
подпись инициалы, фамилия
«13» июня 2017 г.

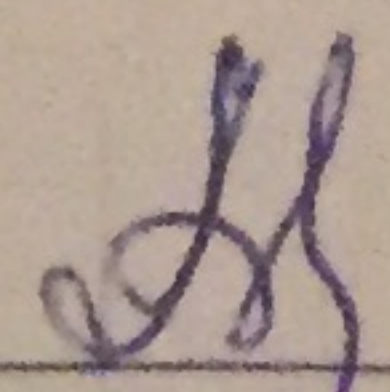
БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

08.03.01.00.05

код – наименование направления

Расчет ГНС. Газоснабжение п.Алтайка АО «Мечта»
тема

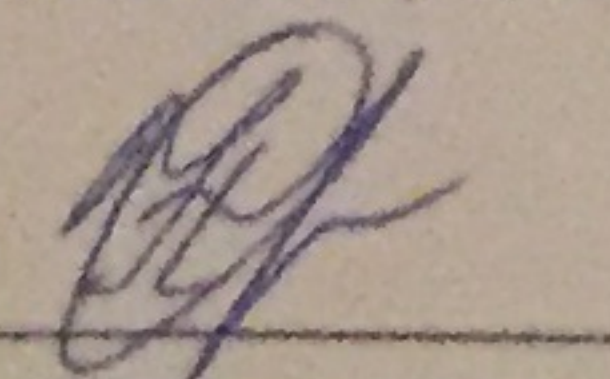
Руководитель


подпись, дата

доцент к.т.н.
должность, ученая степень

А.И. Авласевич
инициалы, фамилия

Выпускник


подпись, дата

Н.С. Округина
инициалы, фамилия

Красноярск 2017

Продолжение титульного листа МД/ДП/ ДР/БР по теме Расчет ГНС.
Газоснабжение п.Алтайка АО «Мечта»

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 Округиной Наталье Сергеевне

фамилия, имя, отчество

Группа ИЭ 13-11 Направление (специальность) 08.03.01.00.05

номер

код

Теплогасоснабжение и вентиляция

наименование

Тема выпускной квалификационной работы

Расчет ГНС. Газоснабжение п.Алтайка АО «Мечта»

Утверждена приказом по университету № _____ от _____

Руководитель ВКР А.И. Авласевич доцент к.т.н.

инициалы, фамилия, должность, ученое звание и место работы

Исходные данные для ВКР Состав газа пропан 80%, бутан 20%

Плотность населения 450 чел/га

Населенный пункт п.Алтайка

Коэффициент семейности 3,7

Ген.план района и план жилого дома

Перечень разделов ВКР Технологическая часть

Технологии возведения инженерных систем

Перечень графического материала Схема ген.плана ГНС; Схема

внутриквартального газопровода; Установка газовой плиты

Групповая резервуарная установка; Разрез А-А; Схема обвязки резервуаров

План котельной на отметке 0.000; Разрез 1-1

Газовая горелка; Монтаж трубопроводов внутреннего газопровода

Монтажная схема обвязки резервуаров

Руководитель ВКР _____

подпись

А.И. Авласевич

инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению _____

подпись

Н.С. Округина

инициалы и фамилия студента

« ____ » _____ 2017 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	6
1 .. Расчет годового потребления газа.....	8
1.1 Расчет численности населения	9
1.2 Расчет газопотребления жилым районом.....	11
2 Расчет газонаполнительной станции	13
2.1 Расчет резервуарного парка ГНС	15
2.2 Расчет сливных эстакад.....	17
2.3 Расчет числа постов для слива неиспарившихся остатков.....	18
2.4 Расчет числа баллонов, подлежащих заполнению в течении суток.....	18
2.5 Расчет автотранспорта.....	19
2.6 Расчет числа газораздаточных колонок.....	20
2.7 Расчет предохранительно-запорных клапанов	21
2.8 Расчет насосно-компрессорного отделения	24
3 Расчет ГРУ сжиженного газа	28
3.1 Расчет ГРУ с естественным испарением.....	29
3.2 Расчет ГРУ с искусственным испарением	32
4 Расчет внутридомового газопровода	34
5 Расчет внутриквартального газопровода.....	39
6 Расчет внутрикотельного газопровода	43
6.1 Котел МЗК-7АГ.....	44
6.2 Расчет ГРУ для котельной.....	48
6.3 Принцип действия форсуночного испарителя.....	49
7 Подземная прокладка газопровода.....	49
8 Технологии возведения инженерных систем.....	50
8.1 Монтаж подземного газопровода.....	50
8.2 Монтаж резервуаров.....	53
8.3 Монтаж трубопроводов.....	55
8.4 Предварительное испытание газопровода.....	55
8.5 Определение объема земляных работ.....	57
8.6 Выбор комплекта машин и оптимального варианта.....	61
Заключение	65
Список использованных источников	66

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Расчет ГНС. Газоснабжение п.Алтайка АО «Мечта» содержит 59 страниц текстового документа, 7 таблиц, 67 формул, 1 рисунок, 9 использованных источников, 5 листов графического материала формата А1.

РАСЧЕТ ГОДОВОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ ГАЗА, РАСЧЕТ ГАЗОНАПОЛНИТЕЛЬНОЙ СТАНЦИИ, РАСЧЕТ ГРУППОВЫХ РЕЗЕРВУАРНЫХ УСТАНОВОК СЖИЖЕННОГО ГАЗА, РАСЧЕТ ВНУТРИДОМОВОГО ГАЗОПРОВОДА, РАСЧЕТ ВНУТРИКВАРТАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДА, РАСЧЕТ ВНУТРИКОТЕЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДА, ПОДЗЕМНАЯ ПРОКЛАДКА ГАЗОПРОВОДА, ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ.

Объект газоснабжения – жилой район поселка и котельная промпредприятия АО «Мечта»

Цель работы: - газификация жилого района и котельной

- монтаж и испытания гаопроводов

В ходе выполнения работы были установлены расходы газопотребления для бытовых нужд населения, выполнены гидравлические расчеты и схемы газоснабжения внутридомового, внутриквартального и внутрикотельного газоснабжения. Произведен расчет резервуаров с естественным и искусственным испарением групповой резервуарной установки, горелочного устройства для котла. Раздел технологии возведения инженерных систем содержит ряд рекомендаций по монтажу и испытаниям газопровода, объем земляных работ, выбор комплекта машин и оптимального варианта.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Бунчук В. Н. Транспорт и хранение нефти, нефтепродуктов и газа: М.: Недра, 1977 г.
- 2 Рябцев Н. И., Кряжев Б. Т. Сжиженные углеводородные газы: М.: Недра, 1977.
- 3 Преображенский Н. И. Сжиженные углеводородные газы: Ленинград: Недра, 1977.
- 4 Стаскевич Н.Л. Справочник по сжиженным углеводородным газам: Ленинград: Недра, 1986 г.
- 5 Ионин А. А. Газоснабжение: М.: Стройиздат, 1989.
- 6 Газоснабжение СНиП 3.05.02-00.
- 7 Газоснабжение СНИП 2.04.08-96
- 8 Строительные нормы и правила СНиП III-29-04. Часть III Правила производства работ. Глава 29, Газоснабжение. Внутренние устройства, Наружные сети и сооружения.
- 9 Рябцев Н. И. Газовое оборудование, приборы и арматура: М.: Недра, 1985.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В бакалаврской работе рассмотрен расчет ГНС и снабжение газом жилого района и промпредприятия АО «Мечта», годовое потребление газа с учетом запаса составило 2236027,00 м³. Произведен расчет газонаполнительной станции, резервуарного парка ГНС.

Определила количество автотранспорта необходимого для поставки газа населению и снабжения коммунально-бытовых объектов. Так же произведен расчет групповых резервуарных установок с искусственным и естественным испарением. Рассчитала внутридомовой, внутриквартальный и внутрикотельный газопровод и подобрала необходимые диаметры труб для прокладки.

Решены вопросы подготовительных и монтажных работ газопроводов и резервуаров, испытаний на прочность и плотность объектов газоснабжения. Произведен расчет объемов земляных работ и выбор комплекта машин и оптимального варианта.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Сибирский федеральный университет»

НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА

660049, Красноярск, пр. Свободный ,79/10, тел.(3912) 2-912-820, факс (3912) 2-912-773
E-mail: bik@sfu-kras.ru

ОТЧЕТ

о результатах проверки в системе «АНТИПЛАГИАТ»

Автор: Округина Наталья Сергеевна

Заглавие: Расчет ГНС. Газоснабжение п.Алтайка АО "Мечта"

Вид документа: Выпускная квалификационная работа бакалавра

По результатам проверки оригинальный текст составляет 61,36%

Источник	Коллекция / модуль поиска	Ссылка на источник	Доля в отчете	Доля в тексте
Эксплуатация оборудования и объектов газовой промышленности в 2-х томах. Том 1. Учебное пособие	bibliorossica	http://www.bibliorossica.com/book.html?&currBookId=11378	3,35	4,15
Охрана труда. Учебник	bibliorossica	http://www.bibliorossica.com/book.html?&currBookId=12932	0	0,25
Правила устройства электроустановок	bibliorossica	http://www.bibliorossica.com/book.html?&currBookId=10319	0	0,22
Правила техники безопасности при эксплуатации тепломеханического оборудования электростанций и тепловых сетей РД 34.03.201-97	bibliorossica	http://www.bibliorossica.com/book.html?&currBookId=10221	0	0,22
Автомобильные заправочные станции и комплексы : учебное пособие для высшего профессионального образования	bibliorossica	http://www.bibliorossica.com/book.html?&currBookId=8758	0	0,22
Сборник правил и инструкций по безопасной эксплуатации котельных	bibliorossica	http://www.bibliorossica.com/book.html?&currBookId=10280	0	0,11
Эксплуатация оборудования и объектов газовой промышленности. Справочник мастера по эксплуатации оборудования газовых объектов. Т. 1	directmedia	http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=70524	0	4,15
142332	directmedia	http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=142332	0,82	1,13
143900	directmedia	http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=143900	0,01	0,87
Эксплуатация котлов: Практическое пособие для оператора котельной	directmedia	http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=58080	0,39	0,52
273847	directmedia	http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=273847	0,03	0,43
57229	directmedia	http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=57229	0	0,22

Источник	Коллекция / модуль поиска	Ссылка на источник	Доля в отчете	Доля в тексте
139624	directmedia	http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=139624	0	0,22
70505	directmedia	http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=70505	0	0,22
275734	directmedia	http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=275734	0	0,08
Навценя, Владимир Юрьевич диссертация ... доктора технических наук : 05.26.03 Москва 2	disser.rsl	http://dlib.rsl.ru/rsl01002000000/rsl01002979000/rsl01002979738/rsl01002979738.pdf	0	0,58
Костюхин, Анатолий Константинович диссертация ... кандидата технических наук : 05.26.03 Москва 2001	disser.rsl	http://dlib.rsl.ru/rsl01000000000/rsl01000329000/rsl01000329801/rsl01000329801.pdf	0	0,43
Осипова, Наталия Николаевна диссертация ... кандидата технических наук : 05.23.03 Саратов 2000	disser.rsl	http://dlib.rsl.ru/rsl01000000000/rsl01000312000/rsl01000312021/rsl01000312021.pdf	0	0,11
Усачев, Александр Прокофьевич диссертация ... доктора технических наук : 05.14.04 Саратов 1999	disser.rsl	http://dlib.rsl.ru/rsl01000000000/rsl01000251000/rsl01000251111/rsl01000251111.pdf	0	0,11
Иванова, Екатерина Вадимовна диссертация ... кандидата технических наук : 05.23.03 Саратов 2006	disser.rsl	http://dlib.rsl.ru/rsl01002000000/rsl01002938000/rsl01002938076/rsl01002938076.pdf	0	0,11
Певнев, Николай Гаврилович диссертация ... доктора технических наук : 05.22.10 Омск 2004	disser.rsl	http://dlib.rsl.ru/rsl01002000000/rsl01002753000/rsl01002753274/rsl01002753274.pdf	0	0,11
Тайлашева, Татьяна Сергеевна диссертация ... кандидата технических наук : 01.04.14 Томск 2009	disser.rsl	http://dlib.rsl.ru/rsl01004000000/rsl01004594000/rsl01004594720/rsl01004594720.pdf	0	0,08
Читать курсовая по всему другому: "Газоснабжение района" скачать бесплатно, рефераты, отзывы	internet	http://referat.co/ref/645234/read	12,37	12,37
Библиотека НЕФТЬ-ГАЗ: Предложения в тексте с термином "Газ"	internet	http://www.himi.oglib.ru/bgl/5112/39.html	4,61	4,61
staskevin n.l., vigdorichik v.ya. spravochnik po szhizhennym uglevodorodnym gazam. (1986).djvu	internet	http://inethub.olvi.net.ua/ftp/library/share/homelib/spec70/staskevin%20n.l.,%20vigdorichik%20v.ya.%20spravochnik%20po%20szhizhennym%20uglevodorodnym%20gazam.%20(1986).djvu#17	3,3	3,41
Групповые резервуарные установки сжиженного газа.	internet	http://mybiblioteka.su/2-1447.html	0,04	2,86
Библиотека НЕФТЬ-ГАЗ: Предложения в тексте с термином "Газ" (1/3)	internet	http://himi.oglib.ru/bgl/5112/39.html#1	0	2,74

Источник	Коллекция / модуль поиска	Ссылка на источник	Доля в отчете	Доля в тексте
емельянов л.в. и др. безопасно сть работ в газовом хозяйстве. (1978).djvu	internet	http://inethub.olvi.net.ua/ftp/library/share/homelib/spec237/%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D1%8F%D0%BD%D0%BE%D0%B2%20%D0%BB.%D0%B2.%20%D0%B8%20%D0%B4%D1%80.%20%D0%B1%D0%B5%D0%B7%D0%BE%D0%BF%D0%B0%D1%81%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C%20%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%20%D0%B2%20%D0%B3%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%BC%20%D1%85%D0%BE%D0%B7%D1%8F%D0%B9%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5.%20(1978).djvu#11	2,61	2,72
staskevin n.l., vigdorchik v.ya. sp ravochnik po szhizhennym uglev odorodnym gazam. (1986).djvu	internet	http://inethub.olvi.net.ua/ftp/library/share/homelib/spec70/staskevin%20n.l.,%20vigdorchik%20v.ya.%20spravochnik%20po%20szhizhennym%20uglevodorodnym%20gazam.%20(1986).djvu#9	0,94	2,5
Газоснабжение жилого района сжиженными углеводородны ми газами: Методические указ ания к курсовому и дипломно му проектированию, страница 4	internet	http://vunivere.ru/work33317/pa	1,97	2,27
Библиотека НЕФТЬ-ГАЗ: Пр едложения в тексте с термином "Давление"	internet	http://himi.oglib.ru/bgl/5112/60.h	0,44	1,89
staskevin n.l., vigdorchik v.ya. sp ravochnik po szhizhennym uglev odorodnym gazam. (1986).djvu	internet	http://inethub.olvi.net.ua/ftp/library/share/homelib/spec70/staskevin%20n.l.,%20vigdorchik%20v.ya.%20spravochnik%20po%20szhizhennym%20uglevodorodnym%20gazam.%20(1986).djvu#18	1,72	1,72
staskevin n.l., vigdorchik v.ya. sp ravochnik po szhizhennym uglev odorodnym gazam. (1986).djvu	internet	http://inethub.olvi.net.ua/ftp/library/share/homelib/spec70/staskevin%20n.l.,%20vigdorchik%20v.ya.%20spravochnik%20po%20szhizhennym%20uglevodorodnym%20gazam.%20(1986).djvu#6	1,36	1,58
Библиотека НЕФТЬ-ГАЗ: Пр едложения в тексте с термином "Газ"	internet	http://dobi.oglib.ru/bgl/1109/55.h	0,08	1,29

