

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

Инженерно-строительный
институт
Инженерных систем зданий и сооружений
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 Г.В. Сакаш
подпись инициалы, фамилия

« 13 » 06 2017 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

08.03.01.00.05

код – наименование направления

Газоснабжение сжиженным углеводородным газом жилого района
п. Солнечный и АО «Салют»
тема

Руководитель


подпись, дата

доцент, к.т.н
должность, ученая степень

А.И. Авласевич
инициалы, фамилия

Выпускник


подпись, дата

А.А. Амирова
инициалы, фамилия

Красноярск 2017

Продолжение титульного листа по теме «Газоснабжение сжиженным углеводородным газом жилого района п.Солнечный и АО «Салют»»

Консультанты по
разделам:

ТВИС
наименование раздела

подпись, дата

А.И. Авласевич
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

подпись, дата

А.И. Авласевич
инициалы, фамилия

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

Инженерно-строительный
институт
Инженерных систем зданий и сооружений
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ Г.В. Сакаш
подпись инициалы, фамилия
« ____ » _____ 2017 г

**ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме бакалаврской работы**

Студенту Амировой Анне Александровне

фамилия, имя, отчество

Группа ИЭ 13-11

Направление 08.03.01 «Строительство»

Профиль подготовки 08.03.01.00.05 Теплогазоснабжение и вентиляция»

Тема выпускной квалификационной работы Газоснабжение сжиженным углеводородным газом жилого района п.Солнечный и АО «Салют», утверждена приказом по университету № _____ от _____

Руководитель ВКР А.И.Авласевич доцент каф. ИСЗиС, к.т.н

Исходные данные для ВКР:

1. Населенный пункт п.Солнечный и АО «Салют»;
2. Плотность населения 450 чел/га;
3. Состав газа: пропан 85%, бутан 15%;
4. Коэффициент семейности 3,7; ген. план района.

Перечень разделов ВКР:

- технологическая часть;
- ТВИС.

Перечень графического материала

1. Схема ген. плана ГНС, экспликация;
2. Схема внутриквартального газопровода, монтаж трубопроводов внутреннего газопровода;
3. Групповая резервуарная установка, план на отметке 0,000, компоновка резервуара с форсуночным испарителем, разрез А-А, схема обвязки резервуаров, спецификация;
4. План котельной на отметке 0.000 М1:50., разрез 1-1, горелка газовая Г-1,0, спецификация;
5. Монтажная схема обвязки резервуаров.

Руководитель ВКР

подпись

А.И. Авласевич

инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению

подпись

А.А. Амирова

инициалы и фамилия студента

« ____ » _____ 2017 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Реферат.....	4
Введение	5
1. Расчет годового потребления газа.....	6
1.1 Расчет численности населения.....	7
1.2. Расчет газопотребления	7
1.3 Расчет газонаполнительной станции.....	9
2 Расчет ГНС.....	10
2.1 Расчет резервуарного парка ГНС.....	10
2.2 Расчет сливных эстакад.....	11
2.3 Расчет числа баллонов, подлежащих заполнению в течении суток..	12
2.4 Расчет числа газораздаточных колонок.....	13
2.5 Расчет автотранспорта.....	13
2.6 Расчет числа автомобилей для перевозки баллонов.....	14
3 Расчет внутридомового газопровода.....	15
4 Расчет внутриквартального газопровода	19
5 Расчет предохранительных клапанов.....	21
6 Расчет насосно-компрессорного отделения.....	26
7. Расчет групповых резервуарных установок.....	30
7.1 Расчет резервуарной установки с естественным испарением	31
7.2 Расчет резервуарной установки с искусственным испарением.....	33
8 Расчет внутрикотельного газопровода.....	34
8.1 Расчет групповой резервуарной установки для котельной.....	35
9 Подземная прокладка газопроводов.....	36
10 Технологии возведения инженерных систем.....	37
10.1 Монтаж подземного газопровода.....	37
10.2 Монтаж резервуаров.....	40
10.3 Монтаж трубопроводов.....	42
10.4 Предварительное испытание газопровода.....	43
10.5 Благоустройство трассы.....	44
10.6 Определение объема земляных работ.....	44
10.7 Выбор комплекта машин и оптимального варианта.....	49
Заключение.....	53
Список литературы.....	54

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Газоснабжение сжиженным углеводородным газом жилого района п.Солнечный и АО «Салют» содержит 54 страницы текстового документа, 6 использованных источников, 5 листов графического материала.

ГОДОВОЕ ГАЗОВОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ, ГАЗОНАПОЛНИТЕЛЬНАЯ СТАНЦИЯ, ЧИСЛО ГАЗОВЫХ БАЛЛОНОВ, ГРУППОВАЯ РЕЗЕРВУАРНАЯ УСТАНОВКА, ВНУТРИДОВОМОЙ ГАЗОПРОВОД, ВНУТРИКВАРТАЛЬНЫЙ ГАЗОПРОВОД, ВНУТРИКОТЕЛЬНЫЙ ГАЗОПРОВОД.

Объектом разработки является жилой район п. Солнечный с населением 70875 жителей.

Цель работы: Разработать проект газоснабжения населения, коммунально-бытовых и промышленных потребителей района сжиженным газом.

В ходе проделанной работы была рассчитана годовая потребность в газе жилого микрорайона помощью удельных норм потребления газа, Произведен расчет газонаполнительной станции, резервуарного парка ГНС. Определено количество автотранспорта необходимого для поставки газа населению и снабжения коммунально-бытовых объектов. Произведен гидравлический расчет систем газоснабжения, также произведен расчет групповых резервуарных установок с искусственным и естественным испарением. Рассчитан внутридомовой, внутриквартальный и внутрикотельный газопровод и подобраны необходимые диаметры труб для прокладки. Разработана технология возведения инженерных систем.

ВВЕДЕНИЕ

Сжиженные газы представляют собой смесь углеводородов, в основном пропана и бутана с небольшими примесями более тяжелых углеводородов. Источниками их получения является попутные газы нефтяных и газоконденсатных месторождений и газы, образующиеся при переработке нефти. При атмосферных условиях сжиженные газы находятся в газообразном состоянии, а при повышении давления или при снижении температуры они превращаются в жидкость. Для транспортировки и хранения эти газы обычно сжижаются, а используются у потребителей в газовой фазе.

В основу проектирования и расчета систем снабжения сжиженными углеводородными газами положены термодинамические свойства двухфазных, многокомпонентных систем с учетом климатических условий расположения газоснабжаемых объектов.

В проекте «Газоснабжение жилого района, сжиженным углеводородным газом» необходимо произвести расчет численности населения и газопотребления жилыми районами, представив полный расчет основной производственной единицы в системе снабжения сжиженным газом населения – ГНС. После выбора и размещения оборудования и составления схемы газопроводов следует произвести расчет внутридомового и внутриквартального газопровода.

В проекте помимо этого необходимо представить расчет резервуаров с естественными и искусственными испарениями и определить размеры инжекционной горелки низкого давления.

1 Расчет годового потребления газа

Годовое потребление газа городом является основой при составлении проекта газоснабжения.

Расчет годового потребления производят по нормам на конец расчетного периода с учетом перспективы развития городских потребителей газа.

Продолжительность расчетного периода устанавливают на основании плана перспективного развития города или поселка. Все виды городского потребления можно сгруппировать следующим образом:

- бытовое потребление (потребление газа в квартирах);
- потребление в коммунальных и общественных предприятиях;
- потребление на отопление и вентиляцию зданий;

промышленное потребление.

Потребители, названные в пп. "в" и "г", в балансе, составленном для сжиженного газа, обычно отсутствуют, если не считать отдельных небольших установок.

Возможное количество потребителей газа может быть определено исходя из:

- постройки и ее основных характеристик;
- количества и характеристики (по пропускной способности) предприятий и учреждений городского хозяйства;
- наличия централизованного горячего водоснабжения;
- характеристики отопительных систем;
- топливного и теплового баланса города.

Большинство приведенных факторов не поддается точному учету, поэтому потребление газа рассчитывают по средним нормам, разработанным в результате

анализа многолетнего опыта фактического потребления газа и перспектив изменения этого потребления.

1.1 Расчет численности населения

Согласно СНиП 2.04.08-87* «Газоснабжение», чтобы правильно определить газопотребление, необходимо знать численность населения района, определяемая по формуле:

$$N = m \cdot F, \quad (1.1)$$

где m – плотность населения, чел/га,
 F – площадь застройки, определяемая по генплану, га
 Расчет сводим в таблицу №1

Таблица 1 – Расчет численности населения

№ квартала	Площадь квартала, га	Количество проживающих, чел.	№ квартала	Площадь квартала, га	Количество проживающих, чел.
1	7,7	3465	14	7,7	3465
2	12,5	5625	15	11,2	5040
3	5,5	2475	16	7,2	3240
4	5,5	2475	17	7,1	3195
5	6	2700	18	7,1	3195
6	7,5	3375	19	7,7	3465
7	8	3600	20	5,3	2385
8	5,5	2475	21	5	2260
9	6	2700	22	1,8	810
10	7,1	3195	23	1,8	810
11	7,1	3195	24	1,8	810
12	7,7	3465			
13	7,7	3465			Σ =70875

1.2 Расчет газопотребления

Расчет газового потребления жилым районом сводим в таблицу №2

Таблица 2 – Расчет газопотребления жилым районом

Назначение расходуемого газа	Количество потребителей	Норма расхода			Расход газа	
		На 1 год человек а кДж	м ³ /чел	кг/чел	м ³	кг
1	2	3	4	5	6	7
При наличии газовой плиты и централизованного теплоснабжения	$N = a \cdot n = 56700$	2540×10^3	26,67	54,67	1512189	3099789
При наличии только газовой плиты и газового водоподогревателя	$N = (a - b) \cdot n = 7087,5$	7300×10^3	75,64	157,2	536099	1114155
Суммарное количество газа	-	-	-	-	2048288	4213944
Суммарное количество с учетом резерва	-	-	-	-	2355531,2	4846036

a – доля потребления газа районом на приготовление пищи, по заданию равна 0,85
 b – доля потребления газа районом на горячее водоснабжение, по заданию равна 0,80

n – количество потребителей.

