125}{863{,}89} = 4{,}3 \approx 4$$

ГРП в зависимости от своего назначения и технических параметров необходимо размещать:

- в пристроенных зданиях;

- встроенным в одноэтажные производственные зданиях и котельные;

- в отдельно стоящих помещениях;

- на открытых газифицируемых производственных зданиях первой и второй степени огнестойкости с негорючим утеплителем;

- на огражденных открытых площадках под навесами на территории производственных объектов [24, с. 96].

Подбор оборудования ГРП

Выбор газового фильтра

Если $Q_{расч}$ ГРП и р1 при плотности газа ρг = 0,73 кг/м^3, отличаются от табличных для выбранного фильтра, то его пропускную способность определяем по формуле:

$$Q = Q_{таб} * \sqrt{\frac{\Delta p * p_1^{абс}}{\Delta p_{таб} * p_{1таб}^{абс}}},$$

где В=0,1 МПа – барометрическое (атмосферное) давление, а индекс «изб» означает что давление – избыточное.

Далее производим подбор регулятора давления.

Если QрасчГРП, р3 и р4 при плотности газа ρг=0,73 кг/м3, не совпадают с табличными для выбранного регулятора, тогда его пропускная способность вычисляется по формуле:

$$Q = 0{,}855*Qт*p1/(p1т*\sqrt{\rho})$$

$$Q = 0{,}855 * Q_T \sqrt{\frac{\Delta p * p_2}{\Delta p_T * \rho * p_{2T}}};$$

где р3абс= р1абс-Δрф-ΔрПЗК;

Δрф – потери давления на газовом фильтре, МПа;

ΔрПЗК =0,002–0,003 МПа – потери давления на ПЗК;

р4абс =0,103 МПа.

Если после пересчета пропускной способности выполняется условие:

$$80*Q \geq Q_{расч} \geq 10*Q,$$

тогда регулятор считаем подобранным, а если нет, то выбираем другой регулятор и осуществляем пересчет пропускной способности.

Таблица 1.7

Подбор оборудования ГРП

ГРП1	ГРП2
Подбор фильтра. Подбор фильтра осуществляется по пропускной способности в зависимости от Рвх Рвх=2,21атм=0,221 мПа Q=2745,94 м3/ч Принимаем фильтр ФВ-200	Подбор фильтра. Подбор фильтра осуществляется по пропускной способности в зависимости от Рвх Рвх=3атм=0,3 мПа Q=1931,14 м3/ч Принимаем фильтр ФВ-200

ГРП1	ГРП2
$\Delta P_{таб} = 5000 Па$ $\Delta P = (1,2 - 1,5)\Delta P_{таб}$ $\Delta P = 1,2 \cdot 5000 = 6000$ $Q = Qт * \sqrt{\frac{\Delta p * p_1^{абс}}{\Delta p_{таб} * p_{1табл}^{абс}}}$ =3500*√(0,006*0,221)/ (0,005*0,2)=4030,3м3/ч 4030,3>2745,94 РФ=Рвх-ΔРф РФ=221000-6000=215000Па=0,215 мПа Р1=Рф-ΔРпзк=215000-2500=212500Па=0,2125мПа Р2=0,103МПа Регулятор давления. Р2/Р1=0,103/0,2125=0,51>0,5 ρ≠0,73 Принимаем РДБК-100 Qт=5650м3/ч Р2таб=0,103МПа ΔР=Р1-Р2=0,2125-0,103=0,1095 ΔР=Р1т-Р2т=0,4-0,005=0,395 Q=0,855*Vт*√(Δр*р2)/(Δр*ρ*р2т), м3/ч Q=0,855*5650*√(0,006*0,103)/(0,005*0,733*0,3)=3621,45 362,1<2745,94<2897,16 Ду=100; dc=70 Принимаем ПЗК-100 Принимаем ПСК-70	$\Delta P_{таб} = 5000 Па$ $\Delta P = (1,2 - 1,5)\Delta P_{таб}$ $\Delta P = 1,2 \cdot 5000 = 6000$ $Q = Qт * \sqrt{\frac{\Delta p * p_1^{абс}}{\Delta p_{таб} * p_{1табл}^{абс}}}$ = 4250*√(0,006*0,3)/(0,005*0,3)= 4655,64 м3/ч 4655,64>1931,14 Рф=Рвх-ΔРф Рф=300000-6000=294000Па=0,294 мПа Р1=Рф-ΔРпзк =294000-2500=291500Па= =0,2915мПа Р2=0,103МПа Регулятор давления. Р2/Р1=0,103/0,2915=0,353<0,5 ρ≠0,73 Q=0,855*Vт*р1/(р1т*√ρ) Принимаем РДБК-100 Qт=5650м3/ч Р2таб=0,103МПа ΔР=Р1-Р2=0,2915-0,103=0,1885 ΔР=Р1т-Р2т=0,4-0,005=0,395 Q=5650*0,855*0,2915/(0,4*√0,733)=4111,9м3/ч 411,19<1931,14<3289,51 Ду=100; dc=70 Принимаем ПЗК ПКН-100 Принимаем ПСК-70
ГРП3	ГРП4
Подбор фильтра. Подбор фильтра осуществляется по пропускной способности в зависимости от	Подбор фильтра. Подбор фильтра осуществляется по пропускной способности в зависимости от

ГРП1	ГРП2
Рвх	Рвх
Рвх=2,34атм=0,234 мПа	Рвх=2,77атм=0,277 мПа
Q=2279,13 м3/ч	Q=2499,32 м3/ч
Принимаем фильтр ФВ-200	Принимаем фильтр ФВ-200
$\Delta P_{таб} = 5000 Па$	$\Delta P_{таб} = 5000 Па$
$\Delta P = (1,2 - 1,5)\Delta P_{таб}$	$\Delta P = (1,2 - 1,5)\Delta P_{таб}$
$\Delta P = 1,2 \cdot 5000 = 6000$	$\Delta P = 1,2 \cdot 5000 = 6000$
$Q = Qт * \sqrt{\frac{\Delta p * p_1^{абс}}{\Delta p_{таб} * p_{1табл}^{абс}}} =$	$Q = Qт * \sqrt{\frac{\Delta p * p_1^{абс}}{\Delta p_{таб} * p_{1табл}^{абс}}} =$
4250*√(0,006*0,234)/(0,005*0,3)=4111,75 м3/ч	4250*√(0,006*0,277)/(0,005*0,3)=4473,62 м3/ч
4111,75>2279,13	4473,62>2499,32
Рф=Рвх-ΔРф	Рф=Рвх-ΔРф
Рф=234000-6000=228000Па=0,228 мПа	Рф=277000-6000=271000Па=0,271 мПа
Р1=Рф-ΔРпзк=	Р1=Рф-ΔРпзк=
228000-2500=225500Па=0,2255мПа	271000-2500=268500Па=0,2685 мПа
Р2=0,103МПа	Р2=0,103МПа
Регулятор давления.	Регулятор давления.
Р2/Р1=0,103/0,2255=0,457<0,5	Р2/Р1=0,103/0,2685=0,384<0,5
ρ≠0,73	ρ≠0,73
Q=0,855*Vт*р1/(р1т*√ρ)	Q=0,855*Vт*р1/(р1т*√ρ)
Принимаем РДБК-100	Принимаем РДБК-100
Qт=5650м3/ч	Qт=5650м3/ч
Р2таб=0,103МПа	Р2таб=0,103МПа
ΔР=Р1-Р2=0,2255-0,103=0,1225	ΔР=Р1-Р2=0,2685-0,103=0,1655
ΔР=Р1т-Р2т=0,4-0,005=0,395	ΔР=Р1т-Р2т=0,4-0,005=0,395
Q=5650*0,855*0,2255/(0,4*√0,733)=3180,9 м3/ч	Q=5650*0,855*0,2685/ (0,4*√0,733)=3787,45м3/ч
318,09<2279,13<2544,71	378,7<2499,32<3029,96
Ду=100; dc=70	Ду=100; dc=70
Принимаем ПЗК	Принимаем ПЗК
ПКН-100	ПКН-100
Принимаем ПСК-70	Принимаем ПСК-70

ГЛАВА 2. ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

2.1. Технологическая карта на прокладку газопровода

2.1.1. Область применения

Разработаем технологическую карту на прокладку сети газоснабжения на участках 6-7 и 7-8.

Исходные данные:

- наружная сеть газоснабжения
- грунт: суглинок
- время строительства: лето
- условия строительства: городские
- схема прокладки: однотрубная
- количество колодцев: 3
- длина сети: 2000 м
- диаметр трубопровода: 426 мм.

2.1.2. Определение объемов земляных, изоляционных и железобетонных работ

Расчет размеров траншеи

Размеры траншеи принимаются по условиям технологий и монтажа системы газоснабжения.

Глубину траншеи принимаем по табл. 7 [18, с. 156] до верха в местах с транспортным движением принимаем не менее 0,8 м.

Ширина траншеи определяется по табл. 1 [18, с. 162], при грунте «суглинок» при $h_{тр}<1,5$ м, m = 1:0,50, где m - крутизна откоса (отношение его высоты к заложению):

$$b_{тр} = D + 0,5$$

Ширину траншеи по верху с откосами определим по формуле:

$$E_{тр} = b_{тр} + 2 \cdot m \cdot h,$$

где $b_{тр}$ – ширина траншеи по низу, м;

$E_{тр}$ - ширина траншеи по верху, м;

D – диаметр газопровода, м;

m – модуль откоса для данного грунта.

В состав земляных работ включают следующие операции:

- отрывка траншей;

- обратная засыпка;

- транспортировка избыточного грунта.

Для подсчета объемов земляных работ при разработке траншей необходимо на каждом пикете, а так же в точках перелома продольного профиля трассы определить глубину траншеи.

$$h_{тр.} = H_{п.з.} – H_{в.т} + D_{н},$$

где $H_{п.з.}$ – отметка поверхности земли, м;

$H_{в.к.}$ – отметка верха трубопровода, м;

$D_{н}$ – наружный диаметр трубы, включая изоляцию, м

Затем определяем глубину траншеи на каждом пикете профиля или профиля или в точках перелома профиля трассы.

Площадь поперечного сечения траншеи определим по формуле:

$$F = (b_{тр} + E_{тр.})\cdot h_{тр.}/2,$$

где $b_{тр.}$ – ширина траншеи по низу, м;

$E_{тр.}$ – ширина траншеи по верху, м;

$h_{тр.}$ – глубина траншеи, м.