Источник	Коллекция / модуль поиска	Ссылка на источник	Доля в отчете	Доля в тексте
Газоснабжение жилого района сжиженными углеводородными газами: Методические указания к курсовому и дипломному проектированию, страница 3	internet	http://vunivere.ru/work33317/pa	0,28	1,28
Газовая часть - горелка - Технический словарь Том I	internet	http://www.ai08.org/index.php/term/%D0%A2%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9+%D1%81%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%80%D1%8C+%D0%A2%D0%BE%D0%BC+I,16312-gazovaya-chast-gorelka.xhtml	1,24	1,24
Курсовая работа: Газоснабжение района города - BestReferat.ru - Банк рефератов, дипломы, курсовые работы, сочинения, доклады	internet	http://bestreferat.ru/referat-213632.html	0,66	1,23
Библиотека НЕФТЬ-ГАЗ: Предложения в тексте с термином "Компрессор"	internet	http://himi.oglib.ru/bgl/5112/136.html	0,83	1,21
staskevin n.l., vigdorchik v.ya. spravochnik po szhizhennym uglevodorodnym gazam. (1986).djvu	internet	http://inethub.olvi.net.ua/ftp/library/share/homelib/spec70/staskevin%20n.l.,%20vigdorchik%20v.ya.%20spravochnik%20po%20szhizhennym%20uglevodorodnym%20gazam.%20(1986).djvu#10	0	1,03
Библиотека НЕФТЬ-ГАЗ: Предложения в тексте с термином "Газ" (2/3)	internet	http://himi.oglib.ru/bgl/5112/39.html#2	0	0,95
«Схемы входного и операционного контроля качества строительных-монтажных работ. Часть IV. Тепловые сети, наружные газопроводы, автомобильные дороги и благоустройство»	internet	http://meganorm.ru/Data1/11/11497/index.htm	0,42	0,91

Источник	Коллекция / модуль поиска	Ссылка на источник	Доля в отчете	Доля в тексте
стаскевич_справочник по газоснабжению и использованию газа_1990.djvu	internet	http://inethub.olvi.net.ua/ftp/library/somelibrary/techno/%D0%B3%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%B0%D0%B1%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%81%D0%BA%D0%B5%D0%B2%D0%B8%D1%87_%D1%81%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20%D0%BF%D0%BE%20%D0%B3%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%B0%D0%B1%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8E%20%D0%B8%20%D0%B8%D1%81%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8E%20%D0%B3%D0%B0%D0%B7%D0%B0_1990.djvu#16	0,63	0,88
65139	lan	http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=65139	0	4,15
790	lan	http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=790	0,17	0,58
38560	lan	http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=38560	0	0,52
55452	lan	http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=55452	0	0,34
6065	lan	http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=6065	0	0,27
4642	lan	http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4642	0	0,26
39208	lan	http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=39208	0	0,22
38574	lan	http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=38574	0	0,22
4547	lan	http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4547	0,2	0,2
69415	lan	http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=69415	0,16	0,16
6048	lan	http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=6048	0	0,11

Частично оригинальные блоки: 38,64%

Оригинальные блоки: 61,36%

Заемствование из белых источников: 0%

Итоговая оценка оригинальности: 61,36%

Подготовлено автоматически с помощью системы «Антиплагиат»

дата: 19.06.2017

Введение

Газ - ценное промышленное сырье. Доля газа в общем пользовании топлива в стране достигла значения 32%. Помимо природного в общем объеме энергетического баланса существенное использование обретают сжиженные углеводородные газы.

Сжиженные газы представляют собой смесь углеводородов, как правило пропана и бутана, с небольшими примесями более тяжелых. Главными источниками их получения считаются газы нефтяных месторождений и газы промпредприятий по переработке нефти.

При атмосферных условиях сжиженные газы переходят в газообразное состояние, а при повышении давления либо при снижении температуры преобразуются в жидкость. Для транспортировки и хранения данные газы обычно сжижаются, а применяются у потребителей в газовой фазе.

Первоочередной потребитель газового горючего в нашей стране — это коммунально-бытовой сектор.

Рациональное применение газообразного топлива с самой большой реализацией его технологических качеств позволяет обрести значительный экономический результат, который связан с повышением КПД агрегатов и уменьшением расхода топлива, наиболее легким регулированием температурных полей и состава газовой среды в рабочем пространстве печей и установок. В результате этого удается существенно увеличить интенсивность производства и качество получаемой продукции.

Использование газа для промышленных установок улучшает условия труда и способствует росту его производительности. Применение сжиженных углеводородных газов в промышленности позволяет совершить принципиально новые прогрессивные и экономически эффективные технологические процессы. Также, использование газа в виде топлива позволяет улучшить в значительной степени условия быта населения,

увеличить санитарно-гигиенический уровень производства и оздоровить воздушный бассейн в городах и промышленных центрах.

Народно-хозяйственная эффективность газоснабжения во многом определяется верностью выбора методов сжигания, совершенства оборудования и приборов, квалификацией обслуживающего персонала, действительностью системы контроля за использование газа. При работе агрегатов на газовом топливе возникает настоящая возможность глубокого ступенчатого использования почти что чистых продуктов сгорания. Сжиженные углеводородные газы обладают многими положительными качествами природного газа и жидких топлив:

-достаточной простотой транспортировки любым видом транспорта (трубопровод, автомобили, железные дороги, суда, авиации);

-легкостью регулирования и контроля горения;

-выделением максимального количества тепла (22-30 Мкал/м паровой или 5.8-6.7 Гкал/м жидкой фазы) в минимальный срок в минимальном объеме, необходимом для горения.

Кроме того, они достаточно свободны от посторонних вредных веществ и не содержат коррозионно- активных элементов, доступны практически в достаточном количестве в любом месте использования и обладают универсальной применимостью и экономичностью при широком применении. Эффективно используются в условиях рассредоточенных нагрузок в районах, отдаленных от магистральных газопроводов природного газа.

Вместе с этим сжиженные газы имеют и недостатки. При естественном испарении смеси пропана и бутана их пары имеют переменный состав, хотя при искусственном испарении он однороден. У сжиженных газов малы значения нижней границы предела взрываемости (1.5-9.5%). Они

существенно тяжелее воздуха и собираются в нижней части помещения (емкости), где имеет возможность образоваться газообразная взрывоопасная смесь при слишком малых утечках. При затекании (в виде стелющегося тумана либо прозрачного облака) в подвалы, устройства канализации, заглубленные помещения сжиженные газы могут там оставаться длительное время.

Главным звеном, использующим сжиженный газ, является газонаполнительная станция (ГНС).

На ГНС производится отпуск газа как в автоцистернах, так и в баллонах разной емкостью до потребления данного газа. Район Сибири и Дальнего востока как правило газифицированы на сжиженном газе. Создана широкая сеть ГНС, групповых установок сжиженного газа, промежуточных складов баллонов и газонаполнительных пунктов. Сжиженный газ как правило применяется на коммунально-бытовые нужды населения, часть газа используется на предприятиях коммунального хозяйства, прачечных.

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:

$$N = m \cdot F \tag{1.1}$$

Где, m – плотность населения, 450 чел/га

F - площадь застройки, определяемая по генплану, га

Расчет сводим в таблицу 1.1.

Таблица 1.1 – Расчет численности населения

№ квартала	Площадь квартала, га	Плотность населения, чел./га	Количество проживающих человек
1	7	450	3150
2	7	450	3150
3	7	450	3150
4	7	450	3150
5	10	450	4500
6	8,36	450	3762
7	9,02	450	4059
8	5,33	450	2398
9	8,36	450	3762
10	2,86	450	1287
11	2,86	450	1287
12	2,86	450	1287
13	13,49	450	6070
15	23	450	10350
16	5,33	450	2398
17	5,33	450	2398
18	4,64	450	2088
19	1,69	450	760
20	1,69	450	760
21	11,89	450	5350
22	5,33	450	2398
23	11,89	450	5350
24	4,92	450	2214
Сумма			75078

1.2 Расчет газопотребления жилым районом

По нормам расхода из [7] делаем расчет годового газопотребления всеми потребителями. Учитываем запас мощности ГНС в размере 40% на перспективу от годового потребления.

Расчет газового потребления жилым районом сводим в таблицу 1.2

Таблица 1.2 – Расчет газопотребления жилым районом

Назначение расходуемого газа	Количество потребите- ль	Норма расхода на 1 человека			Расход газа	
		кДж	м ³	кг	м ³	кг
При наличии газовой плиты и ЦГВС	3753,00	7300·10 ³	75,6	156,9	283726,00	588845,00
При наличии газовой плиты и газового водоподогревателя	60062,00	2540·10 ³	26,3	54,6	1579630,00	3279385,00
Суммарный расход газа					1863356,00	3868230,00
Суммарное количество с учетом резерва					2236027,00	4641876,00

Для того, чтобы заполнить таблицу 1.2, необходимо произвести следующие расчеты

Плотность газовой фазы, $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

$$\rho_z = \kappa_{np} \cdot \rho_{np}^{газ} + \kappa_{бут} \cdot \rho_{бут}^{газ} = 0,8 \cdot 1,872 + 0,2 \cdot 2,519 = 2 \text{ кг} / \text{м}^3 \quad (1.2)$$

Где, κ_{np} , $\kappa_{бут}$ – доли пропана и бутана в газе по заданию,

$$K_{np} = 0,8; K_{б\text{ут}} = 0,2$$

$\rho_{np}^{газ}, \rho_{б\text{ут}}^{газ}$ - плотность газовой фазы пропана и бутана берутся по таблице.

$$\rho_{np}^{газ} = 1,872, \text{ кг}/\text{м}^3$$

$$\rho_{б\text{ут}}^{газ} = 2,519, \text{ кг}/\text{м}^3$$

Плотность жидкой фазы, $\text{кг}/\text{м}^3$

$$\rho_{жс} = K_{np} \cdot \rho_{np}^{жс} + K_{б\text{ут}} \cdot \rho_{б\text{ут}}^{жс} = 0,8 \cdot 601 + 0,2 \cdot 528 = 542,6 \text{ кг}/\text{м}^3 \quad (1.3)$$

Где, $\rho_{np}^{жс}, \rho_{б\text{ут}}^{жс}$ - плотность жидкой фазы пропана и бутана

$$\rho_{np}^{жс} = 601 \text{ кг}/\text{м}^3$$

$$\rho_{б\text{ут}}^{жс} = 528 \text{ кг}/\text{м}^3$$

Низшая массовая теплота сгорания, $\text{кДж}/\text{кг}$

$$Q_H^P = K_{np} \cdot Q_{P(np,m)}^H + K_{б\text{ут}} \cdot Q_{P(б\text{ут},m)}^H = 0,8 \cdot 46300 + 0,2 \cdot 47330 = 46506 \text{ кДж}/\text{кг}$$

(1.4)

Где, $Q_{P(np,m)}^H, Q_{P(б\text{ут},m)}^H$ - массовая низшая теплота сгорания пропана и бутана

$$Q_{P(np,m)}^H = 46300 \text{ кДж}/\text{кг}$$

$$Q_{P(б\text{ут},m)}^H = 47330 \text{ кДж}/\text{кг}$$

Низшая теплота сгорания газовой фазы, $\text{кДж}/\text{м}^3$

$$Q_H^P = K_{np} \cdot Q_{P(np,g)}^H + K_{б\text{ут}} \cdot Q_{P(б\text{ут},g)}^H = 0,8 \cdot 91140 + 0,2 \cdot 118530 = 96618 \text{ кДж}/\text{м}^3 \quad (1.5)$$

Где, $Q_{P(np,g)}^H = 91140 \text{ кДж}/\text{м}^3$

$$Q_{P(б\text{ут},g)}^H = 118530 \text{ кДж}/\text{м}^3$$

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.

2 Расчет газонаполнительной станции

Газонаполнительные станции (ГНС) и кустовые базы сжиженного газа (КБСГ) являются 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 потребителям. Газ на ГНС поставляют железнодорожным, трубопроводным, автомобильным транспортом. Для снабжения потребителей используют автомобильные цистерны, баллоны различной вместимости. Современные ГНС снабжены сливными железнодорожными эстакадами, базой хранения с резервуарами для сжиженных газов (в которых обязательно должно быть предусмотрено раздельное хранение C_3H_8 и C_4H_{10}), производственными зданиями с насосно-компрессорным, наполнительным, сливным, воздушно-компрессорным, погрузочно-компрессорным, погрузочно-разгрузочным, бытовым и др. 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.

На ГНС сжиженных газов осуществляются следующие операции:

- прием от поставщиков;
- слив в хранилища;
- хранение в наземных и подземных резервуарах, баллонах и т.п.;
- слив из баллонов неиспарившихся остатков и слив газа из неисправных сосудов;
- разлив газа в баллоны, передвижные резервуары, автоцистерны;
- прием пустых и выдача наполненных баллонов;
- транспортировка газа в баллонах и внутренней трубопроводной сети;
- ремонт и переосвидетельствование баллонов и резервуаров ГНС;
- технологическое обслуживание и ремонт оборудования ГНС;
- доставка газа потребителям в баллонах и автоцистернах;
- заправка автомашин, работающих на сжиженном газе;
- регазификация сжиженных газов;
- смешение паров сжиженных газов;
- смешение паров сжиженных газов с воздухом или низкокалорийными газами;
- подача паров сжиженных газов, газоздушных смесей в городские системы распределения газа.

Проектирование газонаполнительных станций должно осуществляться в соответствии с требованиями СНиП 2.04.08-00(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 и сооружениями и до окружающих зданий и сооружений различного назначения, а также рациональная планировка территории, дорог,

противопожарные требования к зданиям и сооружениям, резервуарам базы хранения, насосам, компрессорам и системам водоснабжения, отопления и вентиляции и мн.др. положения.