Для того чтобы заполнить таблицу №2 необходимо произвести следующие расчеты

Плотность газовой фазы

$$\rho_{г} = K_{пр} \rho_{пр}^{газ} + K_{бут} \rho_{бут}^{газ} \quad (1.2)$$

Низшая массовая теплота сгорания

$$Q_{н}^p = K_{пр} Q_{р(пр.м)}^H + K_{бут} Q_{р(бут.м)}^H \quad (1.3)$$

где $Q_{р(пр.м)}^H$, $Q_{р(бут.м)}^H$ – массовая низшая теплота сгорания пропана и бутана

$$Q_{р(пр.м)}^H = 46300 \text{ кДж/кг}$$

$$Q_{р(бут.м)}^H = 47330 \text{ кДж/кг}$$

$$Q_p^H = 0,85 \cdot 45300 + 0,15 \cdot 47330 = 46454,5 \text{ кДж/кг}$$

Низшая теплота сгорания газовой фазы:

$$Q_n^p = K_{пр} Q_p^H (пр.г) + K_{бут} Q_p^H (бут.г)$$

$$Q_p^H (пр.г) = 91140 \text{ кДж/кг}^3$$

$$Q_p^H (бут.г) = 118530 \text{ кДж/кг}^3$$

$$Q_p^H = 0,85 \cdot 91140 + 0,15 \cdot 118530 = 95248,5 \text{ кДж/м}^3$$

Нормы расхода газа на одного человека (графа 3) принимаем согласно СНиП 2.04.08-87* „Газоснабжение“

Графа 4 определяется отношением графы 3 к массовой низшей теплоте сгорания пропана и бутана, кДж/кг

Графа 5 – отношением графы 3 к низшей теплоте сгорания газовой фазы, кДж/м³

Графа 6 является произведением граф 4 и 2, а графа 7 – 5 и 2

1.3 Расчет газонаполнительной станции

ГНС является основными производственными единицами в системе снабжения сжиженным газом населения и коммунально-бытовых потребителей. Они осуществляют прием, хранение, распределение и в ряде случаев поставку газа своим транспортом. Газ на ГНС поставляют ж/дорожным, трубопроводным, автомобильным транспортом. Для снабжения потребителей используют автомобильные цистерны (для резервуарных установок, зданий промышленных и с/хозяйственных потребителей), баллоны различной вместимости (для населения). Современные ГНС снабжены сливными ж/дорожными эстакадами, базой хранения с резервуарами для сжиженных газов, производственными зданиями с насосно-компрессорным, наполнительным, сливным, воздушно компрессорами, погрузочно-компрессорным, бытовым и другими отделениями, а также блоками вспомогательных помещений с механическими мастерскими, котельными, административно-хозяйственными помещениями, гаражами для автотранспорта и оборудованы системами водо-, тепло- и электроснабжения, связи и канализации.

Проектирование ГНС должно осуществляться в соответствии с требованиями СНиП 2.04.08-87* (газоснабжение, Правила безопасности в газовом хозяйстве) и Госгазтехнадзора, т.к. ГНС являются объектами повышенной опасности. Этими документами устанавливаются места их расположения, безопасные расстояния между зданиями, сооружениями и окружающих зданий и сооружений различного назначения, а также рациональная планировка территории, дорог, противопожарные требования к зданиям и сооружениям, резервуарами базы хранения, насосами, компрессорами и системами водоснабжения, отопления и вентиляции и многие другие положения.

На ГНС сжиженных газов осуществляются следующие операции:

- прием сжиженного газа от поставщиков
- слив сжиженного газа в хранилища
- его хранение в подземных и наземных резервуарах в баллонах и т.д.

- слив неиспарившихся остатков газа из сосудов
- разлив газа в баллоны, передвижные резервуары , автоцистерны
- прием пустых и выдача наполненных баллонов
- транспортировка газа в баллонах и по внутренней трубопроводной сети
- ремонт и переосвидетельствование баллонов и резервуаров ГНС
- технологическое обслуживание и ремонт оборудования ГНС
- доставка газа потребителям в баллонах и автоцистернах
- регазификации сжиженных газов
- смешение паров сжиженных газов с воздухом или низкокалорийными газами
- подача паров сжиженных газов, газоздушных смесей в городские системы распределения газа.

Эксплуатация ГНС должна производиться в соответствии с «Правилами эксплуатации ГНС сжиженного газа». В основу организации эксплуатации положена система планово-предупредительных ремонтов и технологических обслуживаний.

2 Расчет ГНС

2.1 Расчет резервуарного парка ГНС

Наземные резервуары, применяемые для хранения пропана, бутана и их смесей, рассчитываются на рабочее давление, соответствующее упругости паров сжиженного газа при максимальной температуре воздуха в летнее время, но не ниже 50°C.

Подземные резервуары рассчитываются на рабочее давление, соответствующее упругости паров сжиженного газа при максимальной температуре грунта в летнее время, но не ниже 25°C.

Горизонтальные цилиндрические резервуары бывают объемом 25, 50, 100, 160, 175 и 200 м³. Все отключающие устройства на наземных резервуарах должны располагаться в непосредственной близости штуцеров. У подземных резервуаров отключающие устройства, а также предохранительные клапаны и контрольно-измерительные приборы (КИП) должны находиться выше уровня земли.

Наземные резервуары для защиты от действия солнечных лучей окрашиваются светлой краской, а подземные должны быть покрыты противокоррозионной изоляцией и засыпаны песчаным грунтом.

В проекте предусмотрена подземная установка резервуаров на ГНС по следующим причинам:

- Они безопаснее в пожарном отношении
- Небольшие сезонные изменения температуры, надежная теплоизоляция в зимнее время
- Дешевая эксплуатация

Необходимый объем резервуарного парка определяется, исходя из газового объема потребления, запас рассчитываем на 5 суток, т.к. расстояние до поставщика не превышает 500 км.

Общий объем хранения газа на ГНС

$$V = \frac{Qn}{365\rho k}, \text{ м}^3 \quad (2.1)$$

где Q – годовое потребление (массовое количество) газа, т

n – принятый запас хранения, сут.

k – коэффициент наполнения резервуара (для подземного размещения равен 0,9)

ρ – плотность жидкой фазы, кг/м³

365 – количество дней в году

$$V = \frac{4846036 \cdot 5}{365 \cdot 538,95 \cdot 0,9} = 136,86 \text{ (м}^3\text{)}$$

Далее определяем необходимое количество резервуаров при единичном объеме одного резервуара марки ПС-50

$$n = \frac{V}{V_p}, \text{ шт.} \quad (2.2)$$

где V – запас сжиженного газа на ГНС, М³

V_p – единичный объем принятого к установке резервуара равный 50 М³

$$n = 136,86 / 50 = 3 \text{ шт.}$$

2.2 Расчет сливных эстакад

Эстакада представляет собой металлические или ж/б сооружение высотой 5м. и длиной до 180м. в зависимости от количества сливных и наливных устройств, каждое с двумя патрубками для жидкой фазы и одним для паровой. Под ними прокладывают коллекторы жидкой и паровой фаз сжиженного газа, соединенные с трубопроводами станции.

Количество сливно-наливочных устройств принимается из условия обеспечения суточного слива или налива, исходя из месячного грузооборота и грузоподъемности цистерн. Количество сливных эстакад определяется по формуле:

$$N = \frac{Q_{\max}}{30 \cdot G}, \text{ шт.} \quad (2.3)$$

где Q_{max} – максимальный месячный грузооборот, т.

G – масса газа в одной цистерне, равна 32,1 т.

$$N = \frac{4846036}{30 \cdot 32,1 \cdot 1000 \cdot 12} = 1 \text{ шт.}$$

С учетом развития ГНС и газификации принимаем 1 сливную эстакаду.

2.3 Расчет числа баллонов, подлежащих заполнению в течении суток

Баллононаполнительное отделение – одно из основных отделений ГНС.

Оно оборудовано раздаточными постами, которые в зависимости от числа заполняемых баллонов бывают ручными, полуавтоматическими и автоматическими. При наполнении до 200-500 баллонов в смену практикуется ручная или полуавтоматическая разливка, при необходимости наполнять свыше 500 баллонов в смену следует переходить на автоматическую разливку.

В наполнительном отделении ГНС выполняются следующие операции: слив из баллонов неиспарившихся остатков, наполнение баллонов газом, контроль степени наполнения баллонов, контроль герметичности баллонов. Процесс наполнения баллонов состоит из двух операций: собственно наполнения и контроля количества залитого в баллон сжиженного газа.

Количество заполняемого в баллон газа можно оценить взвешиванием или измерением объема жидкости. Поэтому различают весовой и объемный методы наполнения баллонов сжиженным газом.

Наполнение баллонов ручным либо полуавтоматическим способом осуществляется на специальной рампе, вдоль которой вмонтированы весовые установки. Пустые баллоны устанавливаются на весовые установки. При помощи трубки (или наполнительных головок) к штуцеру баллона прикрепляется шланг от наполнительной рампы. Взвесив баллон, движок рейки весов устанавливают на цифру, указывающую массу баллона плюс массу допустимого количества газа, затем пускают газ. Отсоединив трубку, после наполнения баллона необходимо проверить массу баллона и убедиться в отсутствии утечки газа через клапан. Сняв баллон с весов, заглушают штуцер запорного устройства баллона и, открыв вентиль или клапан на баллоне, проверяют его герметичность. Убедившись в исправности, вентиль или клапан закрывают.

Наполнению подлежат баллоны емкостью 5, 12, 27, 50 и 80 л.

Количество заполняемых баллонов:

$$n_{\text{б}} = G_{\text{сут}} / g, \text{ шт} \quad (2.4)$$

где $G_{\text{сут}}$ – максимальное потребление газа, т/сут

g – масса газа в одном баллоне равная 0,021 т

$$G_{\text{сут}} = Q_{\text{год}} \cdot K / 365 = 4846036 \cdot 0,1 / 365 = 1,33 \quad (2.5)$$

$$n_{\text{б}} = 1,33 / 0,021 = 64 \text{ шт.}$$

2.4 Расчет числа газораздаточных колонок

Отпуск сжиженных газов с ГНС в автоцистерны осуществляется через газораздаточные колонки. Число колонок определяется исходя из необходимости суточной реализации газа в автоцистернах.

$$N_k = \frac{G_{сут}}{g \cdot k \cdot \tau}, \text{ шт.} \quad (2.6)$$

где

$G_{сут}$ – суточная реализация газа, т.

g – расчетная производительность колонки, равна 1 т/ч

τ – время работы колонки в сутки, равно 6 часов

k – коэффициент использования автотранспорта, принят равным 0,65

$$G_{сут} = \frac{G \cdot n}{365}, \text{ т.} \quad (2.7)$$

n – это доля реализации газа через групповые установки равный 0,9

G – общий расход газа, т

$$G_{сут} = \frac{4846,036 \cdot 0,9}{365} = 11,8 \text{ т}$$

Тогда

$$N_k = \frac{11,8}{1 \cdot 0,65 \cdot 6} = 3,01 = 3 \text{ шт.}$$

Принимаем 4 газораздаточных колонки для заправки автоцистерн.

2.5 Расчет автотранспорта

Сжиженные газы от заводов-поставщиков к потребителям или к базам их приема, хранения и раздачи доставляются в сосудах, работающих под давлением. Доставка является сложным организационно-хозяйственным и технологическим процессом, включающим транспортирование сжиженных газов на дальние расстояния, обработку газов на ГНС, транспортирование их на ближние расстояния для непосредственной доставки газа мелким потребителям.

Опыт эксплуатации показывает, что ГНС должны располагать необходимым автотранспортом для повышения оперативности газоснабжения населения и коммунально-бытовых объектов. Численность подвижного состава, находящегося в эксплуатации на ГНС зависит от количества газа подлежащего перевозке и производительности подвижного состава за единицу времени. При этом подвижной состав, используемый для доставки сжиженного газа может быть представлен в виде транспортных и раздаточных автоцистерн, автомобилей, оборудованные под перевозку баллонов или обычные.

Автомобильные цистерны представляют собой горизонтальные цилиндрические сосуды, в задних днищах которых вварен люк с требуемыми приборами. Транспортные автоцистерны предназначены для перевозки сжиженных газов с заводов-поставщиков до газораздаточных станций или с газораздаточных станций и кустовых баз крупным потребителям и групповым установкам со сливом в их резервуары. Раздаточные автоцистерны предназначены для доставки сжиженных газов потребителю с разливкой газа в малые сосуды, автомобильные и обычные баллоны. Грузовые автомобили предназначены для перевозки баллонов от газораздаточной станции до каждого потребителя.