Расчет объема траншеи между двумя смежными пикетами:

Используем формулу:

$$V^{тр} = (F_1 + F_2)\cdot L/2,$$

где L – длина траншеи между пикетами, м;

F1, F2 – площади поперечных сечений траншей на пикете 1 и 2, $м^2$

Расчет объема ручной подчистки дна траншеи

Для определения объема ручной подчистки дна траншеи используем формулу:

$$V_р^{тр} = b_{тр.} \cdot l \cdot h_н ,$$

где b – ширина траншеи по низу, м;

l – длина трассы, м;

$h_н$ – высота недобора грунта землеройной машины, м, принимаемой 0,15 м.

Результаты расчета представим в таблице 2.1.

Расчет объёма земляных работ по рытью колодцев

Используем формулу:

$$V_{кол} = H_к \cdot b_к \cdot l_к,$$

где $H_{кол.}$- высота колодца, м;

$$H_{кол.} = h_{тр.} + 0,5 \text{ м}$$

$l_к$, $b_к$ - длина и ширина колодца, м;

$$l_к = b_к = 2,0 + 0,5 = 2,5 \text{ м}.$$

Расчет объёма земляных работ по подчистке дна колодца

Используем формулу:

$$V_р^{кол.} = b_к \cdot l_к \cdot h_{недоб..},$$

где $H_{недоб.}$ - недобор грунта ковша экскаватором

$L_к$,$b_к$ - длина и ширина колодца, м;

Результаты расчёта представим в таблице 2.2.

Расчет объёма земляных работ по рытью приямков

Используем формулу:

$$V_{приям.} = b_{пр.} \cdot l_{пр.} \cdot h_{пр.} \cdot n ,$$

где $l_{пр.}$ – длина приямка, м, принимаем равной 1 м;

$b_{пр.}$ – ширина приямка

$$b_{пр.} = D_{тр.} + 1,2 \text{ м} , \text{ по табл. 4[2]}$$

где $h_{пр.}$ - глубина приямка, м, принимаем равной 0,7 м;

$n_{пр.}$ - количество приямков, шт.

$$n_{пр.} = L_{уч.}/l_{загот.} ,\text{где}$$

$L_{уч.}$ – длина участка, м;

$l_{загот.}$ – длина стандартной заготовки, м.

Весь объем работ разобьем на 10 циклов по 200 м. Т.е. доставка материалов, установка временных сооружений, знаков, подключение питания и др. будет осуществляться при работе на 1 захватку. При переходе на следующий цикл работ, подготовительные работы дублируются.

Результаты расчёты представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Объем земляных работ по рытью траншей

№ участка	Длина участка L, м	Диаметр трубы $D_{тр}$, м	Глубина траншеи $h_{тр}$, м	Ширина траншеи по низу $b_{тр}$, м	Ширина траншеи по верху $E_{тр}$, м	Площадь поперечного сечения траншеи $F_{тр.}$, $м^2$	Объем траншей $V_{тр.}$,$м^3$	Объем ручной подчистки $V_{р.}^{тр.}$, $м^3$
1-2	200	0,426	1,626	0,93	2,55	2,83	565,5	27,8
2-3	200	0,426	1,626	0,93	2,55	2,83	565,5	27,8
3-4	200	0,426	1,626	0,93	2,55	2,83	565,5	27,8
4-5	200	0,426	1,626	0,93	2,55	2,83	565,5	27,8
5-6	200	0,426	1,626	0,93	2,55	2,83	565,5	27,8
6-7	200	0,426	1,626	0,93	2,55	2,83	565,5	27,8
7-8	200	0,426	1,626	0,93	2,55	2,83	565,5	27,8
8-9	200	0,426	1,626	0,93	2,55	2,83	565,5	27,8
9-10	200	0,426	1,626	0,93	2,55	2,83	565,5	27,8
10-11	200	0,426	1,626	0,93	2,55	2,83	565,5	27,8
Суммарный							5655	278

Таблица 2.2

Объем земляных работ по рытью колодцев

№ колодца	Высота колодца $H_{кол.}$, м	Ширина колодца $b_{кол}$, м	Длина колодца $L_{кол}$, м	Объем колодца $V_{кол}$, $м^3$	Объем ручной подчистки $V_{р.кол}$, $м^3$
1	2,126	1,9	1,9	7,67	0,54
2	2,126	1,9	1,9	7,67	0,54
3	2,126	1,9	1,9	7,67	0,54
Суммарный				23,02	1,62

Таблица 2.3

Объем земляных работ по рытью приямков

Номер участка	Длина приямка $l_{пр}$, м	Ширина приямка $b_{пр}$, м	Глубина приямка $h_{пр}$, м	Длина станд. заготовки $l_{заг}$, м	Кол-во приямков $n_{пр}$	Объем приямков $V_{пр}$, $м^3$
1-2	1	1,426	0,7	11	18,18	18,15
2-3	1	1,426	0,7	11	18,18	18,15
3-4	1	1,426	0,7	11	18,18	18,15
4-5	1	1,426	0,7	11	18,18	18,15
5-6	1	1,426	0,7	11	18,18	18,15
6-7	1	1,426	0,7	11	18,18	18,15
7-8	1	1,426	0,7	11	18,18	18,15
8-9	1	1,426	0,7	11	18,18	18,15
9-10	1	1,426	0,7	11	18,18	18,15
10-11	1	1,426	0,7	11	18,18	18,15
Суммарный						181,5

Расчет общего объема земляных работ

Для определения объема работ используем формулу:

$$V_{общ.} = V_{тр.} + V_р^{тр} + V_{кол.} + V_р^{кол} + V_{приям}$$

где $V_{тр.}$ - суммарный объем земляных работ по рытью траншей, $м^3$

$V_р^{тр}$ - суммарный объем земляных работ ручной подчистки дна траншеи, $м^3$

$V_{кол.}$ - суммарный объем земляных работ по рытью колодцев, $м^3$

$V_р^{кол}$ - суммарный объем земляных работ по подчистке дна колодца, $м^3$

$V_{приям}$ - суммарный объем земляных работ по рытью приямков, $м^3$

$$V_{общ.} = 5655 + 278 + 23{,}02 + 1{,}62 + 181{,}5 = 6139{,}2\ м^3.$$

Расчет трубного объема засыпаемого трубопровода

$$V_{канала} = H_к \cdot b_{тр} \cdot (L_{уч.} - L_{кол.} \cdot n),$$

где $L_{уч.}$ - длина данного участка, м;

$L_{кол.}$ - длина колодца, м;

n - количество колодцев, шт.

Результаты расчета представлены в таблице 2.4.

Расчет рабочего объёма колодца

Для определения рабочего объема используем формулу:

$$V_{кол.раб.} = H_к \cdot (b_к - 0{,}4) \cdot (L_{к.} - 0{,}4),$$

где $H_{к.}$ – высота колодца, м;

$b_{к.}$ – ширина колодца, м;

Результаты расчеты представлены в таблице 2.4.

Таблица 2.4

Объёмы засыпаемой трубы

№ участка	Длина участка L, м	Размеры канала м	Длина колодца $L_{кол}$,м	Объём канала $V_{канала.}$
1-2	200		1,9	377,8
2-3	200			388,9
3-4	200			388,9
4-5	200			388,9
5-6	200		1,9	377,8
6-7	200			388,9
7-8	200			388,9
8-9	200			388,9

№ участка	Длина участка L, м	Размеры канала м	Длина колодца $L_{кол}$,м	Объём канала $V_{канала.}$
9-10	200			388,9
10-11	200		1,9	377,8
Суммарный				3855,9

Таблица 2.5

Рабочий объём колодца

№ колодца	Высота колодца $H_{кол}$, м	Ширина колодца $b_{кол}$, м	Длина колодца $l_{кол}$, м	Рабочий объём $V_{кол.раб.}$, $м^3$
1	2,126	1,9	1,9	4,78
2	2,126	1,9	1,9	4,78
3	2,126	1,9	1,9	4,78
Суммарный				14,35

Расчет объема обратного засыпки грунта и вывоза грунта

$$V_{зас} = (V_{общ} - (V_{тр} + V_{кол.раб}))/P,$$

где $V_{общ}$ - общий объем земляных работ, $м^3$

$V_{труб}$ - общий объем занимаемый каналом, $м^3$

$V_{кол.раб}$ – рабочий объем колодца, $м^3$

P – коэффициент остаточного разрыхления грунта, принимаемый равным 1,2 (т.к. газопровод прокладывается в глине)

$$V_{зас} = (6139,2 - (3855,9 + 14,35))/1,2 = 1890,7 \text{ м}^3.$$

Расчет объема грунта на вывоз

$$V_{навывоз} = V_{общ} – V_{зас},$$

где $V_{общ}$- объем земляных работ, $м^3$

$V_{зас}$ – объем обратной засыпки, $м^3$

$$V_{на\ вывоз} = 6139,2 – 1890,7 = 4248,4 \text{ м}^3.$$

По результатам расчета составим баланс земляных масс (таблица 2.6).

Таблица 2.6

Баланс земляных масс

Разработка грунта	Единицы измерения	Количество	Направление грунта	Ед. Изм.	Количество
1.Экскаватором: траншей котлованов под колодцы	 $м^3$ $м^3$	 5655,0 23,02	На засыпку канала	$м^3$	1890,7
2.Ручная подчистка дна: траншей колодцев рытье приямков	 $м^3$ $м^3$ $м^3$	 278 1,62 181,5	На вывоз	$м^3$	4248,4
Всего:	$м^3$	6139,2	**Всего:**	$м^3$	6139,2

Расчет объемов железобетонных работ

Чтобы определить количество блоков, которые потребуется приобрести, вначале надо высчитать объем железобетонных колец для колодцев.

Для этого воспользуемся следующей формулой:

$$V = L * 3.14 * R^2,$$

где V – это общий объем колодца;

L – высота конструкции;

R - радиус.

$$V = 2,5 * 3.14 * 1,5^2 = 18,7 м^3$$

Высчитав общий объем будущего строения, нужно разделить его на объем железобетонного колодезного кольца.

Количество железобетонных колец:

$$N = 18,7/0,4 = 47 жб блоков$$

2.1.3. Выбор комплекта машин и механизмов

Выбор экскаватора:

Определение высоты отвала:

$$H_{отв} = \sqrt{\frac{V_{засып}}{l}}, \text{ где}$$

$V_{засып.}$ – объем на засыпку бульдозером, м^3

l – длина трассы, м

$$H_{отв} = \sqrt{(\frac{1890,7}{2000})} = 0,97 \text{ м}$$

Определяем высоту выгрузки:

$$H_{выгр.} = H_{отв.} + 0,5 \text{ , где}$$

$H_{отв.}$ – высота отвала, м

$$H_{выгр.} = 0,97 + 0,5 = 1,47 \text{ м}$$

Определяем радиус вырывания:

$$R_{выр.} = (E_{тр.}/2) + c + H_{отв.} \text{ ,где}$$

$E_{тр.}$ – ширина траншеи по верху

c – расстояние от края траншеи до отвала

$$R_{выр.} = 2,93/2 + 1 + 0,97 = 3,25 \text{ м.}$$

Выбираем колесный экскаватор Komatsu PW160.