Эксплуатация производится в соответствии с правилами эксплуатации ГНС сжиженного газа, в основе которых система планово-предупредительных ремонтов (ППР) и технических обслуживаний, позволяющая планировать основные затраты рабочей силы и материальных затрат и снижать их за счет увеличения сроков службы основных фондов, уменьшения простоев, аварийности.

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 должны располагаться в непосредственной близости штуцеров. У подземных резервуаров отключающие устройства, а также предохранительные клапаны и контрольно-измерительные приборы должны находится выше уровня земли.

Наземные резервуары для защиты от действия солнечных лучей окрашивают светлой краской, а подземные должны быть покрыты противокоррозионной изоляцией и засыпаны песчаным грунтом. Резервуары базы хранения обеспечиваются следующими КИП и арматурой: указателями уровня жидкой фазы, предохранительными клапанами (не менее двух), термометрами для замера температуры жидкой фазы, люками для попадания

обслуживающего персонала внутрь резервуара при осмотре и ремонте и для вентиляции, устройствами для продувки резервуара паром или инертным газом и удаления из него воды и тяжелых остатков, устройством для отбора проб жидкой и паровой фазы. Кроме того, на наполнительно-расходном трубопроводе резервуара устанавливается скоростной клапан, а если к резервуару подводится отдельный наполнительный трубопровод, то на нем устанавливается обратный клапан.

В данном проекте принята 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

$$V = \frac{Qn}{365 \cdot \rho \cdot k} = \frac{4641876 \cdot 5}{365 \cdot 542,6 \cdot 0,9} = 130,21 \text{ м}^3 \quad (2.1)$$

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

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

$$n = \frac{V}{V_p} = \frac{130,21}{25} = 5,2 \approx 6шт \quad (2.2)$$

Где, V – запас сжиженного газа на ГНС, m^3

V_p – единичный объем принятого к установке резервуара равный $25 m^3$

2.2 Расчет сливных эстакад

Эстакада представляет собой металлические или ж/б сооружение высотой 5м. и длиной до 180 м. 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 постов определяется по формуле:

$$N = \frac{Q_{\max}}{30 \cdot G} = \frac{4641876}{30 \cdot 32,1 \cdot 1000 \cdot 12} = 0,4 \approx 1шт \quad (2.3)$$

Где, Q_{\max} – максимальный месячный грузооборот, т

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

30 – число рабочих дней в месяце для слива газа;

С учетом развития ГНС и газификации принимаем 1 пост.

2.3 Расчет числа постов для слива неиспарившихся остатков

В зимнее время сливу остатков должны подвергаться все баллоны.

Число постов для слива определяется по формуле:

$$m = \frac{n_{\text{б}} \cdot t_{\text{сл}}}{T_{\text{сл}}} = \frac{61 \cdot 10}{360} = 1,69 \approx 2 \text{ шт.} \quad (2.4)$$

Где, $n_{\text{б}}$ – количество баллонов, шт

$t_{\text{сл}}$ – время слива баллона (10) мин

$T_{\text{сл}}$ – в течение смены (360) мин

2.4 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 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:

$$n_{\phi} = \frac{G_{\text{сут}}}{g} = \frac{1,27}{0,021} = 60,47 \approx 61 \text{ шт.} \quad (2.5)$$

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

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

$$G_{\text{сут}} = Q_{\text{год}} \cdot \frac{K}{365} = 4641,87 \cdot \frac{0,1}{365} = 1,27 \text{ т/сут} \quad (2.6)$$

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 газораздаточных колонок

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

$$N_k = \frac{G_{сут}}{g \cdot k \cdot \tau} = \frac{12,08}{1 \cdot 0,65 \cdot 6} = 3,09 \approx 4шт. \quad (2.7)$$

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

$$G_{сут} = \frac{G \cdot n}{365} = \frac{4641,87 \cdot 0,9}{365} = 11,44т \quad (2.8)$$

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

G – общий расход газа, т

Принимаем 4 газораздаточных колонок для заправки автоцистерн.

2.7 Расчет предохранительно-запорных клапанов

Для предотвращения повышения давления в резервуарах выше допустимого применяются пружинные запорно-сбросные клапаны типов ППК4, ППК4Р.

Предохранительные запорные клапаны (ПЗК) являются устройством, обеспечивающим безопасность эксплуатации оборудования в условиях повышенного давления газа. После сброса необходимого количества среды клапан автоматически закрывается. Установка ПЗК на резервуарах являются обязательной, т.к. причин для чрезмерного повышения давления может быть множество, в частности:

- нагрев солнечной радиацией или открытым огнем в случае пожара;
- увеличение объема жидкости в случае переполнения при повышении температуры жидкости или отсутствии парового пространства;
- наполнение резервуара сжиженным газом, имеющим упругость паров компонентов более высокую, чем та, на которую рассчитан резервуар;

- подача жидкой фазы насосом при переполненном резервуаре и т.д.

На каждом резервуаре, чтобы предупредить завышение давления, устанавливаются один или несколько предохранительных клапанов, которые в зависимости от конструкции приводного устройства разделяют на рычажно-грузовые и пружинные.

Пружинные ПЗК обладают рядом преимуществ перед рычажными:

- точнее и тщательнее фиксируется регулировка;
- несложная конструкция;
- компактная форма;
- простое исполнение.

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 предназначена для безопасной эксплуатации установок и предотвращения возможных аварий.

Определение необходимой площади проходного сечения клапана производится в соответствии с правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, Госгортехнадзора по формуле

$$F_c = \frac{\sigma}{15.9 \cdot \alpha \cdot B \cdot ((P_1 - P_2) \rho)^{1/2}}, \text{ мм}^2 \quad (2.9)$$

где σ - максимально возможная пропускная способность клапана, кг/ч;

α - коэффициент расхода газа клапаном равный 0,6;

B - коэффициент учитывающий расширение среды;

P_1 - максимальное избыточное давление газа перед клапаном, МПа;

P_2 - избыточное давление за предохранительным клапаном, МПа;

ρ - плотность газа при рабочих параметрах P_1 и t_1 , кг/м³.

Для сосудов с давлением до 6 МПа:

$$P_1 = P_p + 0,1P_p + 0,1 = 2,3 \text{ МПа},$$

где P_p - рабочее давление клапана, МПа.

$$\rho = \rho_n \cdot P_1 \cdot T_n \cdot (T_1 \cdot P_n \cdot Z), \text{ кг/м}^3,$$

где ρ_n , T_n , P_n - плотность, температура и давление при нормальных условиях - 2.29 кг/м³, 273 К, 10332 кг/м²;

P_1 , T_1 - давление и температура в рабочих условиях - 23000 кг/м², 333 К;

Z - коэффициент сжимаемости реального газа равный 0,9.

$$\rho = \frac{2.29 \cdot 23000 \cdot 273}{333 \cdot 10332 \cdot 0.9} = 4,64 \text{ кг/м}^3.$$

Определяем максимальную производительность резервуара по формуле

$$\sigma = K \cdot F \cdot (t_b - t_j) / q, \text{ кг/ч}, \quad (2.10)$$

где K - коэффициент теплопередачи от окружающего горячего воздуха через стенку неизолированного резервуара к жидкости равный 23,2 Вт/м²ч°С;

F - наружная поверхность резервуара равная 1480 м²;

t_b - температура окружающей среды равная 550°С;

t_j - температура кипения жидкости при абсолютном давлении ее в резервуаре равная 60°С;

q - скрытая теплота испарения при t_j , Вт/кг;

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

$$\sigma = 23,2 \cdot 1480 \cdot (550 - 60) / 1439 = 1168,8 \text{ кг/ч}.$$

Для проверки полученного результата воспользуемся эмпирической формулой для ориентировочных расчетов в соответствии с требованиями раздел 9 [15].

$$\sigma = 1000 \cdot D \cdot (L + (D/2)), \text{ кг/ч}, \quad (2.11)$$

где D – диаметр резервуара, м;

L – полная длина резервуара, м.

$$\sigma = 1000 \cdot 3,02 \cdot (14,2 + (3/2)) = 47444,2 \text{ кг/ч}.$$

Определяем площадь проходного сечения:

$$F_c = \frac{14233,3}{15,9 \times 0,6 \times 0,72 \times ((2,3 - 0)4,64)^{1/2}} = \frac{14233,3}{22,439} = 634, \text{ мм}^2.$$

Диаметр клапана вычисляют по формуле

$$d = \sqrt{\frac{4 \times F_c}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 634}{3,14}} = 28,4, \text{ мм}. \quad (2.12)$$

Подбираем предохранительный полноподъемный клапан марки ППК4-16, $d_y=50$ мм, $d_c=50$ мм, с пружиной номер 3а, пределы регулирования 1,9-2,3 МПа.

2.8 Расчет насосно-компрессорного отделения

На ГНС для перемещения сжиженных газов используются в основном насосы и компрессоры.

При нормальной работе ГНС компрессоры используются:

- для слива сжиженного газа из прибывающего 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, однако, их размещение на открытых площадках под навесами из несгораемых материалов (в районах, где 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 способствуют 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 кгс/см.

Подбор насосно-компрессорного оборудования производится с учетом объема и характера производимых операций по перекачке сжиженных газов по системе сливных и наливных трубопроводов. При выборе числа и типа насосов учитывают максимальный расход газа на железнодорожные цистерны и баллоны во время сливных и наливных операций. При выборе производительности компрессора 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 сливной трубы $d_T=100\text{ мм}$, приведенная длина $\ell_T=250\text{ м}$, время слива $\tau=2\text{ ч}$;

Производительность компрессора найдем по формуле

$$G_{\text{ч}} = \frac{K_1 \times F \times \Delta P}{r \times \sqrt{\tau}}, \text{ кг/ч}, \quad (2.13)$$

где K_1 -коэффициент, равный 40;

F -поверхность зеркала конденсации, м^2 ;

r - скрытая теплота парообразования, ккал/кг ;

ΔP - перепад давления, кгс/ см^2 .

Скорость движения жидкости в сливном трубопроводе:

$$W_{\text{ж}} = V_r \cdot K / (f_T \cdot 3600 \cdot \tau), \text{ м/с}, \quad (2.14)$$

где K - коэффициент заполнения цистерны, равный 0,8;

$$W_{\text{ж}} = \frac{3 \times 51 \times 0,8}{0,785 \times (0,1)^2 \times 3600 \times 2} = 2,16, \text{ м/с}.$$

Гидравлическое сопротивление трубопровода определяем по формуле

$$\Delta P_T = \frac{\ell_T}{d_T} \lambda \cdot \rho \frac{\omega_{\text{ж}}^2}{2 \cdot g} \text{ кгс/м}, \quad (2.15)$$

где λ - коэффициент гидравлического трения трубы, равный 0,02;

ρ – плотность смеси, кг/м^3 .

$$\Delta P_T = 0,02 \times \frac{250}{0,1} \times \frac{538,95 \times 2,16^2}{2} = 0,64, \text{ кгс/м}^2.$$

Учитывая разность уровней и скоростной напор, принимаем $\Delta P_T = 2,0 \text{ кгс/см}^2 = 0,2 \text{ МПа}$.

Максимальная поверхность зеркала испарения одной цистерны:

$$F = D \cdot L = 2,6 \cdot 10,8 = 28 \text{ м}^2. \quad (2.16)$$

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

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

Работа компрессора в первые 5 минут будет равна:

$$G_{\text{ч}}^{\text{нач}} = \frac{3 \times 40 \times 28 \times 2,5}{80 \times \sqrt{0,083}} = 364, \text{ кг/ч.}$$

Таким образом, производительность компрессора должна быть более 105 кг/ч, но не должна превышать 364 кг/ч. В реальных условиях по мере опорожнения транспортной цистерны развиваемый 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.

3 Расчет групповых резервуарных установок сжиженного газа

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 многоэтажных жилых 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 регулятора 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 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 во избежание 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 теплопроводность грунта.

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

3.1 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 определяется:

$$N = \frac{V_P}{U_{рез}} = \frac{10,14}{1,9} = 5,34 \approx 6 \text{ резервуаров} \quad (3.1)$$

Где, $U_{рез}$ - производительность одного резервуара, $м^3/ч$, определяется по номограмме, для выбранного резервуара объемом $5 м^3$ равна $1,9 м^3/ч$

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

$$V_p = \frac{n \cdot K_n \cdot q_{год} \cdot K_2^H}{Q_H^P \cdot 365} = \frac{760 \cdot 1,4 \cdot 2800000 \cdot 0,12}{96618 \cdot 365} = 10,14 \text{ м}^3/ч \quad (3.2)$$

Где, n - количество жителей, пользующихся газом от резервуарной установки, для рассматриваемого квартала №20 равно 760 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 $2800 \cdot 10^3$ кДж,

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

Q_H^P – низшая теплота сгорания газа, кДж/ $м^3$

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 шести резервуаров равен $m = 0,64$.

Производительность групповой установки с учетом влияния резервуаров:

$$V_{уст.} = N \cdot V_{рез.} \cdot m = 6 \cdot 5 \cdot 0,64 = 19,2 \text{ м}^3 / \text{ч} \quad (3.3)$$

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:

$$V_{зап.} = N \cdot V_{геом.} \cdot h \cdot V_{сж} = 6 \cdot 5 \cdot (0,85 - 0,3) \cdot 262,2 = 432 \text{ м}^3 \quad (3.4)$$

$V_{геом.}$ – геометрическая емкость резервуара, 5 м³

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 м³ сжиженного газа

При испарении 1 м³ жидкого пропана образуется 269 м³ пара, а при испарении 1 м³ бутана – 235 м³ пара. Следовательно,

$$V_{сж} = 269 \cdot K_{пр} + 235 \cdot K_{бут} = 269 \cdot 0,8 + 235 \cdot 0,2 = 262,2 \text{ м}^3 \quad (3.5)$$

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

Число суток между очередными заправками резервуаров установки:

$$Z = \frac{V_{зап.}}{V_{сут}} = \frac{4326}{84,47} = 51,22 \approx 52 \text{ суток} \quad (3.6)$$

$V_{сут}$ - среднесуточный расход газа, м³/сут

$$V_{\text{сут}} = \frac{n \cdot q_{\text{год}} \cdot K_H}{Q_H^P \cdot 365} = \frac{760 \cdot 1,4 \cdot 2800 \cdot 1000}{96618 \cdot 365} = 84,47 \text{ м}^3 / \text{сут} \quad (3.7)$$

3.2 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:

$$G = \frac{n \cdot q_{\text{год}} \cdot K_H \cdot K_r^H}{Q_H^P \cdot 365} = \frac{760 \cdot 1,4 \cdot 2800 \cdot 1000 \cdot 0,12}{46506 \cdot 365} = 21,06 \text{ кг} / \text{ч} \quad (3.8)$$

Где, n - количество жителей, пользующихся газом от резервуарной установки, для рассматриваемого квартала №20 равно 760 человек

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

$q_{\text{год}}$ – 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_r^H -показатель часового максимума суточного расхода, принимается равным 0,12

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

Требуемое количество испарителей находим по формуле:

$$N_u = \frac{G}{G_u} = \frac{21,06}{60} = 0,35 \approx 1 \text{испаритель.} \quad (3.9)$$

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

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

$$N = \frac{Z \cdot G_{сут}}{V_{рез} \cdot \rho_{жс}} = \frac{20 \cdot 175,5}{5 \cdot 542,6} = 1,29 \approx 2 \text{шт} \quad (3.10)$$

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, 5 м^3

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

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

Определяется как:

$$G_{сут} = \frac{n \cdot K_H \cdot q_{зод}}{Q_H^P \cdot 365} = \frac{760 \cdot 2800 \cdot 1000 \cdot 1,4}{46506 \cdot 365} = 175,5 \text{ кг / сут} \quad (3.11)$$

Таким образом, для газоснабжения 760 квартир, потребуется резервуарная установка из 2 резервуаров емкостью 5 м^3 и 1-го форсуночного испарителя.