Автоцистерны наполняют из специальных колонок.

2.6 Расчет числа автомобилей для перевозки баллонов

Опыт эксплуатации показывает, что ГНС должны располагать необходимым автотранспортом для повышения эффективности снабжения населения и коммунально-бытовых объектов газом. Поэтому необходимо рассчитать количество автомобилей для перевозки баллонов от ГНС до промежуточных пунктов.

Для этого определяется число рейсов автомобиля в сутки:

$$n = t / (2l / c + 2t_1), \quad (2.8)$$

где t -число часов работы автомашины в сутки, ч;

l - расстояние от ГНС до потребителей, км (3-5);

c - средняя техническая скорость автомобиля, км/с (40-50);

t_1 - время погрузки и разгрузки, 1,5 ч ;

$$n = 8 / (2 \cdot 4 / 40 + 2 \cdot 1,5) = 2,5 = 3$$

В сутки автомашина выполняет 3 рейса

Определяем средний объем перевозок одним автомобилем в сутки

$$g_1 = g \cdot n, \quad m \quad (2.9)$$

где g - грузоподъемность одного автомобиля равная 0,8 т.

n - количество рейсов одного автомобиля в день;

$$g_1 = 0,8 \cdot 3 = 2,4 \text{ м}$$

Необходимый объем перевозок в сутки определится:

$$g_2 = \frac{Q \cdot k}{N}, \quad m \quad (2.10)$$

где N -число рабочих дней в году.

Q -количество газа реализуемое через газобаллонные установки, т.

К- коэффициент неравномерности, принимается 1,5

$$g_2 = \frac{4846,036 \cdot 1,5 \cdot 0,1}{364} = 1,997 \text{ м.}$$

Таким образом, требуемое количество автомобилей определится отношением:

$$A_a = \frac{g_2}{g_1}, \text{ шт.}, \quad (2.11)$$

$$A_a = \left(\frac{1,997}{2,4}\right) = 1 \text{ шт.}$$

Для перевозки данного количества газа необходимо 1 автомашина.

3 Расчет внутридомового газопровода

В жилые здания газ поступает по газопроводам от ГРУ. Эти газопроводы состоят из абонентских ответвлений, подводящих газ к зданию и внутридомовых газопроводов, которые транспортируют газ внутри здания и распределяют его между отдельными газовыми приборами.

Газопровод монтируется в зданиях через нежилые помещения, доступные для осмотра труб.

Газовые стояки прокладывают в кухнях, лестничных клетках или коридорах. Если от одного ввода в жилое здание газ подают к нескольким стоякам, то на каждом из них устанавливают кран или задвижку. Перед каждым газовым прибором устанавливают краны.

Расчет внутридомового газопровода сводится к определению диаметров газопровода при условии бесперебойного снабжения всех потребителей в часы наибольшего gasопотребления.

Значение расчетных параметров давления газа при проектировании газовых сетей бытовых, коммунальных и других потребителей принимается в зависимости от предполагаемого давления в месте подключения газовых плит и водонагревателей.

Сопротивление газа в трубопроводах складывается из сопротивлений на трение и в местных сопротивлениях. Сопротивления на трение имеют место по всей длине трубопровода, а сопротивления местные только в местах изменения скоростей, направлений движения газа.

При определении потерь давления во внутридомовых газопроводах низкого давления должны учитываться не только потери на трение и местные

сопротивления, но и потери, вызываемые разностью плотностей газа и воздуха, т.е. гидростатический напор.

Гидравлический расчет начинаем с определения расчетных расходов газа по участкам.

Вычерчиваем аксонометрическую схему внутридомового газопровода, разбиваем на участки, начиная с наиболее удаленного прибора в здании для стояка с максимальным расходом.

На расчетной схеме проставляем номера участков от дальнего прибора до ввода в здание и определяем расходы газа по участкам внутридомовой сети по номинальным расходам газа приборами. Коэффициенты одновременности и часового максимума принимаем по СНиП 2.04.08-87* «Газоснабжение».

Определяем расчетные расходы газа по участкам:

$$V_r = \sum K_0 \frac{g_i}{Q_n^p} n_i, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (3.1)$$

где K_0 - коэффициент одновременности действия однотипных групп приборов, принимается по СНиП 2.04.08-87* «Газоснабжение»

g_i – номинальный расход газа одним или несколькими приборами, кДж/ч. Для двухкомфорочной плиты с духовным шкафом (П2) -25000 кДж/ч, то же для четырехкомфорочной (П4)-40000 кДж/ч, для водонагревателя проточного (ГВ)-100000 кДж/ч.

Q_n^p - низшая теплота сгорания кДж/ м³ 95248,5 кДж/ м³
 n_i - число квартир .

расчет сводим в таблицу №3

Таблица 3 – Расход газа на каждом участке

Номер участка	Ассортимент прибора	Число квартир	Коэффициент одновременности, K_0	Расчетный расход газа V_r , м ³ /ч
1-2	П4	1	1,0	0,42
2-3	П4	1	1,0	0,42
3-4	2П4	2	0,65	0,545
4-5	3П4	3	0,45	0,567
5-6	4П4	4	0,35	0,587
6-7	4П4	5	0,29	0,609
7-8	10П4	10	0,254	1,065

Длины участков измеряем по плану секции.

Определяем расчетные длины участков по формуле:

$$L_p = L \left(1 + \frac{a}{100}\right), \text{ м} \quad (3.2)$$

где L – длина участка по плану, м

a – процентная надбавка к потерям на трение, % Для внутриквартирных разводок при длине разводки 1-2 м – 450%, для стояков – 20%, на газопроводах от вводов в здание до стояка – 25%

По средней удельной потере давления, равной

$$\left(\frac{\Delta P}{l}\right)_{cp} = \frac{350}{\Sigma L_p}, \text{ Па/м} \quad (3.3)$$

где 350 – расчетный перепад давления во внутридомовом газопроводе, 350 Па
 ΣL_p – сумма расчетных длин по участкам, м

Согласно расчетным расходам газа определяем диаметры газопровода по участкам, принимая ближайšie к стандартным размерам труб по номограмме рис. 11.10(5).

Затем определяем, по этой же номограмме, действительные потери давления по участкам $\left(\frac{\Delta P}{l}\right)_o$, по диаметрам газопровода и расчетным расходам газа по участкам.

Далее определяем потери давления по участкам:

$$\Delta P = \left(\frac{\Delta P}{l}\right)_o * L_p, \text{ Па} \quad (3.4)$$

Находим гидростатический напор

$$H_g = \pm 9,81z(\rho_v - \rho_g), \text{ Па} \quad (3.5)$$

где z – разность абсолютных отметок начальных и конечных участков газопровода, м

ρ_v – плотность воздуха, кг/м³ равный 1,29 кг/м³

ρ_g – плотность газа, кг/м³ равный 2,12 кг/м³

В конце расчета, после определения потерь давления на участках с учетом гидростатического давления, находится их сумма по всем участкам, она не должна превышать расчетного перепада давления 350 Па.

Результаты расчета приведены в таблице №4

Таблица 4 – Гидравлический расчет внутридомового газопровода

№ ⁰ участка	Расчетный расход газа V _г , м ³ /ч	Длина участка L, м	Расчетная длина L _р , м	Надбавка на местные сопротивления, %	Разность абсолютных отметок z, м	Диаметр газопровода d, мм	Средняя удельная потеря давления $\left(\frac{\Delta P}{l}\right)_ф$ Па/м	Удельная потеря давления $\left(\frac{\Delta P}{l}\right)_д$ Па/м	Потеря давления ΔP, Па	Гидростатический напор Н _г , Па	Общая потеря давления на участке ΔP+ Н _г Па
1-2	0,42	2	11	450	1	21,3x2,8	8,11	0,8	8,8	6,67	15,47
2-3	0,42	3	3,6	20	3	21,3x2,8	8,11	0,8	2,88	20,01	22,89
3-4	0,545	3	3,6	20	3	21,3x2,8	8,11	1,75	6,3	20,01	26,31
4-5	0,567	3	3,6	20	3	21,3x2,8	8,11	1,9	6,84	20,01	26,91
5-6	0,587	3	3,6	20	3	21,3x2,8	8,11	1,9	6,84	20,01	26,91
6-7	0,609	9	11,25	25	0	21,3x2,8	8,11	2	22,5	0	22,5
7-8	1,065	5,2	6,5	25	2	21,3x2,8	8,11	5,9	38,35	13,34	51,69
сумма			43,15								192,7

Условие расчета выполнено, т.к. $192,7 \text{ Па} < 350 \text{ Па}$

Диаметры можно считать подобранными.

4 Расчет внутриквартального газопровода

Расчет ведется для квартального газопровода низкого давления. Расчетный перепад давления принимается 250 Па , потери давления местных сопротивлений учитываются с помощью десятипроцентной надбавки к потерям давления по длине.

Расчет считается законченным, если суммарные потери давления по наибольшей магистрали не превышают 250 Па . Расчетные расходы газа на участках определяются:

$$V_r = \sum K_0 \frac{g_i}{Q^p} n_i, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (4.1)$$

В начале расчета определяем количество жителей в одном доме. За расчетный принимаем квартал №24

$$N_{\text{под}} = N_{\text{пот}} / K_{\text{сем}} * N_{\text{кв}} \quad (4.2)$$

где K - коэффициент семейности (по заданию);

N - количество квартир в подъезде

$$N_{\text{под}} = 810 / 3,7 * 10 = 21 \text{ под}$$

Число домов квартала определяется:

$$N = 21 / 3 = 7 \text{ шт.}$$

810 - количество жителей квартала.

Длины участков замеряются по плану.

Расчетная длина:

$$L_p = 1,1 L, \text{ м} \quad (4.3)$$

Диаметр определяются по номограмме для определения потерь давления в газопроводах низкого давления, причем диаметр зависит от расчетного расхода газа и средней удельной потере давления, которая находится как

$$\left(\frac{\Delta P}{l} \right)_{\text{cp}} = \frac{250}{\Sigma L_p}, \text{ Па/м} \quad (4.4)$$

Диаметр газопровода принимается по номограмме

Далее аналогично предыдущему расчету определяем действительные потери давления по участкам $\left(\frac{\Delta P}{l}\right)_o$, и потери давления ΔP .

В конце расчета суммируются потери давления по всем участкам, итог не должен превышать расчетного перепада давления 250 Па.