Технические характеристики экскаватора Komatsu PW160:

- объёма ковша: 0,63 м^3
- наибольшая глубина копания: 5,1 м
- наибольшая высота выгрузки: 5,3 м
- максимальный радиус копания: 7,8 м
- мощность двигателя: 120 л.с.
- масса: 14,5 т.

Выбор крана:

Выбираем кран Daewoo Soosan SCS746L.

Технические характеристики:

- базовое шасси NOVUS ULTRA
- максимальная грузоподъемность 8,0 т
- длина стрелы 5,3-22,6 м
- привод рабочих операций гидравлический
- масса крана 8,7 т

Выбор бульдозера

По высоте отвала подбираем бульдозер Komatsy D-37 EX 22.

2.1.4. Калькуляция затрат труда и машинного времени

При производстве работ руководствоваться требованиями СП 124.13330.2012 Тепловые сети. Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003.

Работу по строительству внутриплощадочных инженерных сетей теплоснабжения предлагается организовать в пять технологических этапов:

- подготовительные работы;
- земляные работы по устройству траншей с организацией открытого водоотлива насосами из траншей, и зумпфов;
- устройства оснований под трубы, подвозка и раскладка труб по трассе на подготовленном участке траншеи;
- монтаж трубопроводов;
- послемонтажные работы.

В подготовительный период до начала строительства сетей выполняются работы:

- изучение проектно-сметной документации;
- согласование условий и сроков производства работ;
- разработка проекта производства работ;
- разбивка трассы на местности;
- получение разрешения на производство работ;
- техническое обследование трассы на местности;

- планировка поверхности трассы, расчистка от растительности, засыпка грунтом канав и неровностей;

- работы, обеспечивающие отвод поверхностных вод и атмосферных осадков, планировка крутых склонов местности до уклона, отвечающего паспортным данным (от 100 до 200) строительной техники, при котором возможно выполнение необходимых работ;

- получение и обозначение на местности пересечений с инженерными и подземными коммуникациями в присутствии их владельцев, поиски трассы искателями ВТР- IV , выполнение в необходимых случаях шурфов для уточнения подземных коммуникаций;

- установка инвентарных ограждений по СНиП 12-03-2001 часть, СНиП 12-04-2002 часть 2 «Безопасность труда в строительстве» и ГОСТ23407-78;

- уточнение мест складирования материалов, грунта;

- нанесение границ вскрытия дорожного покрытия с учетом ширины траншеи и конструкций крепления и других мероприятий, определенных в ПОС и ППР.

Земляные работы, устройство траншей

Земляные работы по отрывке траншей для инженерных сетей, выполняются после расчистки и разбивки трасс.

Для откачки атмосферных осадков из траншей применить насосы марки С-774, С-245 или другие, имеющиеся в строительной организации, производительностью, от 50 до 130 $м^3$/час.

В условиях строительной площадки и участках внеплощадочных сетей, для понижения уровня грунтовых вод применять водоотливные насосы «Гном».

Разработку грунта в траншеях выполнить экскаватором марки Komatsu PW160, движущимся по оси трассы с односторонней выгрузкой грунта в отвал.

Участки траншей, где вывезен грунт, пересечения трассы с автодорогами засыпаются на полную высоту песчаным грунтом согласно СП 45.13330.2012.

В зимних условиях разработка грунта одноковшовым экскаватором Komatsu PW160 емкостью ковша 0,5 м^3 без предварительного рыхления допускается при толщине мерзлого слоя до 0,2 м.

В случаях промерзания грунта на глубину более 0,25 м он должен быть предварительно подготовлен одним из следующих способов:

- предохранение грунта от промерзания;
- оттаиванием мерзлого грунта;
- рыхлением мерзлого грунта.

Способ подготовки грунта уточняется в ППР с разработкой технологической схемы в зависимости от объемов и условий работ, сроков их выполнения.

Устройство основания под трубы

Подготовка дна траншеи, устройство основания под трубы состоит из:

- разработки недобора грунта;
- планировки траншеи по проектному уклону;
- подготовки приямков для устройства стыков труб;
- устройство подстилающего слоя из песка, материала, предусмотренного проектом.

Монтаж трубопроводов

В соответствии с темпом работ, по захваткам, на трассу вдоль подготовленной траншеи завозят и раскладывают трубы:

- трубы перед монтажом должны быть осмотрены, очищены изнутри и снаружи от грязи, снега, льда, масел и др. предметов;
- монтаж труб ведут краном при помощи стропов по визиру (нивелиру) и отвесу по проектному уклону на подготовленное основание, трубы весом менее 50 кг монтировать вручную;

- монтаж трубопроводов производится в соответствии с проектом производства работ и технологическим схемам и картам после проверки соответствия проекту размеров траншеи, крепления стенок отметок дна постели;

- работы подлежат приемке с составлением актов освидетельствования скрытых работ по форме приведенной в СНиП 12-01-2004, приложение Б.

Для определения объема монтажных работ необходимо составить перечень (согласно сборникам ЕНиР) работ по монтажу тепловых сетей и общестроительных работ. Объемы общестроительных работ, в соответствии с перечнем. Объемы работ по монтажу тепловых сетей находим, используя чертежи.

Результаты расчетов заносим в таблицу 2.7 отдельно для каждого вида монтажных работ.

Таблица 2.7

Подсчет объемов работ

№	Наименование видов работ и конструктивных элементов	Ед. изм.	Объем работ
1	Срезка растительного слоя бульдозерами CAT D4C XL	1000м^2	28
2	Разработка траншеи одноковшовым экскаватором JCB JS130 грунт II категории	1000м^3	6.12
3	Разработка приямков одноковшовым экскаватором JCB JS130 грунт II категории	1000м^3	0.062
4	Ручная доработка дна траншеи грунт II категории	100м^3	2,65
5	Обратная засыпка пазух бульдозерами CAT D4C XL	1000м^3	1,2
6	Подбивка пазух вибротрамбовками Wacker Neuson BS 30 грунт II категории	100м^3	11,9
7	Обратная засыпка траншеи бульдозерами CAT D4C XL	1000м^3	4,9
8	Рекультивация земли бульдозерами CAT D4C XL	1000м^2	28

№	Наименование видов работ и конструктивных элементов	Ед. изм.	Объем работ
9	Устройство и разборка ограждений	1000м	2,0
10	Устройство и разборка временных мостов	1 мост	5
11	Укладка газопроводов	1м	2000
12	Сварка встык	1 стык	21
13	Установка запорной арматуры	1 шт.	5
14	Испытание и продувка газопроводов	1м	5300

Подсчет трудоемкости работ ведется с учетом выбранных методов производства основных работ в табличной форме (таблица 2.8) на основании ведомости подсчета объемов работ и соответствущих сборников ЕНиР, ГЭСН.

Также как и ведомость подсчета объемов работ, ведомость трудоемкостей состоит из двух частей: общестроительные и монтажные работы.

Продолжительность рабочей смены для перехода от человеко-часов к человеко-дням составляет при 5-дневной рабочей неделе 8,2 часа.

Общая трудоемкость определяется как сумма трудоемкостей всех работ перечисленных в ведомости и добавлением к этой сумме 10% на неучтенные работы.

Таблица 2.8

Подсчет трудоемкости работ

№	Обоснование	Наименование работ	Ед.изм.	Объем работ	На единицу измерения		На весь объем работ	
					Норма времени, чел.час	Норма времени, маш.час	Затраты труда, чел.дн	Затраты труда, маш.дн
1		Подготовительные работы	5% от общей трудоемкости				11,69	10,21
Земляные работы								
2	ГЭСН 01-02-112-03	Срезка растительного слоя	1000м^2	28	1,8	1,8	6,32	6,32

№	Обоснование	Наименование работ	Ед.изм.	Объем работ	На единицу измерения		На весь объем работ	
					Норма времени, чел.час	Норма времени, маш.час	Затраты труда, чел.дн	Затраты труда, маш.дн
		бульдозерами CAT D4C XL						
3	ГЭСН 01-01-00-20	Разработка траншеи одноковшовым экскаватором JCB JS130 грунт II категории	1000м^3	6.12	38,65	38,65	29,6	29,6
4	ГЭСН 01-01-009-20	Разработка приямков одноковшовым экскаватором JCB JS130 грунт II категории	1000м^3	0.062	38,65	38,65	0,3	0,3
5	ГЭСН 01-02-057-02	Ручная доработка дна траншеи грунт II категории	100м^3	2,65	154	-	51	-
6	ГЭСН 01-01-033-05	Обратная засыпка пазух бульдозерами CAT D4C XL	1000м^3	1,2	4,18	4,18	0,63	0,63
7	ГЭСН 01-02-005-01	Подбивка пазух вибротрамбовками Wacker Neuson BS 30 грунт II категории	100м^3	11,9	3,04	3,04	4,52	4,52
8	ГЭСН 01-01-033-05	Обратная засыпка траншеи бульдозерами CAT D4C XL	1000м^3	4,9	4,18	4,18	2,56	2,56
9	Е2-1-5	Рекультивация земли бульдозерами CAT D4C XL	1000м^2	28	1,8	1,8	6,32	6,32
Сумма трудозатрат земляных работ							101,25	50,52

№	Обоснование	Наименование работ	Ед.изм.	Объем работ	На единицу измерения		На весь объем работ	
					Норма времени, чел.час	Норма времени, маш.час	Затраты труда, чел.дн	Затраты труда, маш.дн
Монтажные работы								
10	Е9-2-7	Укладка газопроводов	1м	2000	0,02	0,02	13,25	13,32
11	ГЭСН 24-02-001-08	Сварка встык	1 стык	21	3	0,81	7,9	2,13
12	Е9-2-16	Установка запорной арматуры	1 шт.	5	2,9	-	1,8	-
13	Е9-2-9	Испытание и продувка газопроводов	1м	5300	0,2	0,2	132,5	132,5
Сумма трудозатрат монтажных работ							195,85	153,65
14		Неучтенные работы	10% от общей трудоемкости				23,38	20,42
Итого							332,14	234,8

Календарный план является главным документом проекта производства работ, от правильности составления которого зависят все остальные разделы проекта.