4 Расчет внутридомового газопровода

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

Газопровод вводят в здания 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 газопотребления.

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.

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

При определении потерь давления в газопроводах низкого давления должны учитываться не только потери тепла 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 отдельного 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:

$$V_{\Gamma} = \Sigma K_0 \frac{g_i}{Q_n^p} n_i, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (4.1)$$

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 96618 кДж/ м³

n_i - число квартир

Длины участков измеряем по плану секции

Расчет сводим в таблицу 4.1

Таблица 4.1 – Расход газа на каждом участке

Номер участка	Ассортимент приборов	Число квартир	Коэффициент одновременности K_0	Расчетный расход газа $V_{\Gamma}, \text{ м}^3/\text{ч}$
1-2	П4	1	1,0	0,414
2-3	П4	1	1,0	0,414
3-4	2П4	2	0,65	0,538
4-5	3П4	3	0,45	0,559
5-6	4П4	4	0,35	0,580

Окончание таблицы 4.1

Номер участка	Ассортимент приборов	Число квартир	Коэффициент одновременности K_0	Расчетный расход газа $V_r, \text{м}^3/\text{ч}$
6-7	4П4	5	0,29	0,600
7-8	10П4	10	0,254	1,051

Определяем расчетные длины участков по формуле:

$$L_p = L \cdot \left(1 + \frac{a}{100}\right), \text{ м} \quad (4.2)$$

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

$$\left(\frac{\Delta P}{l}\right)_{cp} = \frac{350}{\Sigma L_p}, \text{ Па/м} \quad (4.3)$$

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 ближайшие к стандартным размерам труб по номограмме.

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

Далее определяем потери давления по участкам:

$$\Delta P = \left(\frac{\Delta P}{l}\right)_d \cdot L_p, \text{ Па} \quad (4.4)$$

Находим гидростатический напор:

$$H_{\Gamma} = \pm 9,81 \cdot z \cdot (\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{г}}), \text{ Па} \quad (4.5)$$

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

$\rho_{\text{в}}$ – плотность воздуха, кг/м³ равный 1,29 кг/м³

$\rho_{\text{г}}$ – плотность газа, кг/м³ равный 2 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 сводим в таблицу 4.2

Таблица 4.2 – Гидравлический расчет внутридомового газопровода

№ участка	Расчетный расход газа $V_{г}$, $м^3/ч$	Длина участка L , м	Расчетная длина L_p , м	Надбавка на местные сопротивления α , %	Разность абсолютных отметок Z , м	Диаметр газопровода d , мм	Средняя удельная потеря давления $(\Delta P/l)_{ср}$, Па/м	Удельная потеря давления $(\Delta P/l)$, Па/м	Потери давления ΔP , Па	Гидростатический напор H_r , Па	Общая потеря давления на участке $\Delta P + H_r$, Па
1-2	0,414	2	11	450	1	21,3×2,8	8,11	0,8	8,8	6,95	15,75
2-3	0,414	3	3,6	20	3	21,3×2,8	8,11	0,8	2,88	20,87	23,75
3-4	0,538	3	3,6	20	3	21,3×2,8	8,11	1,5	5,4	20,87	26,27
4-5	0,559	3	3,6	20	3	21,3×2,8	8,11	2	7,2	20,87	28,07
5-6	0,580	3	3,6	20	3	21,3×2,8	8,11	2,1	7,56	20,87	28,43
6-7	0,600	9	11,25	25	0	21,3×2,8	8,11	2,2	24,75	0	24,75
7-8	1,051	5,2	6,5	25	2	21,3×2,8	8,11	7,2	46,8	13,91	60,71
			$\Sigma 43,1$ 5								$\Sigma 207,73$

Условие расчета выполнено, т.к. $207,73 \text{ Па} < 350 \text{ Па}$

Диаметры можно считать подобранными.

5 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:

$$V_{\Gamma} = \Sigma K_0 \frac{g_i}{Q^p} n_i, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (5.1)$$

В начале расчета определяем количество жителей в одном доме. За расчетный принимаем квартал №20

$$N_{\text{под}} = \frac{N_{\text{ном}}}{K_{\text{сем}} \cdot N_{\text{кв}}} = \frac{760}{3,7 \cdot 10} = 20,54 \approx 20 \text{ подъездов} \quad (5.2)$$

Где, К - коэффициент семейности (по заданию)

$N_{\text{под}}$ - количество квартир в подъезде

Число домов квартала определяется:

$$N = \frac{20}{4} = 5 \text{ домов}$$

Принимаем 5 домов по 4 секции

760 - количество жителей квартала

Длины участков замеряются по плану

Расчетная длина:

$$L_p = 1,1 \cdot L, \text{ м} \quad (5.3)$$

Диаметр определяется 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:

$$\left(\frac{\Delta P}{l}\right)_{cp} = \frac{250}{\Sigma L_p}, \text{ Па/м} \quad (5.4)$$

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 5.1 и 5.2

Таблица 5.1 – Расход газа для участков внутриквартирного газопровода

Номер участка	Ассортимент прибора	Число квартир	K_0	V_p м ³ /ч
1-2	10П4	10	0,254	1,05
2-3	20П4	20	0,235	1,94
3-4	30П4	30	0,231	2,87
4-5	40П4	40	0,227	3,76
5-6	50П4	50	0,223	4,61

Окончание таблицы 5.1

Номер участка	Ассортимент прибора	Число квартир	K_0	V_p м ³ /ч
6-7	60П4	60	0,22	5,46
7-8	70П4	70	0,217	6,28
8-9	80П4	80	0,214	7,08
9-10	90П4	90	0,212	7,90
10-11	100П4	100	0,210	8,70
11-12	110П4	110	0,209	9,51
12-13	120П4	120	0,208	10,33
13-14	130П4	130	0,207	11,14
14-15	140П4	140	0,206	11,94
15-16	150П4	150	0,205	12,73
16-17	160П4	160	0,204	13,51
17-18	170П4	170	0,203	14,28
18-19	180П4	180	0,202	15,05
19-20	190П4	190	0,201	15,81
20-ГРУ	200П4	200	0,2	16,56
				Σ180,51

Таблица 5.2 – Гидравлический расчет внутриквартального газопровода

№ участка	Расчетный расход газа $V_p, \text{ м}^3/\text{ч}$	Длина участка $L, \text{ м}$	Расчетная длина $L_p, \text{ м}$	Диаметр газопровода $d, \text{ мм}$	Удельная потеря давления $(\Delta P/l)_d, \text{ Па/м}$	Потери давления $\Delta P, \text{ Па}$
1-2	1,05	15	16,5	33,5×3,2	0,45	7,4
2-3	1,94	15	16,5	38×3,0	0,55	9,07
3-4	2,87	15	16,5	42,3×3,2	0,6	9,9
4-5	3,76	30	33	48×3,5	0,5	16,5
5-6	4,61	15	16,5	57×3,0	0,3	4,95
6-7	5,46	15	16,5	57×3,0	0,4	6,6
7-8	6,28	15	16,5	57×3,0	0,5	8,25
8-9	7,08	30	33	57×3,0	0,6	19,8
9-10	7,90	15	16,5	60×3,5	0,52	8,58
10-11	8,70	15	16,5	70×3,0	0,29	4,78
11-12	9,51	15	16,5	70×3,0	0,35	5,77
12-13	10,33	30	33	70×3,0	0,45	14,85
13-14	11,14	15	16,5	70×3,0	0,5	8,25
14-15	11,94	15	16,5	70×3,0	0,55	9,07
15-16	12,73	15	16,5	70×3,0	0,6	9,9
16-17	13,51	30	33	75,5×4,0	0,5	16,5
17-18	14,28	15	16,5	75,5×4,0	0,55	9,07
18-19	15,05	15	16,5	75,5×4,0	0,6	9,9
19-20	15,81	15	16,5	76×3,0	0,55	9,07
20-ГРУ	16,56	30	33	83×3,0	0,42	13,86
			$\Sigma 412,5$			$\Sigma 202,07$

Условие расчета выполнено т.к. $250 \text{ Па} > 202,07$

6 Расчет внутрикотельного газопровода

Расчетный перепад давления $\Delta P=250 \text{ кПа}$.

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:

$$L_p=1,1 \cdot L, \text{ м.} \quad (6.1)$$

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:

$$\left(\frac{\Delta P}{l}\right)_{\text{ср}} = \frac{250}{\Sigma L_h}, \text{ Па/м,} \quad (6.2)$$

$$\left(\frac{\Delta P}{l}\right)_{\text{ср}} = 6,68 \text{ Па/м,} \quad (6.3)$$

Расчет сводим в таблицу 6.1

Таблица 6.1 Гидравлический расчет внутрикотельного газопровода

№ участка	Расчетный расход газа $Q_p, \text{ м}^3/\text{ч}$	Длина участка $L, \text{ м}$	Расчетная длина $L_p, \text{ м}$	Диаметр газопровода $d, \text{ мм}$	Средняя удельная потеря давления $(\Delta P/l)_{\text{ср}}, \text{ Па/м}$	Удельная потеря давления $(\Delta P/l)_d, \text{ Па/м}$	Потери давления $\Delta P, \text{ Па}$
1-2	11,3	12,4	5,5	33,5x3,25	10	124	5,5
2-3	6,4	7	11	42,25x3,25	8	56	11
3-4	3	3,3	16,5	44,5x3,0	9	29,7	16,5
Σ	20,7	22,7				209,7	

Расчет выполнен, т.к. $209,7 < 250 \text{ Па}$.

6.1 Котел МЗК-7АГ

Котел предназначен для выработки насыщенного пара давлением до 8 кгс/см^2 и поставляются укомплектованными системой автоматического регулирования, управления и защиты, питательным насосом, вентилятором с электродвигателем, газовой горелкой и арматурой.

Основные технические характеристики МЗК-7АГ:

паропроизводительность 1 т/ч , полная поверхность нагрева $17,1 \text{ м}^2$; расход природного газа ($Q_{\text{гр}}=8000 \text{ ккал/м}^3$) при номинальной нагрузке $90 \text{ м}^3/\text{ч}$; КПД 86% ; температура питательной воды 50°C ; температура уходящих газов $250\text{-}270^\circ\text{C}$; $\alpha_k=1,15\text{-}1,2$; давление газа перед клапанами автоматики $130\text{-}180 \text{ кгс/м}^2$; установленная горелка Г-1,0; дутьевой вентилятор среднего давления ВД-2,7; масса котлоагрегата $2,7 \text{ т}$.

Котел состоит из верхней и нижней кольцевидных камер, соединенных двумя рядами прямых вертикальных труб $d38 \text{ мм}$, расположенных в шахтном порядке по концентрическим окружностям. Внутренний ряд экранных труб образует цилиндрическую топочную камеру, газоплотность которой обеспечивается приваркой у труб стальных плавников. Часть экранных труб, между которыми выходят топочные газы, установлена более редко и не имеет

плавников. Конвективный газоход образуется кольцевым пространством между экранными трубами с плавниками и внутренней стенкой газоплотной обшивкой котла. Выходя из топки продукты горения движутся в конвективном газоходе сначала в противоположные стороны, а затем, навстречу друг другу и поступают в общий дымоотводящий газоход котла. В конвективном теплообмене участвует также тыльная сторона экранных труб.

Для установки котла специального фундамента не требуется. Он крепится анкерными болтами.

Так как в топочной камере котла, работающий под наддувом, поддерживается давление 20-50 кгс/м², высоту дымовой трубы выбирают только согласно требованиям санитарных и противопожарных норм. Увеличение давления в топке выше 40-50 кгс/м² свидетельствует об увеличении сопротивления газового тракта, связанного с загрязнением поверхностей нагрева.

При обнаружении дымления через неплотности обшивок в шестах соединений прокладывают асбестовый шнур, а стыки промазывают газоуплотнительной замазкой. Способ приготовления замазки: песок просеивают через сито, затем добавляют волокнистый асбест, который можно получить из листового скоблением его пилы для дерева. Песок и волокнистый асбест тщательно перемешивают, смачивают жидким стеклом и вновь перемешивают. Жидкое стекло добавляют небольшими порциями. Замазка считается готовой при образовании однородной массы. До нанесения замазки поверхность предварительно смазывают жидким стеклом. Слой замазки 3-4 мм.

Наружная тепловая изоляция котла создается устройством кольцевого канала между внутренней жаростойкой и съемной наружной стальной обшивкой, в которой подается воздух от вентилятора ВД-2,7 через патрубок. Подогретый воздух с противоположной стороны котла через воздухопровод и воздушный регистр подается в горелку. Расход газа регулируется

автоматически посредством 2 параллельно установленных перед горелкой электромагнитных клапанов различного диаметра. При работе котла на номинальной нагрузке газ поступает через оба клапана. При сниженной потребности в паре и повышении его давления в барабане котла больший клапан и котел работает на минимальном режиме. Увеличение расхода пара вызывает открытие большого клапана, и расход газа вновь возрастает до номинального. Такое давление двухпозиционное регулирование позволяет работать в пределах от 100 до 40% от номинального расхода газа.

Расход воздуха, поступающего в горелку через короб, регулируется в зависимости от расхода газа заслонкой, к установленной на воздушном регистре и имеющей привод к исполнительному механизму автоматики.