Расчеты сводим в таблицы №5 и №6

Таблица 5 – Расход газа для участков внутриквартирного газопровода

Номер участка	Ассортимент прибора	Число квартир	K_0	$V_p, \text{ м}^3/\text{ч}$
1-2	10П4	10	0,254	1,068
2-3	20П4	20	0,235	1,974
3-4	30П4	30	0,231	2,9106
4-5	40П4	40	0,227	3,8136
5-6	50П4	50	0,223	4,683
6-7	60П4	60	0,22	5,544
7-8	70П4	70	0,217	6,3898
8-9	80П4	80	0,214	7,1904
9-10	90П4	90	0,212	8,0136
10-11	100П4	100	0,21	8,82
11-12	110П4	110	0,209	9,6558
12-13	120П4	120	0,208	10,4832
13-14	130П4	130	0,207	11,3022
14-15	140П4	140	0,206	12,1128
15-16	150П4	150	0,205	12,915
16-17	160П4	160	0,204	13,7088
17-18	170П4	170	0,203	14,4942
18-19	180П4	180	0,202	15,2712
19-20	190П4	190	0,201	16,0398
20-21	200П4	200	0,2	16,8
21-ГРУ	210П4	210	0,199	17,5518
				$\Sigma = 200,7406$

Таблица 6 – Гидравлический расчет внутриквартального газопровода

№ участка а	Расчетный расход газа V_p , м ³ /ч	Длина участка L, м	Расчетная длина L_p , м	Диаметр газопровода а d, мм	Удельная потеря давления $(\Delta P/l)_d$, Па/м	Потери давления ΔP , Па
1-2	1,068	15	16,5	33,5x3,2	0,4	6,6
2-3	1,974	15	16,5	38,0x3,0	0,6	9,9
3-4	2,9106	30	33	45x3	0,46	15,18
4-5	3,8136	15	16,5	48x3,5	0,6	9,9
5-6	4,683	15	16,5	67x3	0,3	5,04
6-7	5,544	30	33	67x3	0,35	11,55
7-8	6,3898	15	16,5	67x3	0,5	8,25
8-9	7,1904	15	16,5	60x3,5	0,5	8,25
9-10	8,0136	30	33	60x3,0	0,6	19,8
10-11	8,82	15	16,5	70x3,0	0,27	4,455
11-12	9,6558	15	16,5	70x3,0	0,35	5,775
12-13	10,4832	30	33	70x3,0	0,4	13,2
13-14	11,3022	15	16,5	70x3,0	0,45	7,425
14-15	12,1128	15	16,5	70x3,0	0,6	9,9
15-16	12,915	30	33	75,5x4,0	0,45	14,85
16-17	13,7088	15	16,5	75,5x4,0	0,5	8,25
17-18	14,4942	15	16,5	76x3,0	0,5	8,25
18-19	15,2712	30	33	76x3,0	0,55	18,15
19-20	16,0398	15	16,5	76x3,0	0,55	9,075
20-21	16,8	15	16,5	83x3,0	0,4	6,6
21-	17,5518	30	33	83x3,0	0,45	14,85

$\Sigma=462$

$\Sigma=215,25$

Расчет выполнен, т.к. $215,25 \text{ Па} < 250 \text{ Па}$.

5 Расчет предохранительных клапанов

Для предохранения резервуаров от чрезмерного повышения давления, а также отключения газоиспользующей аппаратуры в случае недопустимого понижения или повышения давления применяются сбросные пружинные клапаны и запорно-предохранительные устройства.

Предохранительный сбросной клапан является устройством, обеспечивающим безопасность эксплуатации оборудования в условиях

повышенных давлений жидкости и газа, когда превышение давления сверх рабочего может вызвать повреждения оборудования. При превышении в системе допустимого рабочего давления предохранительный клапан открывается автоматически и сбрасывает необходимый избыток рабочей среды, предотвращая возможность аварии. По окончании периода сброса и при снижении давления до определенного значения предохранительный сбросной клапан автоматически закрывается и остается в закрытом состоянии до тех пор, пока нарушение технологического режима процесса не вызовет в системе вновь появление чрезмерных давлений. Таким образом установка сбросных пружинных клапанов на резервуарах сжиженных газов является обязательной, т.к. причин для чрезмерного повышения давления может быть очень много, в частности:

- нагрев резервуара солнечной радиацией или открытым огнем в случае пожара и т.д.;
- увеличение объема жидкости в переполненном резервуаре при повышении температуры жидкости при отсутствии парового пространства;
- наполнение резервуара сжиженным газом с химическими компонентами, имеющими упругость паров более высокую, чем та, на которую рассчитан резервуар;
- подача жидкой фазы насосом при переполненном резервуаре;
- сжатие инертного газа, находящегося в резервуаре, при подачи жидкой фазы;

На каждом резервуаре, чтобы предупредить завышения давления, устанавливают один или несколько предохранительных клапанов, которые в зависимости от конструкции приводного устройства разделяются на грузовые и пружинные. Пружинные предохранительные клапаны обладают рядом преимуществ. Натяг пружины в них, обеспечивающий регулировку клапана на определенное давление, фиксируется тщательно и просто.

Конструкция клапана является более компактной, несложной, менее металлоемкой и предотвращает загазовывание окружающего воздуха.

На основании, на резервуарах и трубопроводах для сжиженных газов должны устанавливаться в соответствии с действующими нормами предохранительные клапаны, которые должны срабатывать при повышении давления в резервуаре не более чем на 15% выше установленного рабочего давления в резервуарах или трубопроводах. Не более чем на 25% рабочего при условии, что это превышение предусмотрено проектом и отражено в паспортах.

Таким образом, предохранительные клапаны представляют собой арматуру, которая используется для автоматического выпуска жидких и газообразных сред из системы высокого давления в систему низкого давления или атмосферу и предназначены для безопасной эксплуатации установок и предотвращения возможных аварий.

Предохранительные клапаны для резервуаров и трубопроводов сжиженных газов должны быть рассчитаны с учетом физико-химических свойств сжиженных газов и специфики их назначения.

Определение необходимой площади проходного сечения предохранительных клапанов производится в соответствии с требованиями действующих «Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением» Госгортехнадзора по формуле:

$$F_c = \frac{G}{15,9 \cdot \alpha \cdot B \sqrt{(p_1 - p_2) p_1}} \text{ мм}^2 \quad (5.1)$$

где F_c – площадь проходного сечения, равная наименьшей площади сечения в проточной части, мм²;

G – максимально возможная пропускная способность паров сжиженных газов, кг/ч;

α – коэффициент избытка газа (жидкости) клапаном;

B – коэффициент учитывающий расширение среды и определяемый по таблице 5.4.5 указанных выше правил Госгортехнадзора;

p_1 – максимальное избыточное давление перед предохранительным клапаном, Мпа;

p_2 – избыточное давление за предохранительным клапаном, Мпа;

ρ_1 – плотность рабочей среды при рабочих параметрах p_1 и t_1 , кг/м³;

t_1 – температура рабочей среды, °С;

Для сосудов с давлением до 6Мпа:

$$p_1 = p_p + 0,15 \cdot p_p + 0,1, \quad (5.2)$$

где p_p – избыточное давление клапана, Мпа

$$p_1 = 2 + 0,15 \cdot 2 + 0,1 = 2,4 \text{ Мпа.}$$

Плотность рабочей среды ρ_1 рассчитывается по формуле:

$$P_1 = p \frac{P_1 \cdot T_H}{T_1 \cdot P_H \cdot z} \text{ кг/м}^3 \quad (5.3)$$

где ρ - плотность газовой смеси, кг/м³

P_1 и T_1 - давление и температура в рабочих условиях, кг/м² и К;

P_H и T_H – давление и температура при нормальных условиях, кг/м² и К;

z – коэффициент сжимаемости реального газа;

$$P_1 = p \frac{240000 \cdot 275}{335 \cdot 10332 \cdot 0,9} = 45,7 \text{ кг/м}^3$$

Испарение жидкости в резервуарах происходит за счет тепла окружающего наружного воздуха и зависит от его температуры, влажности, скорости движения, степени заполнения резервуаров и химического состава жидкости. Таким образом, максимальная пропускная способность паров сжиженных газов должна быть исходя из условий защиты резервуаров от тепловой радиации в летнее время и их защиты в аварийной ситуации – при пожаре, вычисляется по формуле:

$$G = k \cdot F(t_g - t_{жс}) / q \text{ кг/ч}, \quad (5.4)$$

где k – общий коэффициент теплопередачи от окружающего горячего воздуха через стенку резервуара к жидкости; для неизолированного резервуара принимается $23,2 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{°C})$;

F – наружная поверхность резервуара, м^2 ;

t_g – температура окружающей среды, омывающей при пожаре наружную поверхность, °C , принимаемая равной $550\text{-}650\text{°C}$;

$t_{жс}$ – температура кипения жидкости (50°C) при абсолютном давлении хранения ее в резервуаре;

q – скрытая теплота испарения жидкости при температуре $t_{жс}$, Вт/кг ;

$q = 295,48 \text{ кДж/кг}$ или 1241 ккал/кг или 1439 Вт/кг ;

$$G = 23,2 \cdot 1480(650 - 50) / 1439 = 14312 \text{ кг/ч}.$$

Для проверки полученного результата воспользуемся эмпирической формулой для ориентировочных расчетов в соответствии с требованиями СНиП II-37-76.

$$G = 300 \cdot D[L + (D/2)] \text{ кг/ч}, \quad (5.5)$$

где D – диаметр цилиндрического резервуара, м, для ПЕ-100 3м

L – полная длина резервуара, м, для ПЕ-100 14,718м

$$G = 300 \cdot 3[14,718 + (3/2)] = 14560 \text{ кг/ч.}$$

Определяем площадь проходного сечения:

$$F_c = \frac{14312}{15,9 \cdot 0,6 \cdot 0,72 \sqrt{(2,4 - 0) 45,7}} = 199 \text{ мм}^2$$

Диаметр клапана определяем по формуле:

$$d = \sqrt{\frac{4F}{\pi}} \text{ мм,} \quad (5.6)$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 199}{314}} = 15,92 \text{ мм.}$$

Подбираем клапан предохранительный полноподъемный марки СППК4Р-50-40 с пружиной №107 и пределами регулирования 1,6-2,5 МПа.

6 Расчет насосно-компрессорного отделения

На ГНС для перемещения сжиженных газов используются в основном насосы и компрессоры, лишь незначительное число ГНС для перемещения газа используют сжатый природный газ, испарители и др.

При нормальной работе ГНС компрессоры используются для слива сжиженного газа из прибывшего транспорта (железнодорожных и автомобильных

цистерн) способом выдавливания ; создания необходимого подпора для нормальной работы насосов; отсасывания остаточных паров из опорожненных цистерн и резервуаров хранилищ.

Компрессоры следует, как правило, размещать в закрытых отапливаемых помещениях. Допускается их размещение на открытых площадках под навесами из негорючих материалов только при условии их размещения в районах, в которых климатические условия позволяют обеспечить нормальную работу устанавливаемого оборудования и обслуживающего персонала.

Компрессор отсасывает паровую фазу из заполняемого резервуара и нагнетает ее в паровое пространство цистерны или расходного резервуара. Создаваемая разность давлений способствует переливу жидкости в требуемом направлении. Нагнетаемые компрессором пары сжиженного газа с повышенной температурой, соприкасаясь с холодной поверхностью, подогревают верхний слой жидкости и способствует испарению и дополнительному повышению давления в опорожняемом сосуде. Отсасывание паров из заполняемого резервуара не только снижает давление, но и усиливает испарение и охлаждение жидкости, что также ускоряет процесс слива. После слива железнодорожных цистерн компрессор отсасывает пары и направляет их в резервуары хранилища. Оставшаяся на дне цистерны жидкость при этом полностью испаряется, а давление паров снижается до $0,5 \text{ кгс/см}^2$.

Достоинствами этого метода являются:

- конструктивная простота схемы;
- полнота опорожнения цистерн;
- возможность регулирования скорости слива изменением перепада давлений в резервуаре и цистерне;
- высокая производительность ($0,3-1,0 \text{ м}^3/\text{мин.}$)
- Недостатки метода
- большой расход энергии;

- обязательное наличие трубопроводов паровой и жидкой фаз;
- наличие сложного в эксплуатации агрегата.