Для составления объектного календарного плана необходимо, прежде всего, определить объемы работ. Объемы работ по монтажу систем отопления и вентиляции определяем в соответствии с составленной номенклатурой работ по чертежам и спецификациям к ним.

Вторым этапом при составлении календарного плана является подсчет трудозатрат на общестроительные и санитарно-технические работы. Для этого необходимы соответствующие сборники единых норм и расценок на производство работ (ЕНиР).

2.1.5. Контроль качества работ

Контроль качества земляных работ

Основным документом при осуществлении контроля качества работ является схема операционного контроля, выполняющая: эскиз земляного сооружения с выноской допустимых отклонений; перечень операций, подлежащих контролю; состав контроля; способ и время.

При устройстве котлованов проверяют:

а) горизонтальную привязку;

б) правильность разбивки осей;

в) вертикальные отметки;

г) случайные переборы грунта.

Проведение контроля осуществляется с помощью теодолита, нивелира, рулетки, шнура. На законченной части земляного сооружения (в т. ч. на скрытые работы), составляют, которые вместе с исполнительными чертежами, результатами испытаний грунтов, журналами работ и др. документацией предъявляют во время технической сдачи приема объекта.

2.2. Организация строительного производства

Расчет объемов работ.

Под управлением понимается совокупность мероприятий, направленных на приведение системы в состояние, соответствующее ее цели и задачам, поставленным перед нею в определенный период.

Управление является свойством динамических систем, которые, в отличие от систем статических, способны изменять свое состояние, перемещать в границах системы массы ресурсов, устанавливать новые связи и отношения между элементами, входящими в ее состав.

Под воздействием управления система движется по направлению к установленной цели по траектории, форма которой зависит от многих факторов.

Управление осуществляется в пять этапов: планирование строительства, организация строительного производства, контроль качества строительства, управление строительством и анализ объема СМР.

Определение цели представляет собой процесс формирования общего направления деятельности системы. Оно осуществляется органом, стоящим выше рассматриваемой системы, который устанавливает цель и основные параметры траектории ее движения.

Планирование разделяется на перспективное, текущее и оперативное. Перспективное планирование исходит из установленных специальными исследованиями закономерностей развития, ориентируется на законы больших чисел, принимает во внимание вероятность полученных результатов.

Организация является функцией управления, реализующей задачи планирования. Выполнение плановых заданий требует наличия такого состояния системы, такого расположения ее элементов, такой массы и таких связей между ними, при которых планируемые результаты могли бы быть достигнуты с максимальной эффективностью.

Регулирование состоит из следующих операций: получение и обработка информации о состоянии объекта; сопоставление ее с плановыми предначертаниями; анализ обнаруженных расхождений; получение информации о состоянии ресурсов в системе и положении дел на других объектах; определение ресурсов, необходимых для возвращения системы в заданное состояние; принятие решения.

Такое распределение операций создало ошибочное представление о том, что контроль, анализ и нормирование следует рассматривать как самостоятельные функции управления. Однако следует иметь в виду, что они в равной мере присущи всем остальным функциям управления: планированию, организации и даже целеполаганию, и являются вспомогательными операциями, необходимыми для управления и выполнения всех его функций.

ППР составляется для того, чтобы определить объемы монтажных работ и потребность в материально-технических ресурсах и рабочих. ППР составляется на основе проектно-сметной документации (ПСД) на санитарно-технические устройства, подлежащие монтажу, «Правил производства и приемки работ» (СНиП), действующих норм и расценок на производство монтажных работ и правил по технике безопасности.

Потребность в рабочих определяется только для монтажно-сборочных работ, так как при современном уровне производства монтажных работ все заготовительные процессы выполняются в заготовительном предприятии. Расчет потребности в рабочих производится в человеко-днях по каждому виду работ.

ППР составляется на основе календарного плана-графика строительства объекта, в котором графически изображено выполнение всех видов общестроительных и специальных работ по дням работы.

На основе этого графика составляется календарный план выполнения монтажных работ на объекте.

При составлении графика движения рабочих необходимо учитывать, что шаг потока остается постоянным и неизменным, а количество и состав бригад монтажников может изменяться в соответствии с потребностью производства. Этот график предусматривает равномерное использование рабочих во все время монтажа и, по возможности сохранение их постоянного числа на строительной площадке.

Работы производятся поточным методом с разбивкой всего теплопровода на строительные участки (захватки). Длина захватки принята кратной фактической длине труб и секций (длина трубы 10м). Работы по прокладке газопровода производят одновременно на пяти захватках.

На каждой захватке включают следующие комплексы работ:

- комплекс работ I (первая захватка) – подготовительные работы;

- комплекс работ II (вторая захватка) – земляные работы по засыпке траншей и котлованов с отсыпкой грунта в отвалы;

- комплекс работ III (третья захватка) – монтажные работы по укладке отдельных труб, секций и плетей труб в траншею газопровода, сварка потолочных стыков, установка арматуры и фасонных частей и др.;

- комплекс работ IV (четвертая захватка) – засыпка уложенного в траншею газопровода на прочность, изоляцию стыков и проверка уложенного газопровода на прочность, изоляция стыков и проверка уложенного теплопровода, засыпка уложенного газопровода;

- комплекс работ V (пятая захватка) – испытание газопровода на прочность и сдача работ.

На стройгенплане в целях создания безопасного ведения работ предусмотрены и нанесены опасные зоны:

1). Рабочая зона крана – для стрелового К=30 м;

2). Зона перемещения габаритов груза – определяется расстоянием по горизонтали от зоны работы крана до максимально возможного места падения груза: равно 7 м при высоте здания до 18 м.

Складские помещения располагают в зависимости от их типа. Открытые склады располагаются в пределах рабочей зоны крана по всему периметру здания возле стоянок крана. Все склады должны отстоять от края дорог не менее 0,5 м. В открытых складах предусмотрены продольные и поперечные проходы 0,7 м.

Закрытые склады и навесы располагают объединенной группой в непосредственной близости от временных зданий и сооружений.

Административные и санитарно-бытовые здания располагаются компактной группой вблизи входа на стройплощадку на расстоянии не более 500 м от места производства работ.

Туалеты – на расстоянии не более 100 м от наиболее удаленного рабочего места.

Временные дороги закольцованы вокруг строящегося здания, имеют ширину 6 м при двустороннем движении. Минимальный радиус закругления

на поворотах 12 м. На площадке предусмотрено два въезда, свободный проезд к площадкам складирования, временным сооружениям.

Строительная площадка ограждается не ближе 1,5 м от «наружной» обочины дороги. Временные инженерные сети для нужд строительства (водопровод. Канализация и элекросети) на стройгенплане показывают от места врезки в существующую сеть. Пожарные гидранты располагают на действующей сети. Временное водоснабжение на стройплощадке закольцовано. Расстояние между пожарными гидрантами не более 100 м, располагают их на расстоянии не менее 5 м и не более 50 м от здания и не более 2-5 м от обочин дороги.

2.2.1. Расчет площадей складов

При расчете складских площадей принимаем доставку материалов и оборудования автотранспортом на расстояние до 50 км, поэтому норму запаса принимаем 12 дней, а коэффициент неравномерности поступления материалов на склады К1=1,1.

Коэффициент неравномерности производственного потребления материала в течении расчетного периода составляет К2=1,3. Срок использования материала определяется по календарному графику продолжительностью выполнения работы, для которой потребен этот материал.

2.2.2. Расчет потребности во временных сооружениях

Таблица 2.9

Определение потребности во временных зданиях

№	Наименование	Требуемая площадь	Всего, м^2	Количество
1	2	3	4	5
1	Контора	$S_{тр}$ = 1*4 = 4	4	1

№	Наименование	Требуемая площадь	Всего, м^2	Количество
1	2	3	4	5
2	Гардеробная	$S_{ТР}$ = 22*0,7 = 15,4	16	1
3	Душевая	$S_{ТР}$ = 16*0,54 = 8,64	9	1
4	Сушилка	$S_{ТР}$ = 16*0,2 = 3,2	4	1
5	Туалет	(0,7 *16*0,1)*0,7+(1,4*16*0,1)*0,3 =1,45	2	1
6	Столовая	$S_{ТР}$ =22*0,25=4,6	12	1
7	Помещение для обогрева рабочих	$S_{ТР}$ = 16*0,1=1,6	2	1

2.2.3. Расчет потребности в ресурсах

Расчет общей потребности в электроэнергии на стройплощадке

Мощность силовой установки для производственных нужд определяем по формуле:

$$W_{пр} = \sum P_{пр} \cdot K_c / \cos\varphi,$$

где K_c – коэффициент спроса;

cosφ – коэффициент мощности.

Для определения мощности силовой установки для производственных нужд, произведем сбор мощностей всех установок и результат занесем в таблицу 2.10.

Таблица 2.10

Расчет электроснабжения для производственных нужд

№	Наименование потребителей	Ед. изм.	Кол.	Мощ. на ед., кВт	Мощ. всех потреб. Вт	Коэф-т спроса k	Коэф-т мощности cos φ	Треб. мощн., кВт
1	Сварочный трансформатор СТН-100	шт	1	5,0	5,0	0,35	0,4	4,4

№	Наименование потребителей	Ед. изм.	Кол.	Мощ. на ед., кВт	Мощ. всех потреб. Вт	Коэф-т спроса k	Коэф-т мощности cos φ	Треб. мощн., кВт
	Оборудование для внутренних работ	шт	6	1,0	6,0	0,4	0,5	4,8
	Лебедки и другое	шт	2	-	-	0,15	0,5	2,8
								12,0

Тогда производственная мощность $W_{пр}$ = 12 кВт.

Мощность сети для освещения территории производства работ, открытых складов и внутрипостроечных дорог представлена в таблице 2.11.

Таблица 2.11

Расчет сети электроосвещения

Потребление электроэнергии	Ед. изм.	Кол-во	Норм. освещ., кВт	Мощность, кВт
Площадка для монтажа конструкций	100 м^3	5,2	1,5	7,8
Открытые склады	10 м^2	2,1	1,0	2,1
Охранное освещение	км	0,4	1,5	0,60
Внутрипостроечные дороги	км	0,5	2,5	1,25
			$\sum P_{н.о.}$ = 11,75 кВт	

$$W_{н.о.} = K_c \times \sum P_{н.о} = 1 \times 11{,}75 = 11{,}75 \text{ кВт}$$

Мощность сети для внутреннего освещения временных помещений принимаем 0,5 кВт.