Газовая часть горелки состоит из 2 труб: основной и запальной, которая расположена внутри основной по ее оси. Угольник, через который поступает в горелку газ, имеет прилив с отверстием для ввода запальной трубки, ее крепления и уплотнения. Второй конец основной трубки снабжен внутренней заглушкой с отверстием в центре для пропуска запальной трубки, питание которой газом осуществляется по самостоятельному газопроводу через блок соленоидов автоматики типа АМК-Г. Горелка имеет 2 электрода, заключенные в фарфоровые трубки. Электроды фиксированы относительно трубы хомутами. Электрод служит для зажигания газа, выходящего из запальной трубки, искрой, возникающей между электродом и корпусом горелки при подаче тока высокого напряжения от трансформатора зажигания. Для стабилизации пламени запальника на расстоянии около 30 мм от его торца на трех стержнях закреплен стабилизирующий плоский диск. При наличии устойчивого запального пламени через второй электрод, являющийся контрольным и омываемым пламенем, поступает сигнал на подачу газа в основную трубу. Из трубы газ выходит через 3 ряда отверстий, просверленных на боковой поверхности в шахматном порядке, под углом 90° к потоку воздуха.

Воспламеняется газоздушная смесь от стационарного запальника. Постоянно горящий запальник, а также наличие специальной шайбы пути движения потока смеси обеспечивает надежную стабилизацию факела горелки на любых режимах ее работы. Смешение газа с воздухом заканчивается в смесителе. К котлу горелку крепят с помощью фронтального листа, покрытого со стороны топки тепловой изоляцией.

Номинальный расход газа через горелку: Г-1,0-100 м³/ч ($p=150-180$ кгс/м²), Г-0,4-40 м³/ч ($p=80-90$ кгс/ м²), давление воздуха 140-150 кгс/ м² (при $\alpha=1,1$).

Вертикально-водотрубный двухбарабанный котел типа МЗК-7АГ предназначен для выработки насыщенного пара давлением до 9 кгс/см². Полная поверхность нагрева 30 м², расход природного газа при номинальной нагрузке и КПД около 0,8 составляет 100 м³/ч, водяной объем котла 1,05 м³, давление газа перед горелкой , давление воздуха 140-150 кгс/м², масса котлоагрегата 5,5 т.

Верхний и нижний барабаны котла, расположены на одной вертикальной оси, соединены между собой пучком труб, образующих конвективную поверхность нагрева. Два боковых топочных экрана включены в циркуляционный контур через 2 верхних и 2 нижних коллектора вваренных в барабаны. Нижние коллекторы защищены от перегрева огнеупорной футеровкой. Трубы конвективного пучка имеют коридорное положение и омываются поперечным газовым потоком. В конвективном пучке расположены перегородки из жаростойкой стали продуктов горения, которые удаляются из котла.

Обмуровка котла состоит из нескольких слоев: внутренний - огнеупорный кирпич, остальные – вулканит или совелит.

6.2 Расчет ГРУ для котельной

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

$$G_{\text{сут}} = G \cdot \rho, \text{ кг/ч}, \quad (6.4)$$

где G – расчетный расход газа, м³/ч;

ρ – плотность газа в пересчете с природного на сжиженный, кг/м³.

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

Количество резервуаров:

$$N = \frac{z \cdot G_{\text{сут}}}{V_{\text{рез}} \cdot \rho_{\text{ж}}}, \text{ шт.} \quad (6.5)$$

где z – число суток между очередными заправками резервуара газом;

$V_{\text{рез}}$ - объем резервуара;

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

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

По производительности котельной выбираем тип испарителя - форсуночный, производительностью 60 кг/ч, тогда:

$$N_{\text{и}} = 42,52 / 60 = 0,71. \quad (6.6)$$

К установке принимаем 1 форсуночный испаритель.

6.3 Принцип действия форсуночного испарителя

Форсуночный испаритель сжиженного газа с расчетной испарительной способностью 100 кг/ч представляет собой теплообменный аппарат “труба в трубе”. Во внутренней трубе идет интенсивное испарение сжиженного газа, куда он попадает в распыленном состоянии. Для этой цели сжиженный газ подводится и разбивается 3 форсунками – крайней диаметром по 25мм и средней сжижением 6мм. Для управления форсунками установлены запорные условные вентили.

Для защиты испарителя при повышении давления сверх допустимого со стороны выхода испарившегося сжиженного газа установлен предохранительный клапан.

Преимуществами форсуночных испарителей перед другими типами испарителей является:

- простота конструкции;
- удобное обслуживание и регулирование испарительной способности;
- малая масса и небольшие размеры.

К недостаткам относят:

- отсутствие естественной автоматизации процесса испарения.

7 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 трубки.

8 Технологии возведения инженерных систем

8.1 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 прокладке газопровода.

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

Рытье траншей производится экскаватором с обратной лопатой марки ЭО-3211Д. После рытья траншей следует ручная зачистка стенок и дна траншей, затем грунт отсыпают в отвал, с одной стороны. Лишний грунт вывозится самосвалом марки МАЗ-503. Через каждые 100-150 метров устанавливаются пешеходные мостики.

Завоз труб, материалов, оборудования

Трубы, запорную арматуру поставляют с ЦЗМ или заводов самосвалом марки МАЗ-503 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 оборудование должны иметься технические паспорта заводов-изготовителей и, как правило, инструкции по его монтажу и эксплуатации. Технические паспорта должны иметься также на изолированные трубы, конденсатосборники, гнутые колена и другую продукцию. Трубы на трассу

поставляют с неизолированными концами для сварки на бровку траншеи. Их раскладывают по трассе по схеме ППР.

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.

8.2 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 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.

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/см² 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 $h=0,3$ м с последующей одерновкой ее поверхности и откосов.

Для удобства обслуживания оборудования предусмотрена асфальтовая дорожка шириной 1 м. 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.

8.3 Монтаж трубопроводов

Перед монтажом и укладкой должка быть подготовлена постель под газопровод и проверен уклон дна траншеи. Газопровод плетями укладывают на петли и при помощи двух автокранов марки КС-1562А на 15-20 м опускают в траншею, укладывая плетью по оси. В траншеях, в местах сварки звеньев между собой, отрывают приямки для работы сварщиков. При монтаже газопровода должен быть постоянный пооперационный контроль со стороны заказчика. Сварщики на монтаже должны иметь допуск и личное клеймо.

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

8.4 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 строительной-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".

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 катками марки ДУ-10А. 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".

8.5 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:

$$V = \left[\frac{F_1 + F_2}{2} - \frac{m(H_1 - H_2)^2}{b} \right] l, \quad (8.1)$$

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

$$3,07 \cdot 2 \cdot 12 = 74 \text{ м}^3.$$

Объем котлована для установки ГРУ

Объема котлована определяем по формуле Мурзо:

$$V = \frac{h_{cp}}{6} [(2a + a_1)b + (2a_1 + a)b_1]; \quad (8.2)$$

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

Схема котлована показана на рисунке 7.1.

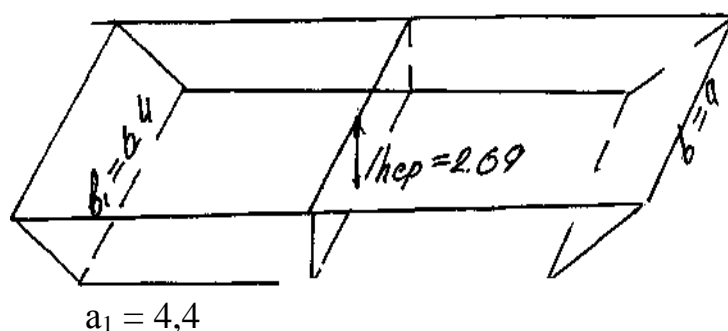


Рисунок 8.1 – Схема котлована

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

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

Объем резервуаров: $5 \cdot 3 = 15 \text{ м}^3$.

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

Объем фундаментов: $0,5 \cdot 0,5 \cdot 2,5 \cdot 4 = 2,5 \text{ м}^3$.

$V_{\text{кот}} = 114 - 2,5 - 0,1 - 15 + 16,8 = 113,2 \text{ м}^3$, т.е. необходимо довозить грунт в количестве 4 м^3 .

Количество грунта для устройства основания газопровода:

$$V_{\text{осн.}} = 0,5 \cdot 0,1 \cdot 364 = 18,2 \text{ м}^3$$

При отрыве траншеи следует производить срезку растительного грунта:

$$V_{\text{срез}}^{\text{Tp}} = F_{\text{ср}} \cdot \ell, \text{ м}^3, \quad (8.3)$$

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

$$V_{\text{срез}}^{\text{Tp}} = 34,5 \cdot 4,2 = 145,1 \text{ м}^3$$

Объем грунта разрабатываемого экскаватором:

$$V_{\text{э}} = V^T - (V_p^T + V_{\text{ср}}^T) = 660,3 - (18,2 + 145,1) = 497 \text{ м}^3 \quad (8.4)$$

Объем грунта засыпаемого вручную:

$$V_{p.z.} = V_0 - V_B = 607 - 586 = 21 \text{ м}^3 \quad (8.5)$$

Объем грунта засыпаемого бульдозером:

$$V_B = (B_{pz} + H_B : m) H_B \cdot \ell / K_{кр} = 586 \text{ м}^3. \quad (8.6)$$

Общий объем грунта по выемке в траншее:

$$V_T = 307 + 90 = 497 \text{ м}^3$$

Общий объем грунта, подлежащего выемке:

$$V_T = 431 + 114 = 545 \text{ м}^3.$$

Объем грунта обратной засыпки

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

$$V_o = \frac{V - V_{кол} - V_{труб}}{K_{op}}, \quad (8.7)$$

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:

$$V_{труб} = \pi r^2 \ell, \quad (8.8)$$

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

$$V_o = \frac{497 - 15 - (3,14 \cdot 0,009 \cdot 4,2)}{1,06} = 455 \text{ м}^3.$$

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

Объем срезки растительного слоя $V_{cp} = 14 \text{ м}^3$;

Объем грунта разрабатываемого экскаватором $V_3 = 65 \text{ м}^3$;

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

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 $K_{np} = 1,25$ и избыточного грунта в количестве, отвозимого с трассы определяем по формуле

$$F_o = F_p \cdot K_{np} \cdot (\ell - K_o) = 2,5 \cdot 1,25 (4,2 - 0,1) = 12,8 \text{ м.} \quad (8.9)$$

Высота отвала:

$$H_o = \sqrt{F_o} = \sqrt{12,8} = 3,6 \text{ м.} \quad (8.10)$$

Предельная высота выгрузки ковша $H_B = 5,4 \text{ м.}$

Ширину отвала по верху b , найдем из условия:

$$F_o = (b_1 + h_m); \quad b_1 = \frac{F_o - h_o^2 n}{h_o} = \frac{12,8 - 3,6^2 \cdot 0,5}{3,6} = 1,75 \text{ м.} \quad (8.11)$$

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

$$B_1 = b_1 + 2h_o n = 1,75 + 2 \cdot 3,6 \cdot 0,5 = 5,4 \text{ м.} \quad (8.12)$$

С учетом правил Т.Б. ширина забоя равна:

$$A_3 = 1,0 + 0,5 \cdot 3,6 = 2,8 \text{ м.}$$

Расстояние от оси траншеи до бровки отвала:

$$A_1 = A_3 - hm - \frac{b_0}{2} = 2,8 - 3,6 \cdot 0,5 - 0,5 = 0,5 \text{ м.} \quad (8.13)$$

Наибольший радиус выгрузки $R_b = 6,8 \text{ м.}$

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

8.6 Выбор комплекта машин и оптимального варианта

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

Норма производительности экскаватора в смену:

$$П_3 = 60t \cdot q \cdot h_y \cdot K_c \cdot K_b, \quad (8.14)$$

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 $0,64$.

$$П_3 = 60 \cdot 8,4 \cdot 0,4 \cdot 1,85 \cdot 0,8 \cdot 0,64 = 191 \text{ м}^3.$$

Лишний грунт вывозят на самосвалах марки МАЗ-503.

Техническая характеристика экскаватора «ЗЛАТЭКС»:

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 «Магистраль»:

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 «Caterpillar»:

Марка - Д-492А;

Тип трактора - Т-100М;

Ширина отвала – 3,94 м;

Высота отвала - 1.1 м;

Угол резания - 50-60°;

Наибольшее заглубление - 1М;

Подъем отвала – 1,1 м;

Масса - 14т.

Техническая характеристика автокрана «ГАЗ-53А»:

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:

$$V_{\text{см}} = V_o / T_{\text{см}}, \quad (8.15)$$
$$V_{\text{см}} = 10,8 / 1 = 10,8 \text{ м}^3.$$

Объем грунта вывозимого самосвалом за один рейс:

$$V_m = Q_m / n_{\text{об}}, \quad (8.16)$$
$$V_m = 7000 / 1750 = 4 \text{ м}^3.$$

Количество ковшей в одну смену и машину:

$$N = V_m \cdot q \cdot K_c, \quad (8.17)$$
$$N = 4 \cdot 0,4 \cdot 0,8 = 1,3 \text{ ковшей.}$$

Длительность погрузки одной машины:

$$t_n = 12,5 / 1,85 \cdot 0,85 = 8 \text{ минут.} \quad (8.18)$$

Количество рейсов самосвала в смену:

$$P_p = \frac{60 \cdot t_n}{t_n + 2 \cdot \ell / V_{cp} + t_p + t_m}, \quad (8.19)$$

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

Производительность автосамосвала в смену:

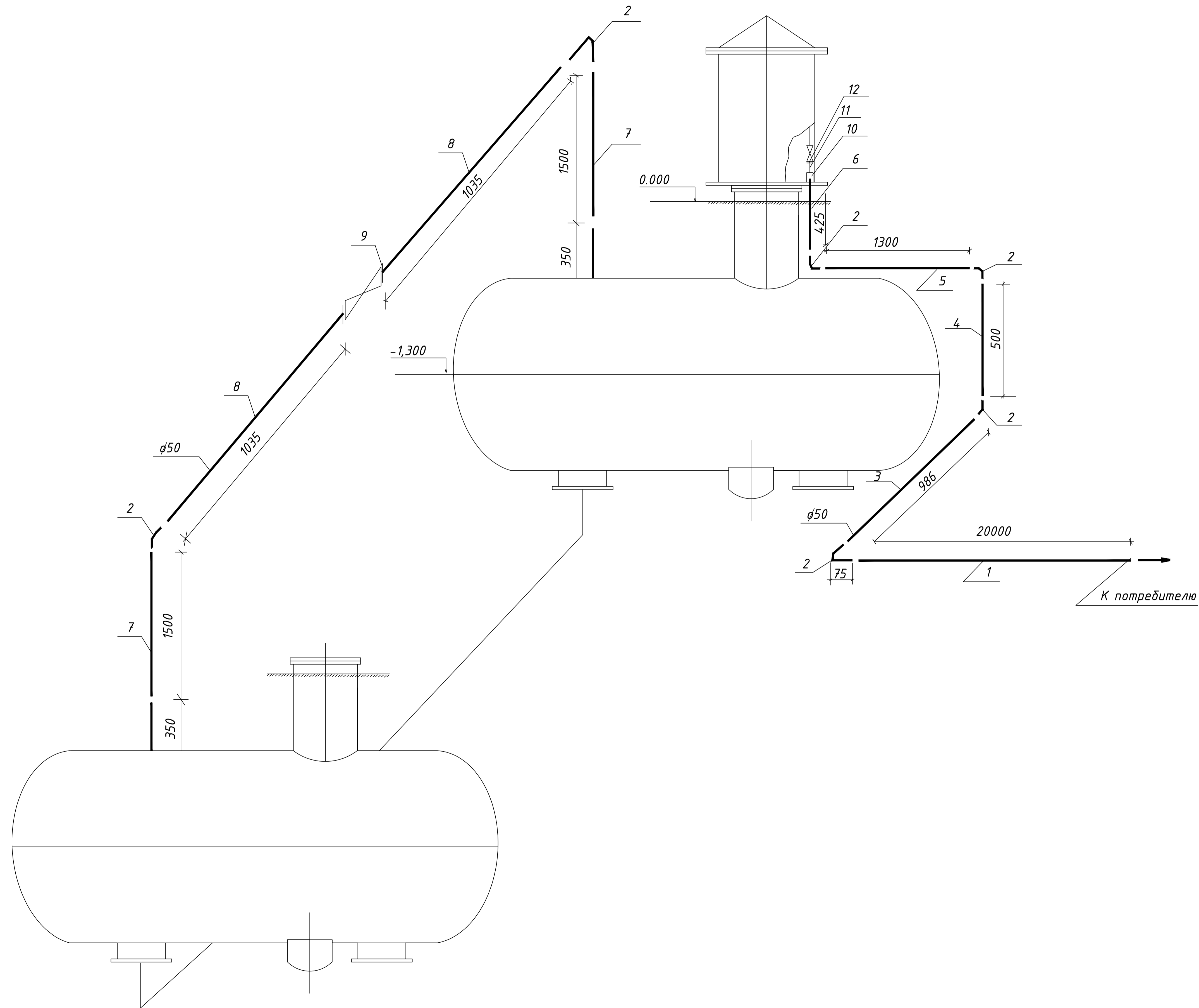
$$P_c = V_T \cdot P_p, \tag{8.20}$$

$$P_c = V_T \cdot P_p = 4 \cdot 40 = 160 \text{ м}^3.$$

Количество самосвалов: $N=1$ автомобиль.