Подбор насосно-компрессорного оборудования производится с учетом объема и характера производимых операций по перекачке сжиженных газов по системе сливно-наливочных трубопроводов.

При выборе числа и типа насосов учитывают величину максимального расхода газа при заполнении автоцистерн или сливе (наливе) железнодорожных цистерн при максимальном количестве

При выборе компрессоров учитывается их основное назначение по отбору паров сжиженного газа из заполняемого резервуара и нагнетанию их в паровое пространство опоражниваемого резервуара или железнодорожных цистерн, благодаря чему обеспечивается выдавливание жидкой фазы для подачи ее к насосам или работе без них. При выборе производительности компрессоров обычно принимается во внимание только повышение давления от конденсации в сливаемой цистерне.

Подберем компрессор для слива газа из трех железнодорожных цистерн объемом: $V_r=51 \text{ м}^3$; размерами: $D=2,6 \text{ м}$; $L=10,8 \text{ м}$; диаметр сливных труб $d_r=100 \text{ мм}$; приведенная длина $L_r=250 \text{ м}$; время слива 2 ч.

Производительность компрессора определим по формуле:

$$G_v = \frac{k_1 \cdot F \cdot \Delta p}{r \cdot \sqrt{\tau}} \text{ кг/ч}, \quad (6.1)$$

где k_1 — коэффициент, равный 30-50;

F —поверхность зеркала конденсации, м^2 ;

Δp —перепад давления, кгс/см^2 ;

r —скрытая теплота парообразования, ккал/кг ;

τ — время, ч.

Определяем скорость жидкости в сливном пространстве

$$W_{ж} = \frac{V_{г} \cdot k_{тр}}{f_{тр} \cdot 3600 \cdot \tau} \text{ м/с}, \quad (6.2)$$

где $k_{тр}$ – коэффициент наполнения цистерны, равен 0,8;

$$W_{ж} = \frac{3 \cdot 51 \cdot 0,8}{0,785 \cdot (0,1^2) \cdot 3600 \cdot 2} = 2,15 \text{ м/с}.$$

Гидравлическое сопротивление трубопровода:

$$\Delta p_{тр} = \lambda \cdot \frac{L_m \cdot \gamma_{жс} \cdot W_{жс}^2}{d_m \cdot 2g} \text{ кгс/м}^2 \quad (6.3)$$

где λ – коэффициент гидравлического трения трубы;

$\gamma_{жс}$ – плотность смеси, кг/м³;

$$\Delta p_{тр} = 0,02 \frac{250 \cdot 585,75 \cdot 2,15^2}{0,1 \cdot 2 \cdot 9,81} = 6900 \text{ кгс/м}^2$$

Учитывая разность уровней и скоростной напор, принимаем $\Delta p = 2,5$ кгс/см².

Поверхность зеркала конденсации (максимальная)

$$F = DL = 2,6 \cdot 10,8 = 28 \text{ м}^2.$$

Определим среднюю производительность компрессора при $\tau_{ср} = \tau/2 = 1$ ч.

$$G_{срч} = \frac{3 \cdot 40 \cdot 28 \cdot 2,5}{80 \cdot \sqrt{1}} = 105 \text{ кг/ч}.$$

Работа компрессора в первые 5 мин (0,083) будет равна:

$$G_{нач.ч} = \frac{3 \cdot 40 \cdot 28 \cdot 2,5}{80 \cdot \sqrt{0,083}} = 365 \text{ кг/ч}.$$

Таким образом, производительность компрессора должна быть более 105 кг/ч, но не должна превышать 365 кг/ч. В реальных условиях по мере опорожнения транспортной цистерны развиваемой компрессором перепад давления будет уменьшаться.

К установке принимаем компрессор АУ-45 с подачей 318,2 кг/ч при давлении всасывания 0,4 МПа с мощностью двигателя 10,7 кВт и частотой вращения 910 об/мин.

7 Расчет групповых резервуарных установок

Для хранения сжиженных углеводородных газов непосредственно у потребителя используются стационарные и передвижные резервуары различного объема. Установки газоснабжения с двумя и более резервуарами, предназначенные для снабжения сжиженным газом различных потребителей, называют резервуарными. Они бывают надземными и подземными. Надземные установки, как правило, применяют для газоснабжения предприятий промышленного и сельскохозяйственного производства, подземные - для газоснабжения промышленных и коммунальных предприятий, отдельных жилых многоэтажных и общественных зданий и их групп, а также объектов сельского

хозяйства. Число резервуаров определяется расчетом, но должно быть не менее двух.

В состав резервуарной установки должны входить: резервуары, трубопроводы обвязки резервуаров по жидкой и паровой фазам, запорная арматура, регуляторы давления газа, предохранительные запорные и сбросные клапаны, показывающие манометры, устанавливаемые до регулятора давления, штуцеры с кранами после регуляторов давления для присоединения контрольного манометра, устройство для контроля уровня сжиженных газов в резервуарах и испарители (в установках с искусственным испарением). Арматура и приборы групповых резервуарных установок должны быть защищены кожухами от атмосферных осадков и повреждений.

Площадки резервуарных установок должны быть ограждены забором высотой не менее 1,6 м из негорючих материалов. На их территории должны быть углекислотные огнетушители, ящик с песком и лопата. Число резервуаров в установке определяется характером потребителей, районом установки резервуаров (север, юг и т.д.), расходом газа и объемом используемых резервуаров. Для бесперебойного снабжения населения газом и избежания перегрузки транспорта объем резервуарных установок рассчитывают, исходя из

двухнедельного запаса газа. Расчет систем газоснабжения от этих установок с естественным испарением имеет свою специфику, обусловленную процессом теплообмена между грунтом и резервуарами, а также теплопроводностью грунта.

Проектирование, строительство и эксплуатация ГРУ производится в соответствии со СНиП 2.04.08-87* «Газоснабжение», правилами безопасности в газовом хозяйстве Гостехнадзора, правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением.

7.1 Расчет резервуарной установки с естественным испарением

Схема газоснабжения включает в себя источник газоснабжения (резервуарную установку с естественным испарением), трубопроводы обвязки, распределительные газопроводы и запорно-регулирующую арматуру.

Испарение сжиженного газа в резервуарах происходит за счет тепла, поступающего к ним от окружающего грунта.

Производительность резервуаров зависит от фракционного состава газа (содержание пропана), температурных условий, в которых находятся резервуары, и режима наполнения резервуаров газом по мере его расхода.

Надежность и экономичность резервуарных установок в значительной степени зависит от правильности выбора количества резервуаров и точности определения расчетного расхода газа. Расчетным режимом для групповой подземной установки являются зимний и весенний периоды эксплуатации. В это время резервуар работает в зоне грунта с отрицательной температурой.

Требуемое количество резервуаров в установке определится

$$N = \frac{V_p}{U_{рез}}, \text{ шт.} \quad (7.1)$$

где $U_{рез}$ -производительность одного резервуара, $\text{м}^3/\text{ч}$, определяется по номограмме рис.2 (б), для выбранного резервуара объемом 5 м^3 равна $5 \text{ м}^3/\text{ч}$.

V_p - расчетный расход газа, $\text{м}^3/\text{ч}$, при максимально суточном потреблении подсчитывается по формуле:

$$V_p = \frac{n \cdot K_n \cdot q_{год} \cdot K_2^H}{Q_H^P \cdot 365}, \text{ м}^3/\text{ч}. \quad (7.2)$$

где n - количество жителей, пользующихся газом от резервуарной установки, для рассматриваемого квартала №24 равно 1024 человека,

K_n - коэффициент суточной неравномерности потребления газа в течении года, при наличии плит и принимается равным 1,4

$q_{год}$ – расход газа в тепловых единицах на одного человека в год, кДж, для приготовления пищи и горячей воды при установке в квартире плиты и водонагревателя норма расхода равна 2800×10^3 кДж,

K_2^H -показатель часового максимума суточного расхода, принимается равным 0,12

Q_H^P –низшая теплота сгорания газа, кДж/м³

$$V_p = \frac{810 \cdot 1,4 \cdot 2800 \cdot 1000 \cdot 0,12}{952485 \cdot 365} = 10,96 \text{ м}^3 / \text{ч}.$$

$N=10,96/1,9=6$ резервуаров.

При грунтовом расположении резервуаров на расстоянии друг от друга, равным диаметру резервуара, происходит тепловое взаимодействие между ними. В результате грунт между ними охлаждается, и производительность каждого резервуара в групповой установке уменьшается. Поэтому производительность группы резервуаров не равна сумме производительностей такого же количества отдельно стоящих резервуаров, а зависит от расстояния между ними и их взаимного расположения. Все эти факторы учитываются коэффициентом m . Для двух резервуаров равен $m=0,93$.

Производительность групповой установки с учетом влияния резервуаров

$$V_{уст.} = N \cdot V_{рез.} \cdot m, \text{ м}^3 / \text{ч} \quad (7.3)$$

$$V_{уст.} = 6 \cdot 5 \cdot 0,93 = 27,9 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Следовательно, 6 резервуаров обеспечат расчетную производительность.

Для обеспечения бесперебойности снабжения запас газа в резервуарах установки должен быть не менее чем на 2 недели. Поэтому следует проверить запас газа, находящийся в резервуарах установки

$$V_{зан.} = N \cdot V_{геом.} \cdot h \cdot V_{сж}, \text{ м}^3 \quad (7.4)$$

$V_{геом}$ – геометрическая емкость резервуара, 5 м^3

h – количество газа, которое может быть отобрано из резервуара между очередными заправками, $h=0,85-(0,25 \dots 0,35)$.

$V_{сж}$ – объем паров, образующихся при испарении 1 м^3 сжиженного газа.

При испарении 1 м^3 жидкого пропана образуется 269 м^3 пара, а при испарении 1 м^3 бутана – 235 м^3 пара. Следовательно

$$V_{сж} = 269 \cdot K_{пр} + 235 \cdot K_{бут},$$

где $K_{пр}$, $K_{бут}$, – доли пропана и бутана в составе газа, (по заданию)

$$V_{сж} = 269 \cdot 0,85 + 235 \cdot 0,15 = 291,8 \text{ м}^3$$

$$V_{зан.} = 6 \cdot 5 \cdot (0,85 - 0,3) \cdot 291,8 = 4814,7 \text{ м}^3$$

Число суток между очередными заправками резервуаров установки:

$$Z = \frac{V_{зан}}{V_{сут}} \text{, суток.} \quad (7.5)$$

$V_{сут}$ - среднесуточный расход газа, $\text{м}^3/\text{сут}$.

$$V_{сут} = \frac{n \cdot q_{зод} \cdot K_H}{Q_H^P \cdot 365} \text{, м}^3/\text{сут.} \quad (7.6)$$

$$V_{сут} = \frac{810 \cdot 1,4 \cdot 2800 \cdot 1000}{952485 \cdot 365} = 90 \text{ м}^3 / \text{сут.}$$

$$Z = \frac{4814,7}{90} = 54 \text{ суток.}$$

7.2 Расчет резервуарной установки с искусственным испарением

Схема газоснабжения включает в себя резервуарную установку, испарительные устройства, трубопроводы обвязки, распределительные газопроводы и запорно-регулирующую арматуру.

Резервуарные установки сжиженного газа могут оборудоваться емкостями, проточными и комбинированными испарителями.