Общая мощность электропотребителей:

$$W_{общ.} = 12{,}0 + 11{,}75 + 0{,}5 = 24{,}3 \text{ кВт}$$

Подбираем дизель-генератор, мощность 25 кВт.

Определение расхода воды на стройплощадке

Полная потребность в воде составляет:

$$B_{общ} = B_{пр} + B_{хоз} + B_{пожс}$$

где $Q_{пр}$, $Q_{хоз}$, $Q_{пож}$ – соответственно расходы воды на производственные, хозяйственные, противопожарные нужды.

Расход воды на производственные нужды найдем по формуле:

$$Q_{пр} = 0{,}000065 \sum P \cdot q_1 = 0{,}000065 \cdot 10{,}5 \cdot 8 = 0{,}005 \text{ л/с}$$

Расход воды на хозяйственные нужды определяется:

$$Q_{хоз} = N_р (q_2 \cdot k_2 / 8{,}2 + q_3 \cdot k_3) / 3600$$

где: $N_р = N / 0{,}85 = 22/0{,}85 = 26$ чел.

$$Q_{хоз} = 12 \cdot((25 \cdot 2{,}7)/8{,}2 + 22 \cdot 0{,}7)/3600 = 0{,}12 \text{ л/с}$$

Расход воды на противопожарные нужды определяется:

$$Q_{пож} = 5 \cdot 1 = 5 \text{ л/с}$$

$$Q_{общ} = 0{,}005 + 0{,}12 + 5 = 5{,}12 \text{ л/с}$$

Проектом предусматриваются вводы водопровода диаметром D = 76 мм.

2.2.4. Технико-экономические показатели

Таблица 2.12

Технико-экономические показатели строительства

№	Наименование	Ед. изм.	Земляные работы	Монтажные работы	Общие показатели
1	Затраты труда на единицу измерения	чел.дн./м3, чел.дн./(п.м.)	0,02	0,04	-
2	Затраты труда на весь объем работ	чел. дн.	101,25	195,85	332,14
3	Затраты машино-смен на весь объем работ	маш.дн	50,52	153,65	234,8
4	Выработка на одного рабочего в смену в физическом выражении	м3/чел.дн., (п.м.)/ чел.дн.	61,1	27,1	-
5	Продолжительность работ	дн.	22	30	52

Нормативная продолжительность – 56 дней.

Фактическая продолжительность – 52 дня.

$$K_Н = N_{СР} / N_{МАХ},$$

где $N_{СР}$ – среднесписочное число рабочих: частное от деления трудоемкости монтажа газопровода на продолжительность этого вида работ;

$N_{МАХ}$ – максимальное число рабочих (22 чел.):

$$K_Н = 16/22 = 0,72.$$

ГЛАВА 3. БЕЗОПАСНОСТЬ РЕШЕНИЙ ПРОЕКТА, ЭКОНОМИКА И ЭКОЛОГИЯ

3.1. Экономическая часть

Локальными сметами выступают первичные сметные документы, которые собираются на основе рабочей документации на общестроительные и специальные работы (санитарно-технические, электромонтажные, отопление, вентиляцию, теплоснабжение и др.).

Определяемая в локальных сметах стоимость строительства состоит из трех частей: накладных расходов, сметной прибыли и прямых затрат (Ссмр=ПЗ+НР+СП).

Прямые затраты включают в себя: расходы на материалы, детали и конструкции; зарплату работников-строителей; затраты на эксплуатацию строительных механизмов и машин (ПЗ=Рм+Зр+Рмех).

Для определения сметной стоимости строительства используется методическая документация и данные сметно-нормативной базы.

Таблица 3.1

ЛОКАЛЬНЫЙ СМЕТНЫЙ РАСЧЕТ

на наружные сети газоснабжения (для участка 1000 м)

Сметная стоимость строительных работ 11599210,74 руб.

Средства на оплату труда 748980 руб.

Сметная трудоемкость 816,83 чел.-час

Составлен(а) в текущих (прогнозных) ценах по состоянию на 2 квартал 2018 г.

№ п п	Обоснование	Наименование затрат и работ	Ед. изм.	Кол.	Стоимость единицы, руб.			Обоснование, индекс	Общая стоимость, руб.				Затр.тр.раб-х не занятых обслуж.машин	
					Всего	Экспл. маш.	Мат-ы		Всего	в т.ч. оплата труда	Экспл. маш.	Мат-ы	Обслуж-х машины	
					оплата труда	в т.ч. оплата труда					в т.ч. оплата труда		на ед-цу	всего
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Раздел 1. Подземный газопровод низкого давления														
1	**ТЕР01-01-013-14**	Разработка грунта с погрузкой на автомобили-самосвалы экскаваторами с ковшом вместимостью 0,5 (0,5-0,63) м3, группа грунтов: 2	1000 м3 грунта	0,333	6245,37	6072,61	5,67		2080	56	2022	2	15,08	5,02
					167,09	801,74					267		43,62	14,53
2	**СЦП3-3-5-1**	Перевозка навалочных грузов автомобилями-самосвалами (работающими вне карьеров), расстояние перевозки 5 км: класс груза 1	1 т	240	5,82	5,82			1397		1397			

№ п п	Обоснование	Наименование затрат и работ	Ед. изм.	Кол.	Стоимость единицы, руб.			Обоснова-ние, индекс	Общая стоимость, руб.				Затр.тр.раб-х не занятых обслуж.машин	
					Всего	Экспл. маш.	Мат-ы		Всего	в т.ч. оплата труда	Экспл. маш.	Мат-ы	Обслуж-х машины	
					оплата труда	в т.ч. оплата труда					в т.ч. оплата труда		на ед-цу	всего
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
3	**ТЕР01-02-055-02**	Разработка грунта вручную с креплениями в траншеях шириной до 2 м, глубиной до 2 м, группа грунтов: 2	100 м3 грунта	0,33	2256,66				745	745			189	62,37
					2256,66									
4	**ТЕР23-01-001-01**	Устройство основания: песчаного	10 м3 основания	4,5	928,44	33,97	776,05		4178	533	153	3492	10,2	45,9
					118,42	4,79					22		0,35	1,58
5	**ТЕР01-02-061-02**	Засыпка вручную траншей, пазух котлованов и ям, группа грунтов: 2	100 м3 грунта	0,45	1034,21				465	465			97,2	43,74
					1034,21									
6	**ТЕР01-02-005-01**	Уплотнение грунта пневматическими трамбовками, группа грунтов: 1, 2	100 м3 уплотненного грунта	0,45	501,3	349,06			226	69	157		12,53	5,64
					152,24	41,59					19		3,04	1,37
7	**ТЕР01-01-087-02**	Засыпка траншей и котлованов с перемещением грунта до 5 м бульдозерами мощностью 303 (410) кВт (л.с.): 2 группа грунта	1000 м3 грунта	0,288	448,61	448,61			129		129			
						20,22					6		1,1	0,32
8	**ТЕР01-01-013-14**	Разработка грунта с погрузкой на автомобили-самосвалы экскаваторами с ковшом вместимостью 0,5 (0,5-0,63) м3, группа грунтов: 2	1000 м3 грунта	0,333	6245,37	6072,61	5,67		2080	56	2022	2	15,08	5,02
					167,09	801,74					267		43,62	14,53

№ п п	Обоснование	Наименование затрат и работ	Ед. изм.	Кол.	Стоимость единицы, руб.			Обоснование, индекс	Общая стоимость, руб.				Затр.тр.раб-х не занятых обслуж.машин	
					Всего	Экспл. маш.	Мат-ы		Всего	в т.ч. оплата труда	Экспл. маш.	Мат-ы	Обслуж-х машины	
					оплата труда	в т.ч. оплата труда					в т.ч. оплата труда		на ед-цу	всего
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
9	**СЦП3-3-5-1**	Перевозка навалочных грузов автомобилями-самосвалами (работающими вне карьеров), расстояние перевозки 5 км: класс груза 1	1 т	240	5,82	5,82			1397		1397			
Монтажные работы														
10	**ТЕР24-02-034-01**	Укладка газопроводов из одиночных труб в траншею, диаметр газопровода: ГАЗ SDR 110 х10 мм	100 м газопровода	8,00	8365,79	8,41	8344,52		13804	21	14	13769	1,02	1,68
					12,86	5,19					9			
11	**СЦМ-534-9510-2**	Соединительный элемент "сталь-полиэтилен", диаметром: ГАЗ SDR110х10 мм	шт	8	255,51		255,51		2044			2044		
12	**Прайс**	Отвод Ду 89Х3,5		5	19,2		19,2		96			96		
13	**ТЕР24-02-030-02**	Укладка в траншею изолированных стальных газопроводов условным диаметром: 89х3,5 мм	100 м трубопровода	1,75	5980,12	916,17	4783,73		1914	90	293	1531	21,44	6,86
					280,22	196,5					63		6,25	2
14	**ТЕР06-01-005-01**	Устройство бетонной отмостки под контрольную трубку	100 м3 бетона и железобетона в деле	0,0015	53632,05	3687,06	44631,98		80	8	6	66	441,28	0,66
					5313,01	475,2					1		36,11	0,05
15	**ТЕР24-02-**	Устройство контрольной	1 установка	16	196,85	52,64	123,6		3150	330	842	1978	1,54	24,64

№ п п	Обоснование	Наименование затрат и работ	Ед. изм.	Кол.	Стоимость единицы, руб.			Обоснование, индекс	Общая стоимость, руб.				Затр.тр.раб-х не занятых обслуж.машин	
					Всего	Экспл. маш.	Мат-ы		Всего	в т.ч. оплата труда	Экспл. маш.	Мат-ы	Обслуж-х машины	
					оплата труда	в т.ч. оплата труда					в т.ч. оплата труда		на ед-цу	всего
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	081-01	трубки												
					20,61	3,93					63		0,48	7,68
16	**ТЕР22-01-011-06**	Футляр 219х4,0 с контрольной трубкой L=12,5	1 км трубопровода	0,0125	181769,9	12750,14	161831,5		2272	90	159	2023	489	6,11
					7188,3	2187,32					27		121,9	1,52
17	**ТЕР22-01-011-06**	Футляр 219х4,0 с контрольной трубкой L=10,0	1 км трубопровода	0,01	181769,9	12750,14	161831,5		1818	72	128	1618	489	4,89
					7188,3	2187,32					22		121,9	1,22
18	**ТЕР22-01-011-06**	Футляр 219х4,0 с контрольной трубкой L=8,0	1 км трубопровода	0,008	181769,9	12750,14	161831,5		1454	58	102	1294	489	3,91
					7188,3	2187,32					17		121,9	0,98
19	**ТЕР22-01-011-06**	Футляр 219х4,0 с контрольной трубкой L=7,0	1 км трубопровода	0,007	181769,9	12750,14	161831,5		1272	50	89	1133	489	3,42
					7188,3	2187,32					15		121,9	0,85
20	**ТЕР22-01-011-04**	Футляр 127х3,0 L=0.5м	1 км трубопровода	0,0005	99708,13	4301,58	89144,35		50	3	2	45	426	0,21
					6262,2	849,43							37,42	0,02
21	**ТЕР22-05-003-02**	Протаскивание в футляр стальных труб	100 м трубы, уложенной в футляр	0,375	2410,99	83,04	1100,85		904	460	31	413	89,7	33,64
					1227,1								0,19	0,07
22	**ТЕР22-05-004-01**	Заделка битумом и прядью концов футляра	1 футляр	5	147,98	34,12	88,36		740	127	171	442	1,9975	9,99
					25,49								0,0125	0,06
23	**СЦМ-101-9455**	Сигнальная лента	10 м	18	8,16		8,16		147			147		
24	**СЦМ-103-9163**	Муфты с задвижными нагревателями	шт	8	112,85		112,85		903			903		