Для перевозки лишнего грунта требуется 1 автомобиль.

Монтажная схема обвязки резервуаров



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

КОМПЛЕКТОВОЧНАЯ ВЕДОМОСТЬ К ГРУ

Номер узла	Число узлов	Номер детали	Эскиз детали	Исходный проход	Заготовительная длина	Количество
1	2	3	4	5	6	7
	1	1	С — С	50	20000	1
	2	2	отвод 90°	50	75	6
	3	3	С — С	50	986	1
	4	4	С — С	50	500	1
	5	5	С — С	50	1300	1
	6	6	С — С	50	425	1
	7	7	С — С	50	1500	2
	8	8	С — С	50	1035	2
	9	9	фланец	50	-	2
	10	10	муфта	50	50	1
	11	11	сгон	50	130	1
	12	12	контр.гайка	50	-	1

СПЕЦИФИКАЦИЯ ГРУ

Поз.	Обозначение	Наименование	кол-во	масса	примечание
1	2	3	4	5	6
1	ГОСТ 87.34-75*	Труба бесшовная холоднодеформированная Φ 50	8281	39,6	м
2	11ч3бк	Кран пробковый натяжной муфтовый чугунный Φ 50.	2	10,6	шт.
3	15кч19п	Вентиль запорный фланцевый Φ 50	4	32	шт.

БР-08.03.01.00.05					
ИСИ СФУ					
Изм.	Лист	Кол.	№ док	Подпись	Дата
Выполнил	Окружина Н.С.				
Руководит.	Авласевич А.И.				
Расчет ГНС. Газоснабжение п.Лптайка АО "Мечта"			Стадия	Лист	Листов
			БР	5	5
Монтажная схема обвязки резервуаров. Комплектующая ведомость ГРУ. Спецификация ГРУ			ИСЗиС		
Н. контр.	Авласевич А.И.				
Уте.	Саваш Г.В.				

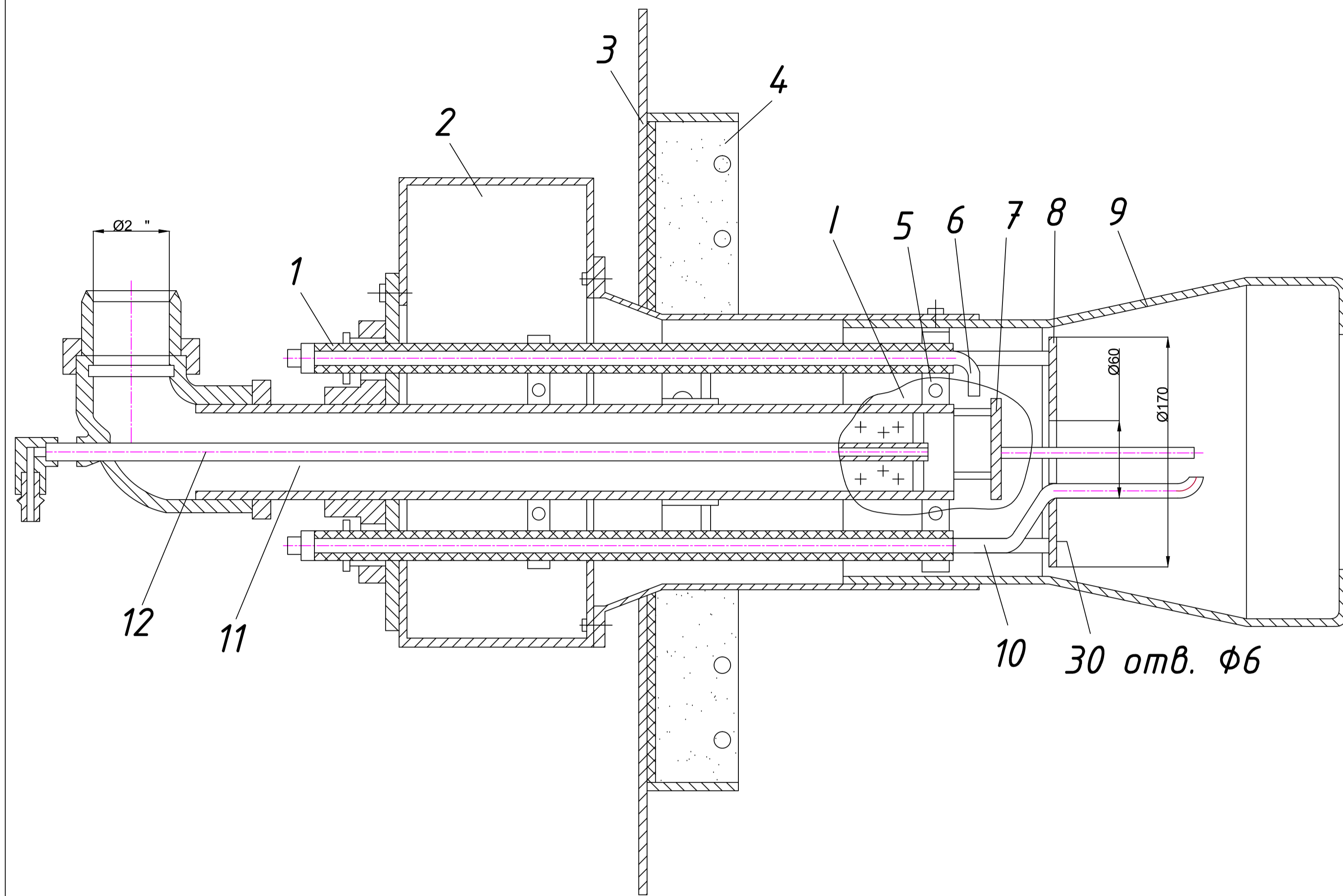
Спецификация

Взам. инв.№

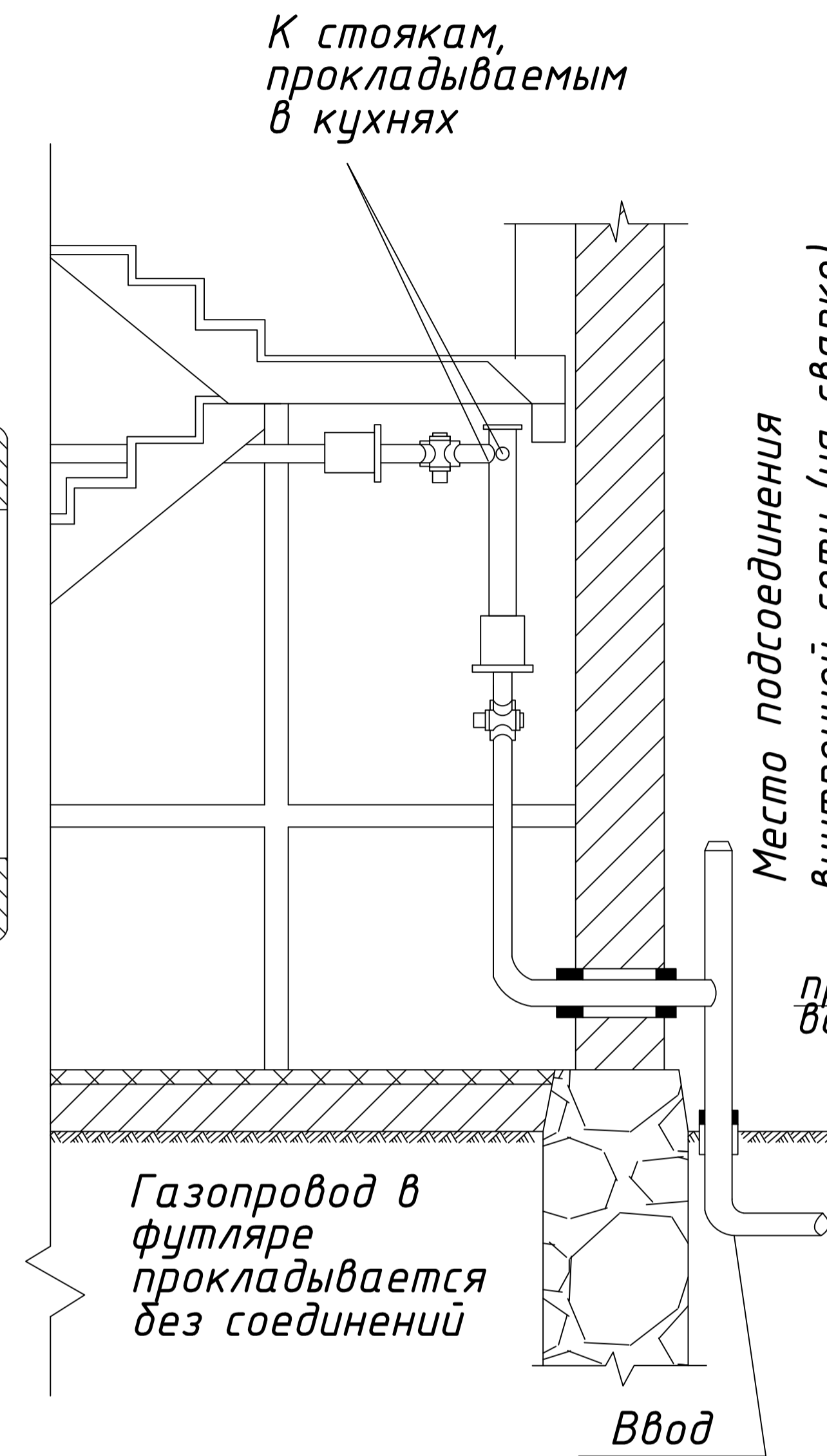
Подпись и дата

Инв.№ подл.