Количество и требуемую производительность испарителя необходимо определить исходя из расчетного расхода газа

$$G = \frac{n \cdot q_{год} \cdot K_n \cdot k_r^H}{Q_H^P \cdot 365}, \text{ кг/ч} \quad (7.7)$$

где n - количество жителей, пользующихся газом от резервуарной установки, для рассматриваемого квартала №24 равно 810 человек,

K_n - коэффициент суточной неравномерности потребления газа в течении года, при наличии плит принимается равным 1,4

$q_{год}$ - расход газа в тепловых единицах на одного человека в год, кДж, для приготовления пищи при наличии в квартире горячего водоснабжения норма расхода равна $2800 \cdot 10^3$ кДж,

K_2^H - показатель часового максимума суточного расхода, принимается равным 0,12

Q_H^P - низшая массовая теплота сгорания, кДж/кг.

$$G = \frac{810 \cdot 1,4 \cdot 2800 \cdot 1000 \cdot 0,12}{46454,5 \cdot 365} = 22,47 \text{ кг/ч.}$$

Требуемое количество испарителей

$$N_u = \frac{G}{G_u}, \text{ шт.} \quad (7.8)$$

где G_u - паспортная производительность одного испарителя, выбранного по технико-экономическим показателям с учетом климатических условий их эксплуатации.

$$N_u = \frac{22,45}{60} = 1 \text{ испаритель}$$

Количество резервуаров, необходимое для снабжения газом потребителей, определяется исходя из расчетного суточного расхода и принятого запаса

$$N = \frac{Z \cdot G_{сут}}{V_{рез} \cdot \rho_{ж}}, \text{ шт.} \quad (7.9)$$

где Z - число суток между очередными заправками. Принимается в зависимости от радиуса обслуживания, качества автомобильных дорог и климатических условий (от 7 до 30 сут.)

$V_{рез}$ - полезная емкость одного резервуара, м^3 , 5 м^3

ρ - плотность жидкой фазы газа, кг/м^3

$G_{\text{сут}}$ – среднесуточный расход газа, кг/сут.

Определится как:

$$G_{\text{сут}} = \frac{n \cdot K_H \cdot q_{\text{зод}}}{Q_H \cdot 365}, \text{ кг/сут.} \quad (7.10)$$

$$G_{\text{сут}} = \frac{2800 \cdot 1000 \cdot 810 \cdot 1,4}{46454,5 \cdot 365} = 187,26 \text{ кг/сут.}$$

$$N = \frac{30 \cdot 191,17}{5 \cdot 538,95} = 2 \text{ шт.}$$

Таким образом, для газоснабжения 810 квартир потребуется резервуарная установка из 2 резервуаров емкостью 5 м^3 и 1-го форсуночного испарителя.

8 Расчет внутрикотельного газопровода

Расчетный перепад давления $\Delta P = 250$ кПа

Разбиваем газопровод на участки, определяем расчетные расходы длины участков, среднее падение давления. По расчетным расходам и удельному среднему давлению, подбираем диаметры газопровода и действительное удельное давление.

Потери давления в местных сопротивлениях принимаем в отношении 10% к потерям давления по длине.

Расчетная длина:

$$L_p = 1,1 \cdot L_m \quad (8.1)$$

Диаметр определяют по номограмме для определения потерь давления в газопроводах низкого давления, причем диаметр зависит от расчетного расхода газа и средней удельной потере давления, которая находится:

$$\left(\frac{\Delta P}{l} \right)_{\text{cp}} = \frac{250}{\Sigma L_h} \text{ Па/м,} \quad (8.2)$$

$$\left(\frac{\Delta P}{l} \right)_{\text{cp}} = 6,68 \text{ Па/м.}$$

Расчет сводим в таблицу 1.6.1

Таблица 1.6.1- Гидравлический расчет внутрикотельного газопровода

№ участка	Расчетный расход газа Q_p , $m^3/ч$	Длина участка L , м	Расчетная длина L_p , м	Диаметр газопровода d , мм	Средняя удельная потеря давления $(\Delta P/l)_{cp}$, Па/м	Удельная потеря давления $(\Delta P/l)_d$, Па/м	Потери давления ΔP , Па
1-2	10	4,4	4,84	33,5×3,2	12,62	12	58,08
2-3	20	3,6	3,96	42,3×3,2	12,62	10,5	41,58
3-4	30	10	11	48×3,5	12,62	11	121
Σ			19,8				220,66

Расчет выполнен, т.к. $220,66 < 250$ Па.

8.1 Расчет групповой резервуарной установки для котельной

Количество резервуаров необходимое для газоснабжения котельной, определяется исходя из расчетного суточного расхода

$$G_{сут} = G \cdot \rho \text{ кг/ч}, \quad (8.3)$$

где G — расчетный расход газа, $m^3/ч$

ρ — плотность газа в пересчете с природного на сжиженный, $кг/м^3$

$$G_{сут} = 20 \cdot 2,126 = 42,52 \text{ кг/ч}$$

Количество резервуаров:

$$N = \frac{z \cdot G_{сут}}{V_{рез} \cdot \rho_{ж}} \text{ шт} \quad (8.4)$$

где z – число суток между очередными заправками резервуара газом;

$V_{рез}$ – объем резервуара;

$\rho_{ж}$ – плотность жидкой фазы газа;

$$N = \frac{10 \cdot 20}{5 \cdot 587,25} = 3 \text{ шт.}$$

По производительности котельной выбираем тип испарителя – змеевиковый, производительностью 100 кг/ч, тогда:

$$N_u = 42,52/100 = 0,43$$

К установке принимаем 1 змеевиковый испаритель.

9 Подземная прокладка газопровода

Трассировка газопроводов по территориям населенных пунктов, внутри кварталов или дворов должна обеспечивать наименьшую протяженность газопроводов и ответвлений от них к жилым зданиям, а также максимальное удаление от подземных строений и не напорных подземных коммуникаций.

Трассировка газопроводов по незастроенным территориям должна производиться с учетом планировки будущей их застройки.

В любом случае регазификации газопроводов должен быть проложен на глубине от 1 до 1,3 метров. При использовании систем газоснабжения с испарителями или регазификаторами, подземные газопроводы низкого давления можно прокладывать в зоне промерзания на глубине не менее 1 метра. При этом в смеси поставляемого газа должно быть не менее 25-30 процентов пропана. Пучение и опускание грунтов могут существенно отражаться на всей системе групповой резервуарной установки.

Резервуарные установки и газопроводы необходимо засыпать крупно и средне зернистым песком на всю глубину, начиная от фундаментов. До засыпки песком необходимо установить на нижнюю обвязку контрольные трубки.

Для газопроводов должны применяться только трубы из хорошо сваривающихся малоуглеродистых сталей.

Минимальный диаметр труб прокладываемых в грунте, принимается равным 32 мм, а минимальная толщина стенок труб 3мм.

Все остальные газопроводы и резервуары, укладываемые в грунт, должны быть покрыты противокоррозийной изоляцией.

Газопроводы, при пересечении фундаментов, перекрытий, стен и перегородок должны заключаться в футляр.

Большим препятствием на сооружениях подземного газопровода являются водоотводные трубы.

10 Технологии возведения инженерных систем

10.1 Монтаж подземного газопровода

Подготовительные работы

Прежде всего, строительная организация должна получить разрешение на право проведения земляных работ на территории города. Разрешение выдается из организации с указанием имени ответственного за производство работ.

Кроме того, организация, производящая земляные работы, получает письменное уведомление на производство земляных работ от всех организаций, прокладывающих подземные коммуникации.

Вскрытие инженерных коммуникаций, пересекаемых трубопроводами, должно производиться в присутствии представителей заинтересованных организаций. При этом должны приниматься меры к предохранению вскрытых коммуникаций от повреждений.

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

Разбивка трассы газопровода

До начала строительства газопровода заказчиком с участием эксплуатационных организаций должна быть разбита трасса, при этом:

- нивелирование постоянных реперов должно производиться с точностью, предусмотренной главой СНиП по геодезическим работам в строительстве;
- вдоль трассы установлены временные реперы, связанные нивелировочными ходами с постоянным;
- разбивочные оси и углы поворота трассы должны быть закреплены на местности.

В проекте на строительство газопровода привязка оси делается от красных линий застройки. Ось закрепляется через 100-150 метров металлическим штырем. За состояние разбивки трассы несет ответственность монтажная организация.

Земляные работы

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

Рытье траншей должно выполняться в общем потоке с другими работами по перекладке газопровода.

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



Рисунок 7.1 – Рытье траншеи под газопровод экскаватором

Рытье траншей производится экскаватором марки - Э0-3211Д с обратной лопатой, представленном на рисунке 7.1. После рытья траншей следует ручная

зачистка стенок и дна траншей, затем грунт отсыпают в отвал с одной стороны. Лишний грунт вывозится. Через каждые 100-150 метров устанавливают пешеходные мостики.

Завоз труб, материалов, оборудования

Трубы, запорную арматуру поставляют с помощью бортового автомобиля марки – ЗИЛ 130-76, с ЦЗМ или заводов согласно составленным заявкам по спецификациям. Трубы, арматура, сварочные и изоляционные материалы, применяемые для строительства систем газоснабжения, должны иметь сертификаты заводов-изготовителей, подтверждающие соответствие требованиям государственных стандартов или технических условий.

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

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

Сборка и сварка труб в звенья

Перед сборкой под сваркой стальных труб необходимо:

- 1) Очистить их внутреннюю полость от возможных засорений - (грунта, льда, снега, воды, строительного мусора, отдельных предметов и др.);
- 2) проверить геометрические размеры разделки кромок, выправить плавные вмятины на концах труб глубиной до 3.5% наружного диаметра трубы;
- 3) очистить до чистого металла кромки и прилегающие к ним

внутреннюю и наружную поверхности труб.

10.2 Монтаж резервуаров

Перед монтажом резервуаров должен быть открыт котлован до проектной отметки, защищено и спланировано дно котлована.

Основание котлована перед устройством фундаментов резервуаров уплотняется втрамбовыванием щебня. Устанавливают фундаменты с соблюдением условия, чтобы при установке уклон был 0.02 в сторону горловины. Резервуары, как показано на рисунке 7.2, устанавливают на фундамент при помощи автокрана типа КС грузоподъемностью 4-5 тонн. Для

настоящего проекта принят кран КС-1262 с длиной стрелы 10.6 м, грузоподъемностью 4 т.



Рисунок 7.2 – Установка резервуаров на фундамент

После установки производят обвязку резервуаров трубопроводами $d=50$ мм.

При двух подземных резервуарах каждый из них оборудуется специальной редукционной головкой, размещенной на фланце головке резервуара, выходящей на поверхность земли. Резервуары соединены между собой только трубопроводами паровой фазы; они могут работать по выдаче газа

как отдельно, так и совместно. В редуционной головке вырезается место для монтажа испарителя. Прокладывают контур заземления (на расстоянии 1 м от резервуаров) и соединяют на сварке с опорами резервуаров. Величина сопротивления контура не более 10 см.

Монтажные конструкции, изделия и детали должны поступать на монтажную площадку в готовом виде.

Все такелажные операции: разгрузка, погрузка и перемещение оборудования или его отделочных устройств, узлов в монтажной зоне, а также подъем и установка в проектное положение при монтаже, надлежит производить так, чтобы была обеспечена полная сохранность оборудования.