№ п п	Обоснование	Наименование затрат и работ	Ед. изм.	Кол.	Стоимость единицы, руб.			Обоснова-ние, индекс	Общая стоимость, руб.				Затр.тр.раб-х не занятых обслуж.машин	
					Всего	Экспл. маш.	Мат-ы		Всего	в т.ч. оплата труда	Экспл. маш.	Мат-ы	Обслуж-х машины	
					оплата труда	в т.ч. оплата труда					в т.ч. оплата труда		на ед-цу	всего
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
25	**СЦМ-300-9411-3**	Конденсатосборник прим.	шт	3	209,16		209,16		627			627		
26	**СЦМ-103-0080**	Угольники прямые 90гр. 80 мм прим.	10 шт	4	309,24		309,24		1237			1237		
27	**ТЕР22-01-021-05**	Футляр из ПЭ труб Диам. 160мм	1 км трубопровода	0,007	191724,2	4862,63	183116,8		1342	26	34	1282	286,52	2,01
					3744,82	679,62					5		43,94	0,31
		Общестроительные работы												
28	**ТЕР24-02-090-02**	Врезка штуцером в действующие стальные газопроводы низкого давления под газом со снижением давления, условный диаметр врезаемого газопровода: до 80 мм	10 врезок	0,1	1856,49	511,45	657,59		186	69	51	66	48,79	4,88
					687,45									
29	**Е25-473**	Испытание газопровода физическим методом контроля	стык	4	105,54	54,68	22,28		422	114	219	89	1,7	6,8
					28,58	11,43					46		0,774	3,1
30	**ТЕР23-01-001-03**	Устройство основания: гравийного	10 м3 основания	32,22	1463,67	49,5	1295,75		47159	3815	1595	41749	10,2	328,64
					118,42	6,98					225		0,51	16,43
31	**ТЕР27-03-008-04**	Разборка покрытий и оснований асфальтобетонных	100 м3 конструкций	0,03	9353,97	7226,94			281	64	217		179,8	5,39
					2127,03	627,38					19		45,63	1,37

№ п п	Обоснование	Наименование затрат и работ	Ед. изм.	Кол.	Стоимость единицы, руб.			Обоснование, индекс	Общая стоимость, руб.				Затр.тр.раб-х не занятых обслуж.машин	
					Всего	Экспл. маш.	Мат-ы		Всего	в т.ч. оплата труда	Экспл. маш.	Мат-ы	Обслуж-х машины	
					оплата труда	в т.ч. оплата труда					в т.ч. оплата труда		на ед-цу	всего
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
32	**ТЕР27-04-006-01**	Устройство оснований толщиной 15 см из щебня фракции 40-70 мм (при укатке каменных материалов с пределом прочности на сжатие свыше 68,6 (700) до 98,1 (1000) МПа (кгс/см2)) однослойных	1000 м2 основания	0,008	33517,75	4576,82	28511,82		268	3	37	228	36,96	0,3
					429,11	653,91					5		41,95	0,34
33	**ТЕР27-06-020-05**	Устройство покрытия толщиной 4 см из горячих асфальтобетонных смесей плотных песчаных типа ГД, плотность каменных материалов 2,5-2,9-3 т/м3	1000 м2 покрытия	0,02	38049,86	2445,24	35080,68		761	10	49	702	38,3	0,77
					523,94	307,63					6		19,12	0,38
Итого прямые затраты по смете в ценах 2001г.									143661	9956	18997	114708		816,83
											1895			119,98
Итого прямые затраты по смете с учетом коэффициентов к итогам									631058	62921	65565	489803		816,83
											11977			119,98
В том числе, справочно:														
Перевод в цены 2 кв.2018 г. ОЗП=6,32; ЭМ-ЗПМ=3,55; ЗПМ=6,32; МАТ=4,27 (Поз. 1-7, 20, 26-29, 31-44, 46, 8-15, 30, 16-17, 22-24, 19, 21, 45, 47-49)									474628	52966	46567	375095		
											10081			
Перевозка грунта ПЗ=5,57 (Поз. 18, 25)									12769					
Накладные расходы									84926					
В том числе, справочно:														
80%*0,94 ФОТ (от 7647) (Поз. 19, 21)									5751					
90%*0,94 ФОТ (от 663) (Поз. 8-14, 16)									561					

№ п п	Обоснование	Наименование затрат и работ	Ед. изм.	Кол.	Стоимость единицы, руб.			Обоснова-ние, индекс	Общая стоимость, руб.				Затр.тр.раб-х не занятых обслуж.машин	
					Всего	Экспл. маш.	Мат-ы		Всего	в т.ч. оплата труда	Экспл. маш.	Мат-ы	Обслуж-х машины	
					оплата труда	в т.ч. оплата труда					в т.ч. оплата труда		на ед-цу	всего
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
95%*0,94 ФОТ (от 4677) (Поз. 17, 22-24)									4177					
105%*0,94 ФОТ (от 5106) (Поз. 15, 30)									5040					
120%*0,94 ФОТ (от 1011) (Поз. 45)									1140					
130%*0,94 ФОТ (от 55117) (Поз. 1-7, 20, 26-29, 31-44, 46)									67353					
142%*0,94 ФОТ (от 677) (Поз. 47-49)									904					
Сметная прибыль									59883					
В том числе, справочно:														
45% ФОТ (от 7647) (Поз. 19, 21)									3441					
50% ФОТ (от 4677) (Поз. 17, 22-24)									2339					
65% ФОТ (от 5106) (Поз. 15, 30)									3319					
85% ФОТ (от 107) (Поз. 8-14)									91					
89% ФОТ (от 55117) (Поз. 1-7, 20, 26-29, 31-44, 46)									49054					
95% ФОТ (от 677) (Поз. 47-49)									643					
Итого									775867					816,83
														119,98
В том числе:														
Материалы									489803					
Машины и механизмы									65565					
ФОТ									74898					
Накладные расходы									84926					
Сметная прибыль									59883					
Временные 1,5%									11638					
Итого									**787505**					
Зимнее удорожание 3,3%									25988					

№ п п	Обоснование	Наименование затрат и работ	Ед. изм.	Кол.	Стоимость единицы, руб.			Обоснова-ние, индекс	Общая стоимость, руб.				Затр.тр.раб-х не занятых обслуж.машин	
					Всего	Экспл. маш.	Мат-ы		Всего	в т.ч. оплата труда	Экспл. маш.	Мат-ы	Обслуж-х машины	
					оплата труда	в т.ч. оплата труда					в т.ч. оплата труда		на ед-цу	всего
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Итого									**813493**					
НДС 18%									146428,74					
ВСЕГО по смете									**959921,74**					**816,83**
ВСЕГО В ЦЕНАХ 2018 ГОДА									**11599210,74**					**119,98**

3.2. Безопасность труда

При производстве всего комплекса строительно-монтажных работ должно быть обеспечено выполнение мероприятий по организации безопасной работы с применением механизмов в соответствии со СНиП 12-03-2001;12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве»:

1. Рабочих обеспечить сигнальными жилетами.
2. Для проезда техники и для укладки труб использовать существующие проезды.
3. При транспортировании труб длина свешивающихся с прицепа транспортных средств концов труб не должна превышать 1,5 м.
4. При погрузо-разгрузочных работах не допускается перемещение труб волоком.
5. Сбрасывание труб и соединительных деталей с транспортных средств не допускается.
6. Участок прохождения трассы отметить знаками закрепления трассы (реперами) в пределах видимости и на всех углах поворота.

Генеральный подрядчик обязан с участием заказчика разработать и утвердить мероприятия по технике безопасности и производственной санитарии, обязательные для всех организаций, участвующих в строительстве.

К строительно-монтажным работам разрешается приступать при наличии проекта производства работ.

В соответствии с технологической частью на газорегуляторном пункте при неправильной организации труда и производства и несоблюдении определенных профилактических мероприятий возможно вредное воздействие на человека газа и других веществ, применяемых или сопутствующих производственному процессу [1].

Для газоснабжения жилых домов подсобного хозяйства применяется природный газ, главное преимущество которого перед другими видами топлива – это высокая теплота сгорания, относительная дешевизна и гигиеничность. Однако, помимо достоинств природного газа, следует

отметить и его главные недостатки – это взрывоопасность и вредное действие газа на организм человека при ориентировочном безопасном уровне воздействия (ОБУВ) свыше 50 мг/м^3.

Содержание природного газа в воздухе помещения ГРП (вследствие утечек, из-за неисправности оборудования или аварий) может достичь взрывоопасной концентрации и привести к весьма тяжелым последствиям не только для самого ГРП и обслуживающего персонала, но и для окружающей среды.

Пожароопасность технологических процессов на ГРП определяется физико-химическими свойствами природного газа – легко воспламеняемого и горючего вещества.

Природный газ горит при определенном соотношении его с воздухом в составе газовоздушной смеси [1].

Пожароопасные свойства природного газа определяются по его основному компоненту – метану.

В таблице 3.2 приведены взрыво- и пожароопасные свойства метана.

Таблица 3.2

Взрыво- и пожароопасные свойства вещества

Наимено-вание вещества	ПДК, мг/м^3	Класс опасности	Температура,°С		Пределы взрываемости, %	
			горения	самовоспла-менения	НКПРП	ВКПРП
Метан	7000	4	1980	537	5,28	14,10

В зависимости от температуры самовоспламенения определяем группу взрывоопасной смеси – Т-1. В зависимости от вещества, образующего с воздухом взрывоопасную смесь, определяем категорию смеси – II А [2].