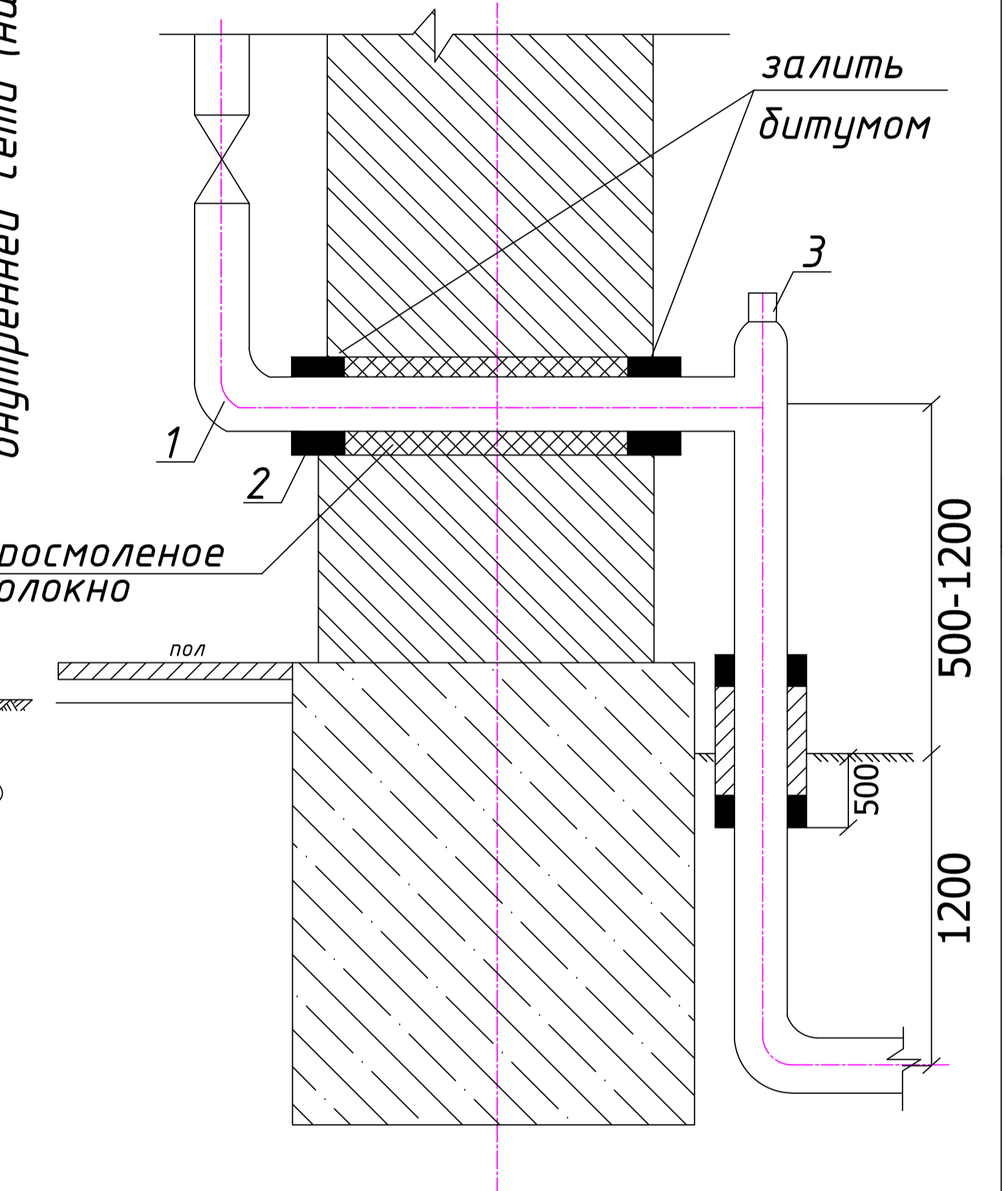
Горелка газовая Г-1,0



Монтаж трубопроводов внутреннего газопровода



Цокольный ввод газопровода

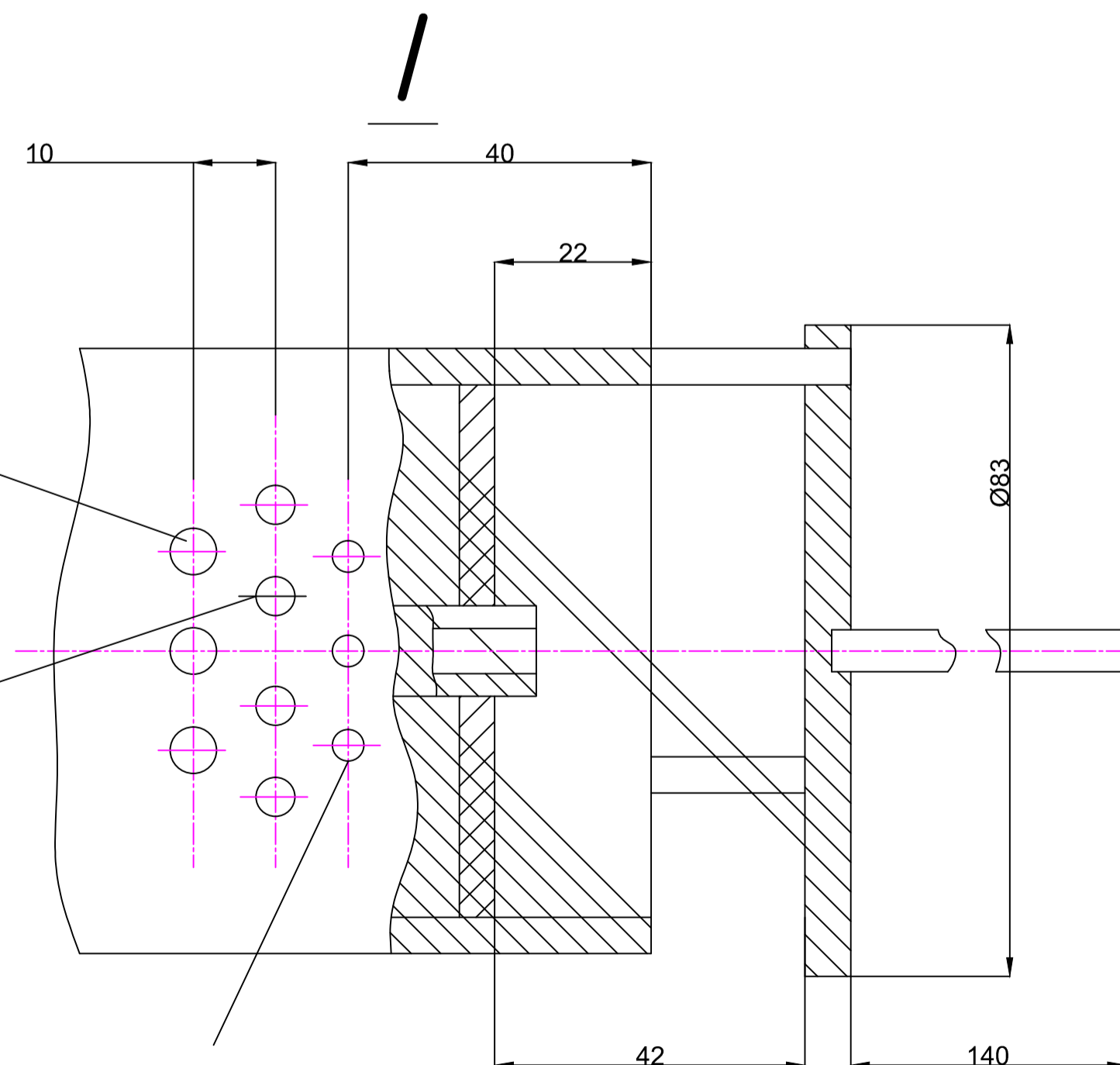


- 1-газопровод
- 2-футляр
- 3-штуцер с заглушкой

18 отв. $\phi 6,5$

18 отв. $\phi 5,0$

24 отв. $\phi 3,5$



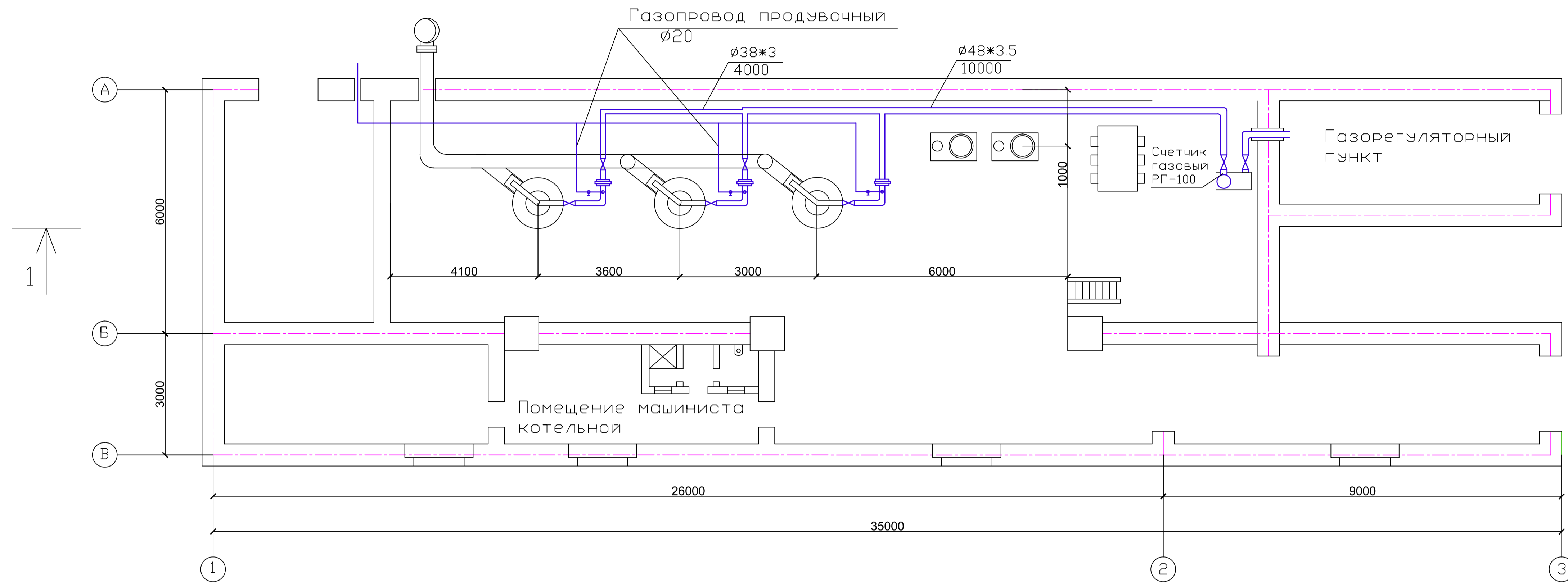
Экспликация

Номер по плану	Наименование
1	Фарфоровая изолирующая трубка
2	Воздушный короб
3	Фронтный лист
4	Тепловая изоляция фронтного листа
5	Хомут для крепления электродов
6	Электрод зажигания
7	Стабилизирующее устройство запальника
8	Стабилизирующая шайба
9	Смеситель
10	Электрод контроля пламени
11	Основная газовая трубка
12	Запальная трубка

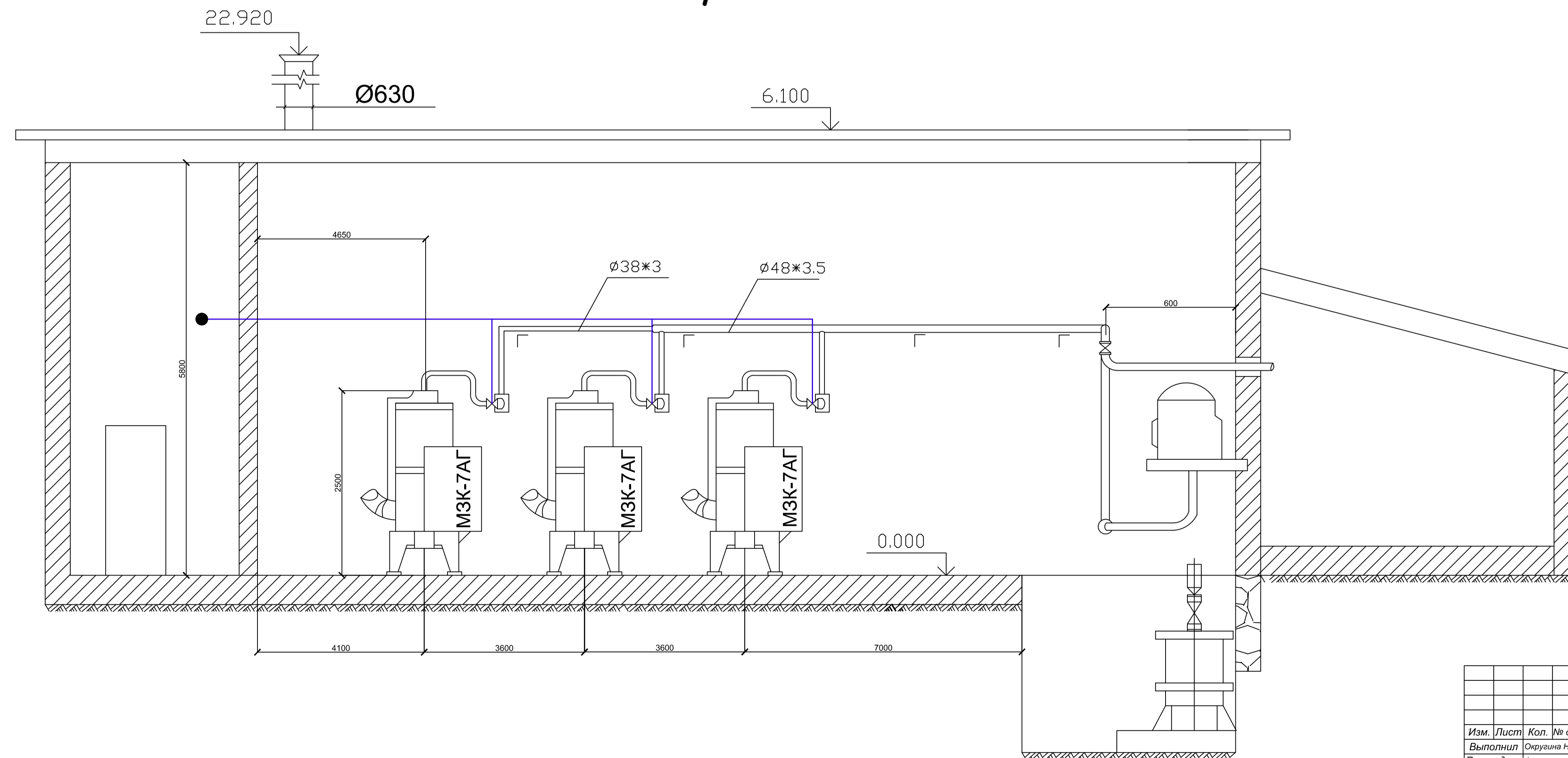
БР-08.03.01.00.05				
ИСИ СФУ				
Изм.	Лист	Кол. № док	Подпись	Дата
Выполнил	Окружен Н.С.			
Руководит	Авласев А.И.			
Расчет ГНС. Газоснабжение п.Алтайка АО "Мечта"			Стация	Лист
			БР	4
Газовая горелка Г-1,0. Экспликация. Монтаж трубопроводов внутреннего газопровода. Цокольный ввод газопровода			Листов	
			ИСЗиС	
Н. контр.	Авласев А.И.			
Уте.	Саваш Г.В.			