Групповые установки сжиженного газа после окончания их строительства должны быть испытаны и приняты комиссией, назначенной заказчиком в составе его представителей, а также представителей строительно-монтажной организацией треста.

Резервуары групповых установок совместно с их обвязкой испытываются на плотность воздухом, на максимальное рабочее давление 10 кг/см^2 при закрытой обвязке арматуры с проверкой всех соединений мыльной эмульсией.

Испытание резервуаров на плотность воздухом допускается после гидравлического испытания их.

При производстве земляных работ необходимо обеспечить защиту котлована от атмосферных вод и промерзания дна котлована. Для отвода атмосферных вод с поверхности обсыпки предусмотрена призма из песчаного грунта $h = 0.3 \text{ м}$ с последующей одерновкой ее поверхности и откосов.

Для удобства обслуживания оборудования предусмотрена асфальтовая дорожка шириной 1 м, сделанная с помощью катка марки – ДУ – 10А.

За условную отметку 0.000 принята отметка обсыпки резервуаров, соответствующая абсолютной отметке. По всему периметру групповая установка резервуаров ограждается оградой из металлической сетки по железобетонным столбам высотой 1.6 м по серии 3.017-1.

Столбы ограды устанавливаются в предельно пробуренные скважины с последующей заливкой бетона марки 100. Угловые столбы ограды устанавливаются на фундаменты.

При привязке проекта необходимо откорректировать глубину заложения фундаментов резервуаров с учетом местных гидрогеологических условий.

10.3 Монтаж трубопроводов

Перед монтажом и укладкой должна быть подготовлена постель под газопровод и проверен уклон дна траншеи.



Рисунок 7.3 – Укладка газопровода

Газопровод плетями укладывают на петли и при помощи двух автокранов 15-20м опускают в траншею, укладывая плетью по оси, наглядно представлено на рисунке 7.3. В траншеях, в местах сварки звеньев между собой, отрывают приямки для работы сварщиков. При монтаже газопровода должен быть постоянный пооперационный контроль со стороны заказчика. Сварщики на монтаже должны иметь допуск и личное клеймо.

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

10.4 Предварительное испытание газопровода

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

Изоляция газопроводов

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

Окончательное испытание газопроводов

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

Газопроводы и газовое оборудование перед сдачей в эксплуатацию испытывают, используя пружинные и водяные V-образные манометры. Газопроводы давлением 0,1 МПа испытывают V-образными жидкостными манометрами. Свыше 0,1 МПа – пружинными, типа ОБМ класса 1,5. Испытания производят в соответствии с ГОСТ Ш-29-76 "Правила производства и приемке работ".

10.5 Благоустройство трассы

После окончания испытаний стыки газопровода присыпают вручную и делают присыпку газопровода мягким грунтом на высоту 10 см от верха трубы. Остальная засыпка производится бульдозером, марки - Д-492А, с последующим уплотнением грунта тактами. Восстанавливают растительный слой.

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

10.6 Определение объема земляных работ

Объем траншеи для укладки газопровода

Глубину траншеи определяем из условия, что газопровод групповых установок сжиженного газа укладывают на глубину не выше осевой линии резервуара с учетом уклона в сторону групповой установки 0.002. Трассу дворового газопровода разбиваем на 3 участка.

Ширину траншеи принимаем равной 0,5 м, крутизну естественного откоса 1:0,5. Расчет производим по Формуле Винклера

$$V = \left[\frac{F_1 + F_2}{2} - \frac{m(H_1 - H_2)^2}{b} \right] \ell \quad (10.1)$$

где H_1 и H_2 - глубина участка траншеи в сечениях F_1 и F_2 ,

m – крутизна естественного откоса,

l -длина траншеи.

Объем земельных работ на вводах $1.38 \cdot 2 \cdot 12 = 33 \text{ м}^3$

Объем котлована для установки ГРУ

Объем котлована определяем по формуле Мурзо

$$V = \frac{h_{\text{сп}}}{6} [(2a + a_1)b + (2a_1 + a)b_1]; \quad (10.2)$$

$$V = \frac{2,69}{6} [(2 \cdot 6,5 + 4,4) \cdot 9 + (2 \cdot 4,4 + 6,5)6,4] = 114 \text{ м}^3$$

Схема котлована показана на рисунке 7.4.

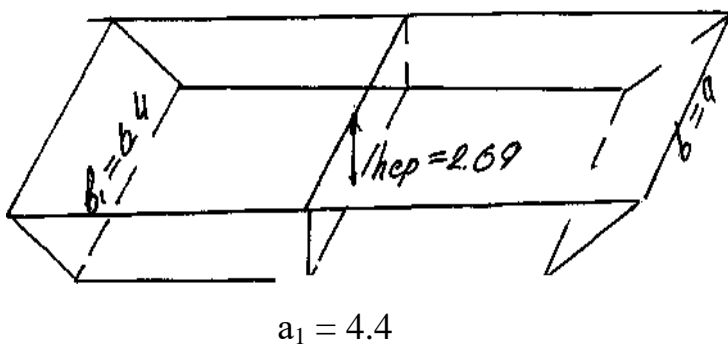


Рисунок 7.4 – Схема котлована

Обратная засыпка котлована складывается из объема, вытесняемого фундаментом, резервуарами, трубопроводами обвязки и плюс объем насыпи над групповой установкой.

$$\text{Объем насыпи: } 8 \cdot 7 \cdot 0,3 = 16,8 \text{ м}^3$$

$$\text{Объем резервуаров: } 5,16 \cdot 2 = 10,3 \text{ м}^3$$

$$\text{Объем трубопроводов: } 3,14 \cdot 0,057 \cdot 8 = 0,1 \text{ м}^3$$

Объем фундаментов:

$$0,5 \cdot 0,5 \cdot 2,5 \cdot 4 = 2,5 \text{ м}^3$$

$V_{\text{кот.}}=114-2,5-0,1-10,3+16,8= 118\text{м}^3$, т.е. необходимо довозить грунт в количестве 4м^3 .

Количество грунта для устройства основания газопровода:

$$V_{\text{осн.}}=0,5 \cdot 0,1 \cdot 215 = 10,8\text{м}^3.$$

При отрыве траншеи следует производить срезку растительного грунта:

$$V_{\text{срез}}^{Tp} = F_{\text{ср}} \cdot \ell, \text{ м}^3 \quad (10.3)$$

где $F_{\text{ср}}$ – площадь срезки, м^2

$$V_{\text{срез}}^{Tp} = 477 \cdot 0,2 = 95,4 \text{ м}^3$$

Объем грунта разрабатываемого экскаватором:

$$V_{\text{э}} = V^T - (V_p^T + V_{\text{ср}}^T) = 431 - (10,8 + 95,4) = 324,8 \text{ м}^3 \quad (10.4)$$

Объем грунта засыпаемого вручную:

$$V_{\text{р.з.}} = V_0 - V_B = 391 - 377 = 14 \text{ м}^3 \quad (10.5)$$

Объем грунта засыпаемого бульдозером:

$$V_B = (B_{\text{рз}} + H_B : m) H_B \cdot \ell / K_{\text{кр}} = 377 \text{ м}^3 \quad (10.6)$$

Общий объем грунта по выемке в траншее:

$$V_{\text{Г}} = 398 + 33 = 431 \text{ м}^3$$

Общий объем грунта, подлежащего выемке:

$$V_{\text{Г}} = 431 + 114 = 545 \text{ м}^3$$

Объем грунта обратной засыпки

Объем грунта для обратной засыпки определяют с учетом коэффициента остаточного разрыхления $K_{op}=1,06$

$$V_o = \frac{V - V_{кол} - V_{труб}}{K_{op}}; \quad (10.7)$$

где V - объем вынутого грунта;

$V_{рез}$ - объем резервуаров с учетом горловины;

$V_{труб}$ - объем грунта, вытесняемого трубопроводами с учетом песчаной подготовки.

Объем грунта, вытесняемого газопроводами:

$$V_{труб} = \pi r^2 l, \quad (10.8)$$

где r берется с учетом изоляции весьма усиленной 0,009 м

$$V_o = \frac{431 - 14,94 - 10,3 - 0,1}{1,06} = 391 \text{ м}^3.$$

Объем земляных работ для котлована и грунта обратной засыпки подсчитываем по вышеизложенной методике.

Объем срезки растительного слоя $V_{ср} = 12 \text{ м}^3$;

Объем грунта разрабатываемого экскаватором $V_{э} = 99 \text{ м}^3$;

Объем грунта Объем грунта разрабатываемого вручную $V_{р} = 3 \text{ м}^3$.

Определение размеров забоя

Наибольшая ширина траншеи поверху:

$$B = (0,5 : 0,5) + 0,5 + 1 = 2,5 \text{ м}$$

Площадь поперечного сечения -2,5 м.

При одностороннем отвале площадь поперечного сечения с учетом первоначального расширения $K_{пр}=1,25$ и избыточного грунта в количестве, отвозимого с трассы определяем по формуле:

$$F_o = F_p \cdot K_{пр} \cdot (\ell - K_o) = 2,5 \cdot 1,25(1,7 - 0,1) = 1,72 \text{ м} \quad (10.9)$$

Высота отвала:

$$H_o = \sqrt{F_o} = \sqrt{1,72} = 1,3 \quad (10.10)$$

Предельная высота выгрузки ковша $H_b=5.4$ м.

Ширину отвала по верху b , найдем из условия:

$$F_o = (b_1 + h_m); \quad b_1 = \frac{F_o - h_o^2 n}{h_o} = \frac{1,72 - 1,3^2 \cdot 0,5}{1,3} = 0,45 \text{ м} \quad (10.11)$$

т.к. $b_1 < 0,5$, то ширина отвала по низу:

$$B_1 = b_1 + 2h_o n = 0,45 + 2 \cdot 1,3 \cdot 0,5 = 2,1 \text{ м} \quad (10.12)$$

С учетом правил Т.Б. ширина забоя равна:

$$A_3 = 1,0 + 0,5 \cdot 1,3 = 1,65 \text{ м}$$

Расстояние от оси траншеи до бровки отвала:

$$A_1 = A_3 - h_m - \frac{b_o}{2} = 1,65 - 1,3 \cdot 0,5 - 0,5 = 1,1 \text{ м} \quad (10.13)$$

Наибольший радиус выгрузки $R_b=6,8$ м.

$R_b > A_1$ - ось проходки намечаем по оси траншеи.

10.7 Выбор комплекта машин и оптимального варианта

Оптимальный вариант комплекта машин выбираем на основании технико-экономической оценки.

Норма производительности экскаватора в смену:

$$P_3 = 60t \cdot q \cdot h_y \cdot K_c \cdot K_b; \quad (10.14)$$

где $t=8,4$ - число часов работы в смену;

q - емкость ковша, $q=0,4 \text{ м}^3$;

h - число циклов в смену, $1,85$ -с погрузкой в самосвал; $2,0$ -с погрузкой в отвал;

K_c - коэффициент использования мощности ковша, $0,8$;

K_b - коэффициент использования рабочего времени для погрузки в транспорт $0,64$;

$$P_3 = 60 \cdot 8,4 \cdot 0,4 \cdot 1,85 \cdot 0,8 \cdot 0,64 = 191 \text{ м}^3.$$

Лишний грунт вывозят на самосвалах.