Степень огнестойкости применяем в соответствии с категорией производства по взрывоопасности и рекомендации [3] – II степень огнестойкости.

На основании таблицы 3.2 делаем вывод, что помещение ГРП относится к взрывопожароопасному. Вероятность возникновения пожара или взрыва, скорость распространения и размеры пожара определяются в основном техно-логическим процессом и конструктивно-планировочными решениями здания.

Исходя из приведенных данных, осуществляем категорирование ГРП (таблица 3.3).

Таблица 3.3

Категорирование объекта по СП 12.13130.2009

Объект	Категория взрыво-пожароопасности		Зонирование		Молниезащита объекта	
	норм. документ	категория	норм. документ	категория	норм. документ	уро-вень
ГРП	НПБ 105-03	А	ПУЭ	В-Iа	СО 153-34.21.122-2003	II

Источники воспламенения

В данном пункте рассмотрим следующие источники опасности:

- статическое электричество;

- атмосферное электричество.

В производственном процессе ГРП статическое электричество возникает и накапливается при транспортировании газа по трубам и истечении его через отверстия.

На взрывоопасном производстве, каким является ГРП, большой электрический заряд может явиться причиной взрыва и пожара, который приведёт к значительным разрушениям и может сопровождаться человеческими жертвами.

Заряд статического электричества равен 0,4 А/мин., однако этого вполне достаточно для инициирования взрыва. Статическое электричество вызывает также помехи в работе средств контроля и управления и вредно воздействует на организм и работоспособность человека. Эти проблемы до сих пор остаются актуальными [1].

Большую опасность для взрывопожароопасного помещения ГРП представляет молния, которая может проявляться в форме прямого удара, а также электростатической или электромагнитной индукции.

При прямом ударе молнии происходят большие разрушения с большой вероятностью загорания и взрыва. Это наиболее опасный вид проявления молнии.

Вторичными проявлениями молнии являются: электростатическая и электромагнитная индукции, занос высоких потенциалов. Опасность этих проявлений заключается в том, что они вызывают искрение между металлическими элементами конструкции и оборудования, в местах неплотного соединения трубопроводов и во взрывоопасном помещении ГРП, что в свою очередь может стать причиной пожара или взрыва.

Токсичность и вредность веществ

Главным компонентом природного газа является метан. Метан (CH_4) не имеет ощутимого запаха, не ядовит. При его содержании в воздухе около 10% человек испытывает недостаток кислорода, а при концентрации более 20% газа в воздухе резко снижается содержание кислорода, возникает расстройство органов дыхания из-за кислородной недостаточности (асфиксия); при вдыхании в течение 2-х минут наступает головокружение, снижается артериальное давление, становится реже пульс, понижается температура тела.

Токсикологическая характеристика метана приведена в таблице 3.4.

Шум и вибрация

Основными источниками шума в помещении ГРП являются шум, возникающий при редуцировании давления, системы перепуска (сброса) газа

в атмосферу. Шум разрушительно действует на организм человека. Он способен вызвать полную или частичную потерю слуха, глубокое расстройство нервной системы, стимулирует сердечно–сосудистые, раковые, желудочно-кишечные заболевания.

Таблица 3.4

Токсикологическая характеристика вещества

Наименование вещества и его химическая формула	Агрегатное состояние вещества	Характер воздействия на организм	Меры и средства первой помощи	ПДК, мг/$м^3$ ГН 2.2.5.1313-03	Класс опасности по ГОСТ 12.1.007-76
Метан, CH4	Газ	При концентрации в воздухе более 20% действует удушающе. Первые признаки отравления: учащение пульса, увеличение объема дыхания, нарушение координации движений.	Вынесьте пострадавшего из заражен-ной, зага-зованной зоны. Расстегнуть одежду. Дать понюхать нашатырный спирт. При остановке дыхания сделать искусственное дыхание	7000	4

Результатом воздействия шума на слух может быть утомление слуха, шумовая травма и профессиональная тугоухость.

Инженерные и организационные меры обеспечения безопасности труда

При современном состоянии технологических процессов и степени герметизации оборудования ГРП пока невозможно добиться полного прекращения выделения газа в воздух производственного помещения.

На ГРП все соединения неподвижные. Неподвижные соединения подразделяются на разъемные и неразъемные. Герметизация неразъемных соединений достигается сваркой и, следовательно, обладают высокой герметичностью, но они не всегда применяются, так как по условиям технологии требуется чистая разборка аппаратуры и трубопровода для очистки, проверки, замены. Поэтому, все основное оборудование ГРП на фланцах или резьбе.

Плотность резьбовых соединений достигается применением подмоточных промасленных концов, мастик и замазок. Фланцевые соединения достаточно просты в конструкции, применимы для широкого интервала давлений и диаметров.

В зависимости от условий эксплуатации оборудования используются фланцы с различными поверхностями, герметичность которых обеспечивается паронитовыми прокладками, закрепляющимися болтами.

Так как природный газ не имеет запаха, то перед подачей в сеть его одорируют (на ГРС), т.е. придают ему резкий неприятный запах, который должен ощущаться при концентрации в воздухе, равной 1 %. Это мероприятие направлено на быстрейшее обнаружение газа в воздухе объекта ГРП в случае утечки.

Для защиты работающих в газовой среде применяется шланговый противогаз ПШ-1, так как позволяют избегать удушья и других вредных воздействий на организм человека [1].

Для обогрева ГРП используется обогреватель во взрывопожаробезопасном исполнении.

Как правило, в боковых стенках или задних стенках делают отверстия для вентиляции внутреннего объема ГРП.

На двери ГРП должна быть нанесена красной эмалью предупредительная надпись: «Огнеопасно», «Не курить».

Защита от атмосферного электричества. Молниезащита ГРП

Молниезащита ГРП выполнена в соответствии с требованиями, предъявляемыми к классу – специальные объекты с ограниченной опасностью.

При строительстве и реконструкции, согласно нормам [4] для каждого класса объектов требуется определить необходимые уровни надежности защиты от прямых ударов молнии (ПУМ). Для специальных объектов минимальный допустимый уровень надежности защиты от ПУМ установлен в пределах 0,9 – 0,999 в зависимости от степени его общей значимости и тяжести ожидаемых последствий от ПУМ по согласованию с органами государственного контроля.

В качестве защиты от атмосферного электричества применяются одиночностоящие стержневые молниеотводы. Оборудование и коммуникации заземлены не менее чем в двух местах. Удельное сопротивление между электродом и землей должно быть не менее 100 кОм·м.

Импульсное сопротивление каждого заземлителя защиты от прямых ударов молнии – не более 10 Ом.

Защита от электростатической индукции выполняется путем присоединения оборудования и аппаратов к защитному заземлению электрооборудования.

От заноса высоких потенциалов подземные коммуникации, внешние металлические конструкции заземляют при вводе их в объект ($R_и$ < 10 Ом).

Защита от статистического электричества

Заземление – наиболее простая и часто применяемая мера защиты от статического электричества. Каждую систему оборудования коммуникаций, в которых может появиться статическое электричество, следует заземлять не менее чем в двух местах. Особое внимание при этом следует уделить на заземление фильтра, так как в нем быстро возникают опасные потенциалы статического электричества.

Согласно ГОСТ 12.4.124 – 83 все металлические и электропроводные неметаллические части технологического оборудования должны быть

заземлены. Сопротивление защитного устройства от статического электричества не должно превышать 100 Ом.

Обслуживающий персонал не должен носить специальную одежду из синтетического материала, так как она способствует накоплению на людях статического электричества.

Для предотвращения попадания на трубопроводы и оборудование ГРП блуждающих токов и защитных токов из подземных стальных газопроводов на входном и выходном газопроводах ставят изолирующие фланцевые соединения.

Контроль загазованности в ГРП

Для контроля загазованности помещения ГРП используются газоанализаторы и газосигнализаторы, которые предназначены для определения, а также выдачи сигнализации о превышении установленных значений довзрывоопасных концентраций горючих газов (метана или пропана) в воздухе. Эти приборы позволяют с известной степенью точности выявить содержание в воздухе одного или нескольких газов (устанавливают наличие утечек газа).

Спецодежда и средства индивидуальной защиты

Спецодежда защищает тело человека от производственных вредностей, не препятствует нормальной терморегуляции организма человека, должна быть удобной, не стеснять движения и хорошо очищаться от загрязнений согласно ГОСТ 12.4.011-75 ССБТ.

Перечень спецодежды выдаваемой персоналу, обслуживающему ГРП, приведен в таблице 3.5 [5].

Обслуживающий персонал не должен носить специальную одежду из синтетического материала, так как она способствует накоплению на людях статического электричества. При выполнении ремонтных работ на ГРП в темное время суток, обслуживающий персонал использует специальные фонари в защитном корпусе для освещения.

Таблица 3.5

Перечень спецодежды

Профессия	Норма выдачи	
	Наименование	Срок замены, мес.
1	2	3
Слесарь по обслуживанию ГРП	Костюм хлопчатобумажный	12
	Рукавицы комбинированные	2
	Сапоги кирзовые	24
	Куртка ватная	24
	Брюки ватные	24
Слесарь КИПиА	Полукомбинезон хлопчатобумажный	12
	Рукавицы комбинированные	2
	Перчатки диэлектрические	дежурные
	Галоши диэлектрические	дежурные

3.3. Охрана окружающей среды

Основные источники загрязнения окружающей среды при эксплуатации газопроводов – аварийный выброс газа при отказах линейной части газопроводов, вызванные нарушением технологии строительно-монтажных работ, ремонта и эксплуатации, коррозией и др.

Отрицательное воздействие загрязнителей воздуха, в нашем случае газа, обуславливается его токсическими и раздражительными свойствами, а также опасностью пожара и взрыва.

Производственная деятельность, связанная с прокладкой газопроводов и их эксплуатацией, обуславливает неизбежное изменение показателей качества окружающей среды. Поэтому проектные решения и технология строительства трубопроводов, технические средства и организационные мероприятия, эксплуатация и обслуживание газопроводов должны быть экологически безопасными.

Строительная организация, выполняющая работы по прокладке линейного трубопровода, разработке котлована под различные сооружения, несет ответственность за соблюдение проектных решений, связанных с охраной природы, а также за соблюдение государственного законодательства и международных соглашений по охране природы.

При выборе методов и средств механизации для производства строительно-монтажных работ следует соблюдать условия, обеспечивающие получение минимума отходов при выполнении технологических процессов.