Техническая характеристика экскаватора:

Марка - Э0-3211Д

Двигатель - Д65

Мощность - 37 кВт

Емкость ковша – $0,4 \text{ м}^3$

Ширина ковша – $0,5 \text{ м}$

Ход -гусеничный

Масса – $m=12,45 \text{ т}$

Скорость передвижения - $V = 1,15 \text{ км/ч}$

Наибольшая глубина копания – $5,02 \text{ м}$

Наибольшая высота выгрузки – 5,6 м.

Техническая характеристика катка:

Марка – ДУ – 10А

Двигатель – Д - 37Е

Мощность - 50 л.с.

Диаметр вальца:

ведущего – 1200 мм.

ведомого – 1000 мм.

Ширина вальца:

ведущего – 1200 мм.

ведомого - 1000 мм.

Тип вибровозбудителя – центробежный круговыми колебаниями

Масса – 8 т.

Техническая характеристика бульдозера:

Марка - Д-492А

Тип трактора - Т-100М

Ширина отвала – 3,94 м

Высота отвала - 1.1 м

Угол резания - 50-60⁰

Наибольшее заглубление - 1М

Подъем отвала – 1,1 м

Масса - 14т.

Техническая характеристика автокрана:

Расчетный вылет стрелы при монтаже резервуаров ориентировочно равен 10м.

Марка- КС-1562А

Грузоподъемность:

при наименьшем вылете крюка - 4 т,

при наибольшем вылете крюка – 1,2 т.

Длина основной стрелы - 6м.

Вылет крюка основной стрелы, м :

наименьший – 3,5 м,

наибольший – 8,5 м.

Высота подъема :

при наименьшем вылете крюка – 6,2 м,

при наибольшем вылете крюка – 3,8 м.

Скорость передвижения - км/ч:

рабочая (с грузом) - 5 км/ч,

транспортная - 75 км/ч.

Мощность двигателя - 77 кВт.

Масса крана в рабочем состоянии - 7,1 т.

Техническая характеристика самосвала МАЗ-503:

Грузоподъемность - 7т

Габариты – 5920х 2500 х2700

Вес в снаряженном состоянии – 6,75 т

Емкость кузова – 4,0 м

Скорость $V_{max}=80$ км/ч.

С учетом объема грунта вывозимого самосвалом определяем количество грунта, вывозимого в смену:

$$V_{cm} = V_o / T_{cm} \quad (10.15)$$

$$V_{cm}=10,8/1 = 10,8 \text{ м}^3$$

Объем грунта вывозимого самосвалом за один рейс:

$$V_m = Q_m/n_{об} \quad (10.16)$$

$$V_m = 7000/1750=4 \text{ м}^3$$

Количество ковшей в одну смену и машину:

$$N = V_m \cdot q \cdot K_c \quad (10.17)$$

$$N = 4 \cdot 0,4 \cdot 0,8 = 1,3 \text{ ковшей}$$

Длительность погрузки одной машины:

$$t_n = 12,5/1,85 \cdot 0,85 = 8 \text{ минут} \quad (10.18)$$

Количество рейсов самосвала в смену:

$$П_p = \frac{60 \cdot t_n}{t_n + 2 \cdot \ell / V_{cp} + t_p + t_m} \quad (10.19)$$

$$П_p = \frac{60 \cdot 8}{8 + 2 \cdot 2 / 20 + 1 + 3} = 40 \text{ рейсов}$$

Производительность автосамосвала в смену:

$$П_c = V_T \cdot П_p \quad (10.20)$$

$$П_c = V_T \cdot П_p = 4 \cdot 40 = 160 \text{ м}^3$$

Количество самосвалов: $N=1$ автомобиль.

Для перевозки лишнего грунта требуется 1 автомобиль.

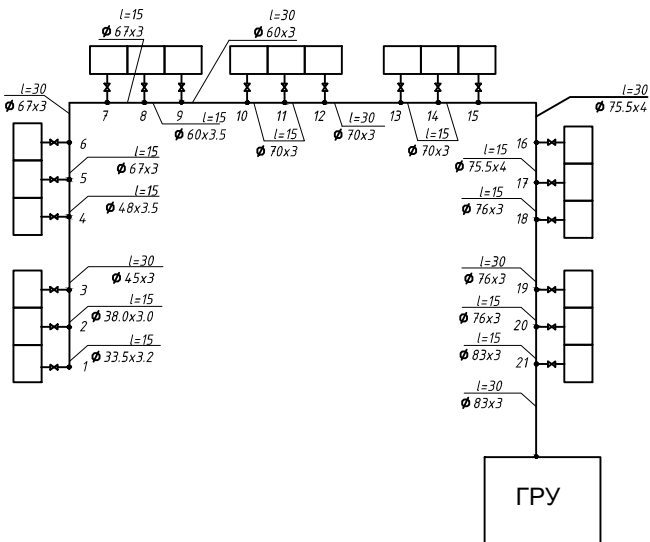
ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В бакалаврской работе рассмотрен расчет ГНС и снабжение газом жилого района и промпредприятия, годовое потребление газа с учетом запаса составило 2355531,2 м³. Произвела расчет газонаполнительной станции, резервуарного парка ГНС. Определила количество автотранспорта необходимого для поставки газа населению и снабжения коммунально-бытовых объектов. Так же произвела расчет групповых резервуарных установок с искусственным и естественным испарением. Рассчитала внутримодовой, внутриквартальный и внутрикотельный газопровод и подобрала необходимые диаметры труб для прокладки. Подобрала технологию возведения инженерных систем.

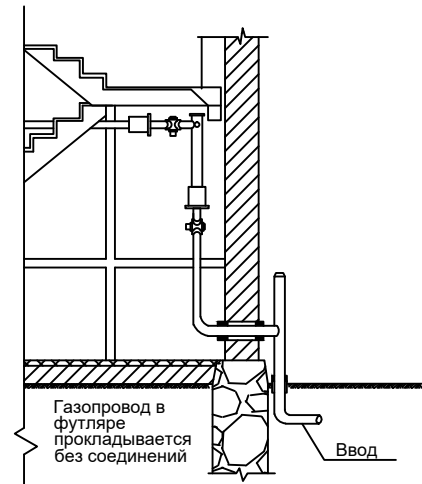
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Газоснабжение жилого района сжиженными углеводородными газами: учебно-методическое пособие для курсового и дипломного проектирования студентов спец. 270109.65 "Теплогазоснабжение и вентиляция" дневной и заочной форм обучения / Сиб. федерал. ун-т ; сост.: А. И. Авласевич, И. Б. Оленев, А. С. Климов. - Красноярск : СФУ, 2012.
2. Газоснабжение. Расчет газонаполнительной станции: учебно-методическое пособие для практических занятий, курсового и дипломного проектирования [для студентов профиля подготовки 270800.62.00.05 «Теплогазоснабжение и вентиляция»] / Сиб. федерал. ун-т ; сост.: А. И. Авласевич, И. Б. Оленев, А. С. Климов. Красноярск : СФУ, 2013.
3. Газоснабжение : учебник для студентов вузов по специальности "Теплогазоснабжение и вентиляция" / А. А. Ионин [и др.]. 2012.
4. Справочник по газоснабжению и использованию газа.- Л.: Недра, 1990. - 762с. Стаскевич Н.Л., Северинец Г.Н. Вигдорчик Д.Я.
5. Сжиженные углеводородные газы. Преображенский Н.И.
6. Организация и технология возведения инженерных систем. Учебное пособие. Шешуков, А.П. Организация и технология возведения инженерных систем: учебное пособие / Томск: Изд-во Том. гос. архит.

Схема внутриквартирного газопровода

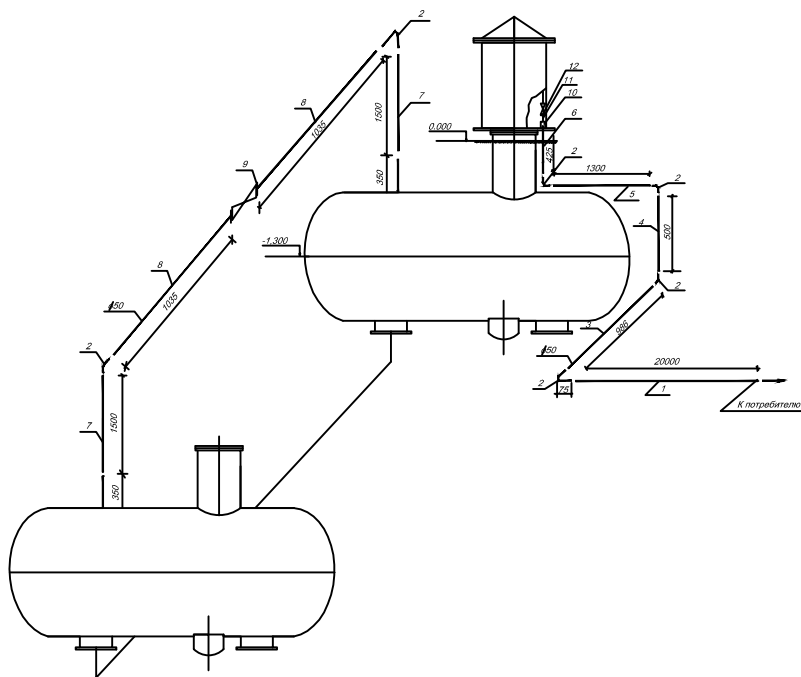


Монтаж трубопроводов внутреннего газопровода



		БР-08.03.01.00.05	
		СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ Инженерно-строительный институт	
Имя	Фамилия	Группа	Специальность
Иванов	Иванов И.И.	Инженер-строитель	Инженер-строитель
Учебный курс	Семестр	Экстерн	Дата
1	1	Да	2018
Уч. центр	Кафедра	Специальность	Код
Иркутск	Инженерно-строительная	Инженер-строитель	ИС-С
Содержание			Лист
Содержание			5

Монтажная схема обвязки резервуаров



Технические требования: газопровод собирать на сварке и резервуары изолируют защитным покрытием весьма усиленного типа.

КОМПЛЕКТОВОЧНАЯ ВЕДОМОСТЬ К ГРУ

№ п/п	Код	Элемент детали	Количество		Единица измерения
			штук	м	
1	С	С	30	20000	м
2	отказ 80	•	50	75	шт.
3	С	С	50	888	шт.
4	С	С	50	900	шт.
5	С	С	50	1300	шт.
6	С	С	50	425	шт.
7	С	С	50	1550	шт.
8	С	С	50	1035	шт.
9	фланец		50	-	шт.
10	модуль		50	50	шт.
11	труба		50	130	шт.
12	кран газовый		50	-	шт.

СПЕЦИФИКАЦИЯ ГРУ

Поз.	Обозначение	Наименование	Длина		Примечание
			А	Б	
1	ГОСТ 87.34-75*	Труба бесшовная холоднодеформированная Ø50	6281	38,6	м
2	Г-50	Угловая прокатная стальная горячекатаная Ø50	2	10,6	шт.
3	15x1190	Вентиль газовый фланцевый Ø50	4	32	шт.

БР-08.03.01.00.05					
СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ Инженерно-строительный институт					
Исполнитель	Александр А.И.	Генеральный инженер	Синдус	Данил	Александр
Утвержден	Александр А.И.	Уполномоченный в области инженерно-строительных работ в Сибирском ФУ «СибФУ»	БР	5	5
И. инж.	Александр А.И.	Монтажные работы по устройству газопроводов			
Упр.	Синдус Д.	Спецификация ГРУ			Каб. ИС-5С