Оснастить строительные бригады санитарно-техническими кабинами для сбора хозяйственно-бытовых и фекальных стоков с дальнейшим вывозом их на очистные сооружения.

По окончании работ необходимо произвести:

- засыпку и послойное трамбование или выравнивание рытвин и ям, возникших в результате проведения строительных работ;

- уборку строительного и хозяйственно-бытового мусора;

- санацию слоя почв в местах непредвиденного загрязнения их нефтепро-дуктами.

Строительная организация должна придать местности существующий рельеф и восстановить природный ландшафт.

В целях охраны водной среды при строительстве необходимо следить за применением на строительстве исправной техники, отсутствие на ней подтеков масла и топлива, а также очищенных от наружной смазки тросов, стропов.

Своевременно обслуживать технику в объемах технического обслуживания в соответствии с «Положением о техническом обслуживании и ремонте подвижного автомобильного транспорта».

Определить при производстве работ места стоянок строительной техники в нерабочее время.

Загрязняющие вещества, выбрасываемые в атмосферу при производстве работ, носят кратковременный характер и не оказывают вредного воздействия на атмосферный воздух.

Работы, связанные с выпуском в атмосферу значительных количеств вредных веществ (паров, газов), должны выполняться по согласованию с местными органами санитарно-эпидемиологической службы при наличии благоприятной метеорологической обстановки.

Рекультивация земель

При производстве работ по устройству траншеи производится снятие растительного слоя земли и перемещение его в отвал для хранения.

После разработки траншеи и укладки газопровода произвести засыпку газопровода минеральным грунтом с послойным уплотнением грунта и без устройства валика над газопроводом.

Проектом предусмотрена техническая рекультивация, включающая в себя планировку по трассе газопровода и возвращение растительного слоя. Работы по снятию растительного слоя производить в любое время года, а работы по его возвращению – только в теплое время.

Перечень мероприятий по предотвращению опасных инженерно-геологических и техногенных явлений

Категория сложности инженерно-геологических условий – II.

На территории района неблагоприятные для строительства условия в виде карста, оползней, участков развития просадочных явлений, крупных заболоченных пространств не выявлены.

Инженерно-геологические условия района благоприятны для строительства.

Возможными источниками чрезвычайных ситуаций техногенного характера может являться взрыв и пожар на трассе газопровода, а также пожары и аварии на газопроводе в результате повреждения оборудования или нарушения технологической дисциплины.

Проектом предусмотрены решения по исключению разгерметизации газопровода и газового оборудования (отключающих устройств) и предупреждения аварийных выбросов.

В проекте используется схема прокладки газопровода, исключающая его деформацию во время эксплуатации объекта.

На строящемся объекте проектом не предусмотрено использование опасных веществ, сопровождающихся аварийными выбросами.

Пожарная безопасность проектируемого газопровода решается комплексом противопожарных мероприятий:

- соблюдение нормативных противопожарных разрывов до соседних зданий и сооружений;
- наличие охранной зоны вдоль трассы газопровода;
- поддержание свободных подъездов к газопроводу
- заземление всех металлических частей электрооборудования;
- защиту строительных конструкций от огня при проведении сварочных работ;
- безопасная эвакуация работающих на строительстве объекта;
- беспрепятственный ввод и передвижение пожарных расчетов и пожарной техники.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы достигнута цель – выполнена реконструкция системы газоснабжения района в г. Видное.

Для достижения цели были решены следующие задачи:

- произведен расчет часового и годового расхода газа жилыми и коммунальными потребителями микрорайона;

- выполнен гидравлический расчет газопроводов низкого и среднего давления;

- разработана технологическая карта на прокладку газопровода, рассмотрены вопросы организации строительного производства;

- разработана сметная документация на прокладку сети газоснабжения, представлены технико-экономические показатели проекта;

- рассмотрены вопросы охраны труда и экологии при производстве работ.

В первой главе изучены характеристики района строительства, представлены исходные данные проекта.

Согласно заданию на проектирование предусматривается газоснабжение микрорайона г. Видное. Жилой район застроен зданиями различной этажности.

В домах устанавливаются газовые плиты для приготовления пищи, а также проточные газовые водонагреватели для приготовления горячей воды при центральном отоплении. Частично предусматривается установка газовых плит и централизованное горячее водоснабжение.

Кроме того, во всех квартирах устанавливаются счетчики расхода газа.

Выполнен расчет численности населения и часового расхода газа, определено годовое потребление газа, трассировка кольцевой сети, расчет удельных путевых расходов газа по участкам сети, определены расчетные часовые расходы газа по участкам сети низкого давления, гидравлический расчет сети низкого давления и среднего давления.

Число жителей – 37515 человек.

Общий расход газа 68,2 тыс. $м^3$/час.

Во второй главе выполнено проектирование технологии и организации строительства, произведен выбор машин и механизмов для производства работ, разработана технологическая карта на прокладку газопровода, разработан календарный план строительства объекта.

Затраты труда на весь объем работ 332,14 чел.-дн.

Затраты машино-смен на весь объем работ 234,8 маш.-мсм.

Продолжительность работ 52 дня

В третьей главе разработаны мероприятия по охране труда, по технике безопасности и пожарной безопасности при прокладке газопровода; разработаны мероприятия по охране окружающей среды, мероприятия по рекультивации земель и утилизации отходов; выполнены сметные расчеты стоимости строительства, приведены технико-экономические показатели проекта.

Общая сметная стоимость в ценах 2018 года прокладки 1 км газопровода составила 11 599 210,74 тыс. руб.

Средства на оплату труда 748 980 руб.

Сметная трудоемкость 816,83 чел.-дн.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.

2. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.

3. ГОСТ 12.4.124-83. ССБТ. Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования.

4. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования. Министерство строительства Российской Федерации (Минстрой России).

5. СНиП 12-04-02 Безопасность труда в строительстве. Строительное производство. Часть 2. 2002.

6. СП 62.13330.2011. Газораспределительные системы. Актуализированная редакция СНиП 42-01-2002.

7. СП 42-101-2003 «Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб».

8. СП 42-102-2004 «Проектирование и строительство газопроводов из металлических труб».

9. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99.

10. СП III-34-96 Очистка полости и испытание газопроводов. / РАО Газпром, 1996.

11. СП42-101-2003. Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб. ГУПЦПП, ЗАО «Полимергаз», 2003г.

12. ПБ 12-529-03 «Правил безопасности систем газораспределения и газопотребления» ГРТН России;

13. ПБ 12-368-00 Правила безопасности в газовом хозяйстве. / Госгортехнадзор России, 2000.

14. РД 12-608-03 Положение по проведению экспертизы промышленной безопасности на объектах газового хозяйства.

15. РД 03-418-01 Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов .

16. ОСТ 153-39.3-051-2003 «Основные положения. Газораспределительные сети и газовое оборудование зданий. Резервуарные и баллонные установки».

17. Правила устройства электроустановок. Седьмое издание. Утверждено приказом Минэнерго России от 20 июня 2003 г. № 242. Вводится в действие с 1 ноября 2003 г.

18. ПБ 12-245-98 "Правила безопасности в газовом хозяйстве".

19. Брюханов О. Н. Основы эксплуатации оборудования и систем газоснабжения: Учебник / О.Н. Брюханов, А.И. Плужников. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 256 с.

20. Безопасность и охрана труда, 2011, №1 / Безопасность и охрана труда, №1, 2011.

21. Васильев Г. Г., Земенков, Ю.Д. Эксплуатация оборудования и объектов гозовой промышленности (Том 1) [Электронный ресурс] / Ю.Д. Земенков, Г.Г. Васильев, А.Н. Гульков. - М.: Инфра-Инженерия, 2007. - 1216 с.

22. Ефименко Л. А. Традиционные и перспективные стали для строительства магистральных газонефтепроводов [Электронный ресурс] / Л. А. Ефименко, О. Ю. Елагина, Е. М. Вышемирский и др. - М.: Логос, 2011. - 316 с.

23. Жила В. А. Автоматика и телемеханика систем газоснабжения: Учебник / В.А. Жила. - М., 2013. - 238 с.

24. Жила В.А. Газовые сети и установки. М.: Академия, 2003. 272с.

25. Жила В.А., Ушаков М.А.,Брюханов О.Н. Газовые сети и установки, 5-е издание, М.:Издательство Центр «Академия», 2008 г.

26. Загидуллина Г. М. Экономика строительства: Учебник/Г.М.Загидуллина, А.И.Романова - 2 изд. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 360 с.

27. Ионин А.А. Газоснабжение: Учеб. для вузов. – М.: Стройиздат, 1989.

28. Карякин Е.А. Промышленное газовое оборудование. Справочник. Саратов: Газовик, 2003. 624с.

29. Клюев А.С., А.Т. Лебедев, С.А. Клюев, А.Г. Товарнов Наладка средств автоматизации и автоматических систем регулирования: Справочное пособие. – М.: Энергоатомиздат, 2009. – 368 с.

30. Краснов В. И. Реконструкция трубопроводных инженерных сетей и сооружений: Учебное пособие / В.И. Краснов. - М. 2014. - 238 с.

31. Кязимов К.Г., Гусев В.Е. Эксплуатация и ремонт оборудования систем газораспределения: Практическое пособие для слесаря газового хозяйства. – М.: ЭНАС, 2011.

32. Пачурин Г. В. Охрана труда. Методика проведения расследований несчастных случаев на производстве: Учебное пособие/Пачурин Г. В., Щенников Н. И., Курагина Т. И. - 2-е изд., доп.-М.:Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2015.-144 с.

33. Преображенский, В. П. Теплотехнические измерения и приборы: Учебник для вузов по специальности «Автоматизация теплоэнергетических процессов». - 3-е изд., перераб. М. : Энергия, 1978.

34. Рябцев Н. И. Газовое оборудование, приборы и арматура: М.: Недра, 1985.

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

36. Фокин С.В., Шпортько О.Н. Системы газоснабжения: устройство, монтаж и эксплуатация: Учебное пособие для сред. Проф. образования.-М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2011.

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

38. Преображенский, В. П. Теплотехнические измерения и приборы: Учебник для вузов по специальности «Автоматизация теплоэнергетических процессов». - 3-е изд., перераб. М. : Энергия, 1978.

39. А.С. Клюев, А.Т. Лебедев, С.А. Клюев, А.Г. Товарнов Наладка средств автоматизации и автоматических систем регулирования: Справочное пособие. – М.: Энергоатомиздат, 2009. – 368 с.

40. Е.А. Карякин. Промышленное газовое оборудование. Справочник. Саратов: Газовик, 2003. 624с.