Составлено
Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

План котельной на отметке 0,000 М 1:50



Разрез 1-1



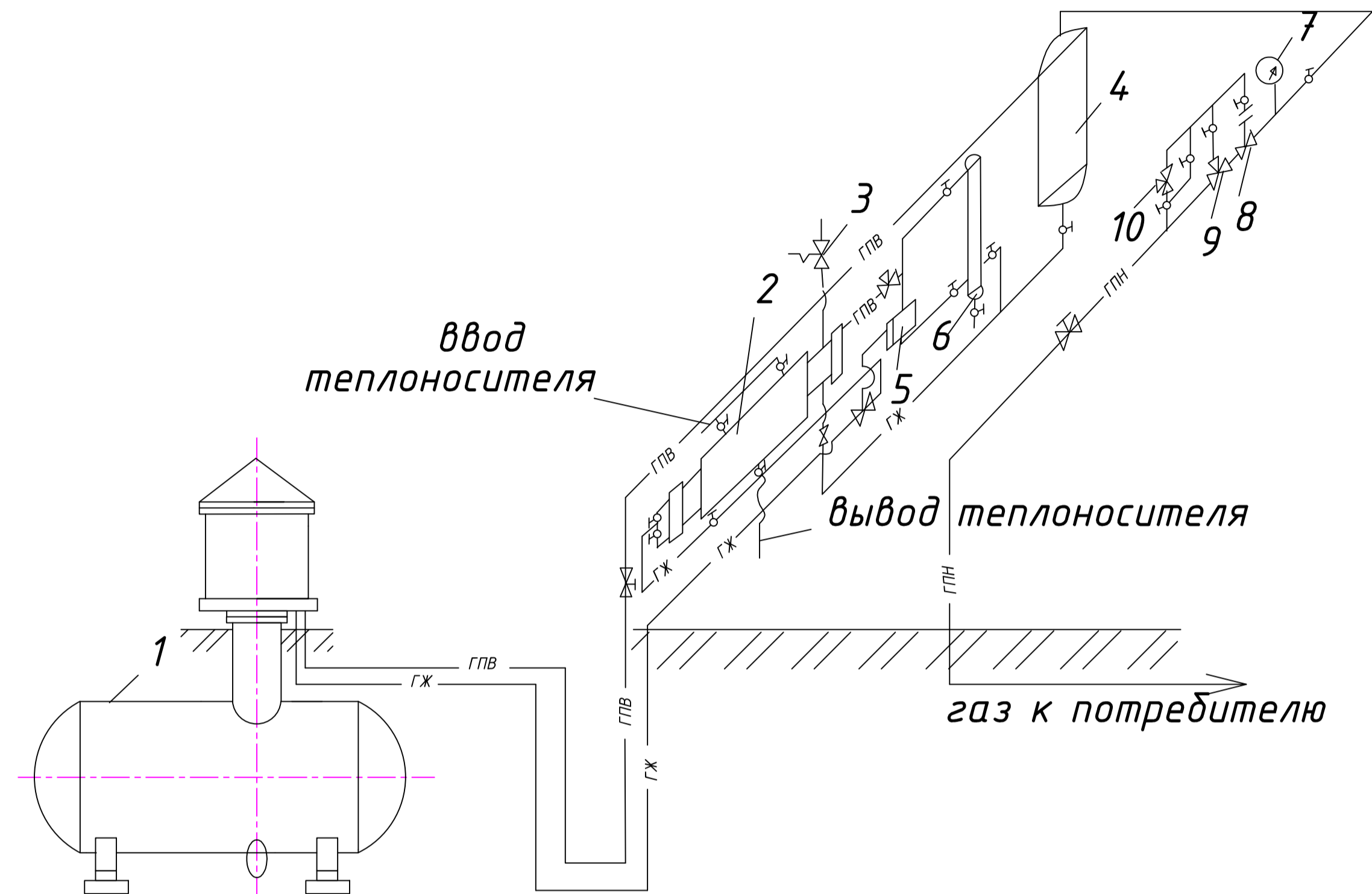
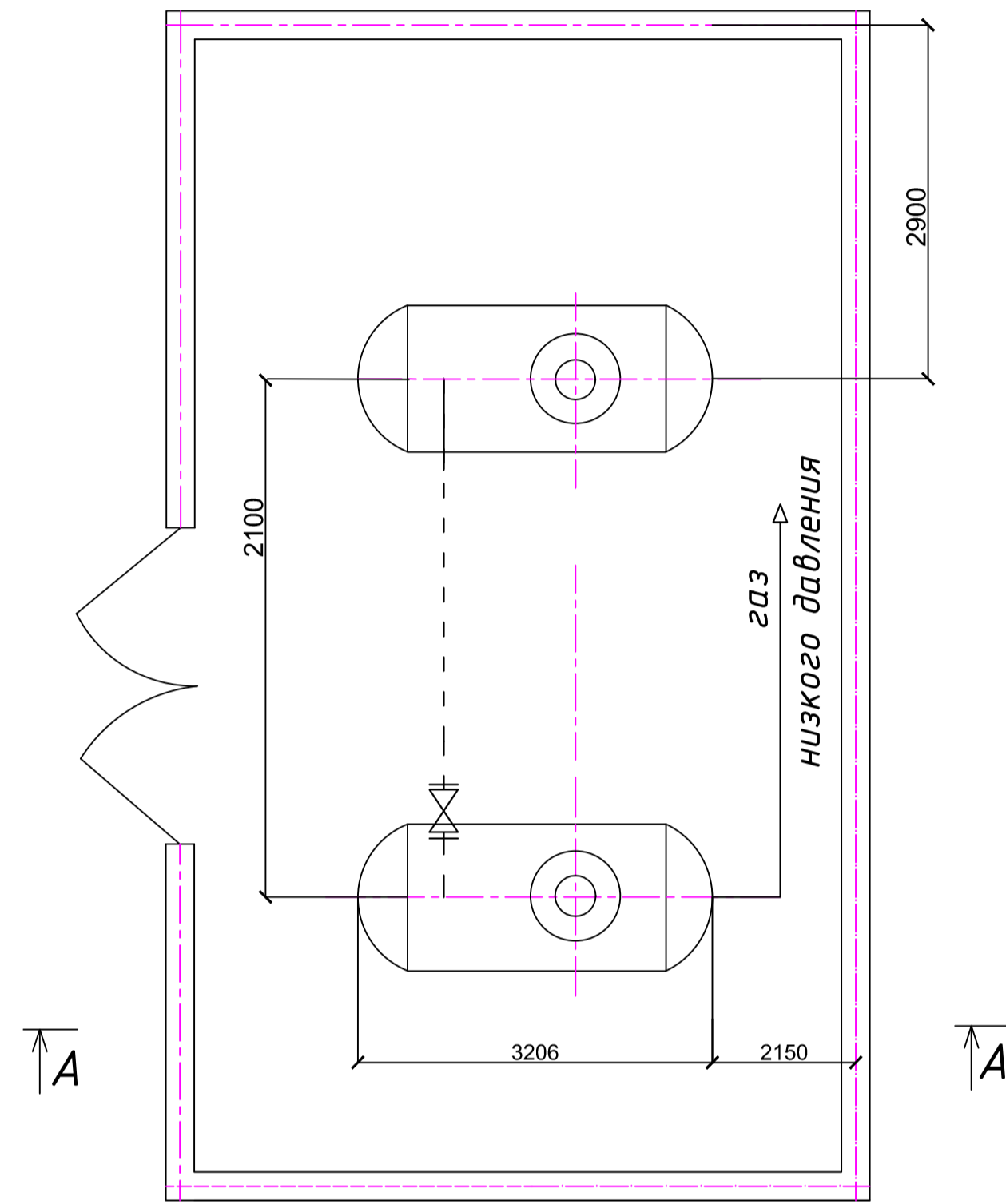
Создано
Взят
Подпись и дата
Инв. № подл.

					БР-08.03.01.00.05				
					ИСИ СФУ				
Изм.	Лист	Кол.	№ док.	Подпись	Дата	Расчет ГИС. Газоснабжение п.Алтайка АО "Мечта"	Стадия	Лист	Листов
				Окрузина Н.С.			БР	3	5
				Аласевич А.И.					
					План котельной на отметке 0.000 М1:50. Разрез 1-1			ИСЗиС	
Н. контр.				Аласевич А.И.					
Утв.				Савши Г.В.					

Групповая резервуарная установка

Компоновка резервуара с форсуночным испарителем

План на отм. 0.000

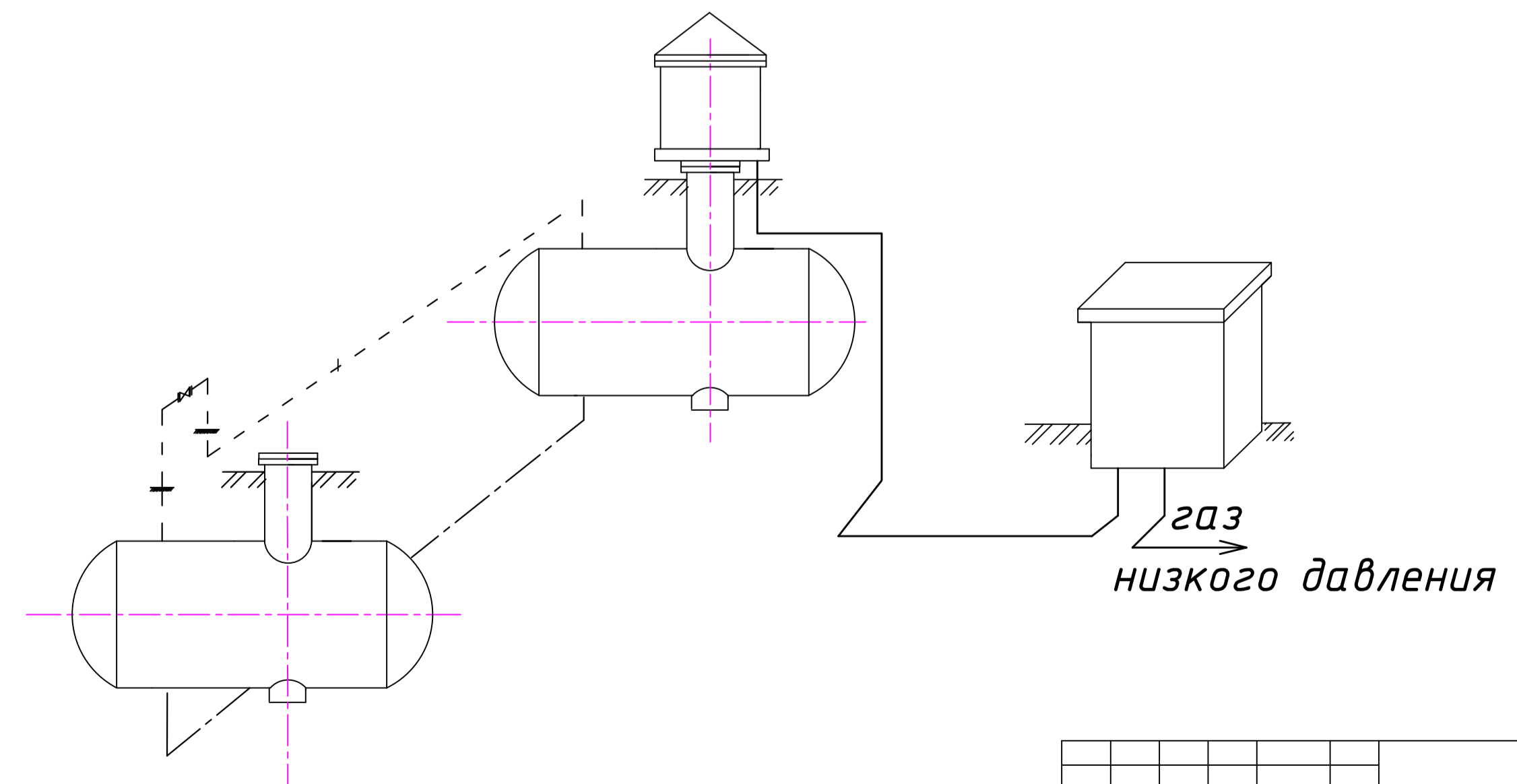
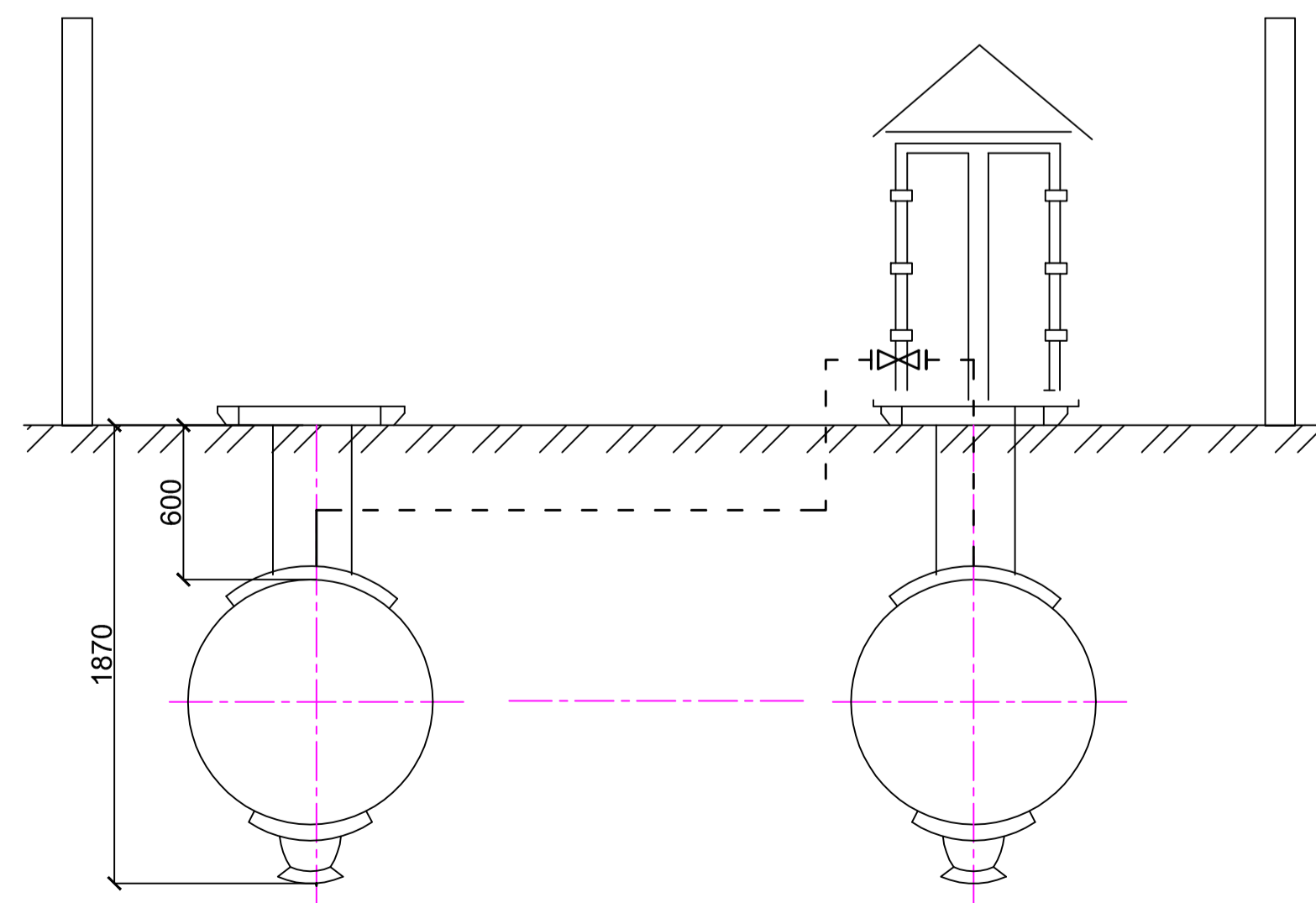


Экспликация компоновки резервуара с форсуночным испарителем

Позиция по плану	Наименование
1	Подземный резервуар
2	Форсуночный испаритель
3	Предохранительный сбросной клапан
4	Ресивер
5	Поплавковый регулятор
6	Конденсатор
7	Манометр
8	Предохранительный запорный клапан
9	Регулятор давления
10	Трехходовой кран
ГЖ	Газопровод жидкой фазы
ГПВ	Газопровод паровой фазы высокого давления
ГПН	Газопровод паровой фазы низкого давления

Схема обвязки резервуаров

Разрез А-А



					БР-08.03.01.00.05				
					ИСИ СФУ				
Изм.	Лист	Кол.	№ док.	Подпись	Дата	Расчет ГНС. Газоснабжение п.Алтайка АО "Мечта"	Стация	Лист	Листов
							БР	2	5
Н. контр.	Уте.	Аласевыч А.И.	Савкин Г.В.			Групповая резервуарная установка. План на отметке 0,000. Разрез А-А. Схема обвязки резервуаров. Спецификация	ИСЗиС		

Создано
Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

СХЕМА ГЕНПЛАНА ГНС

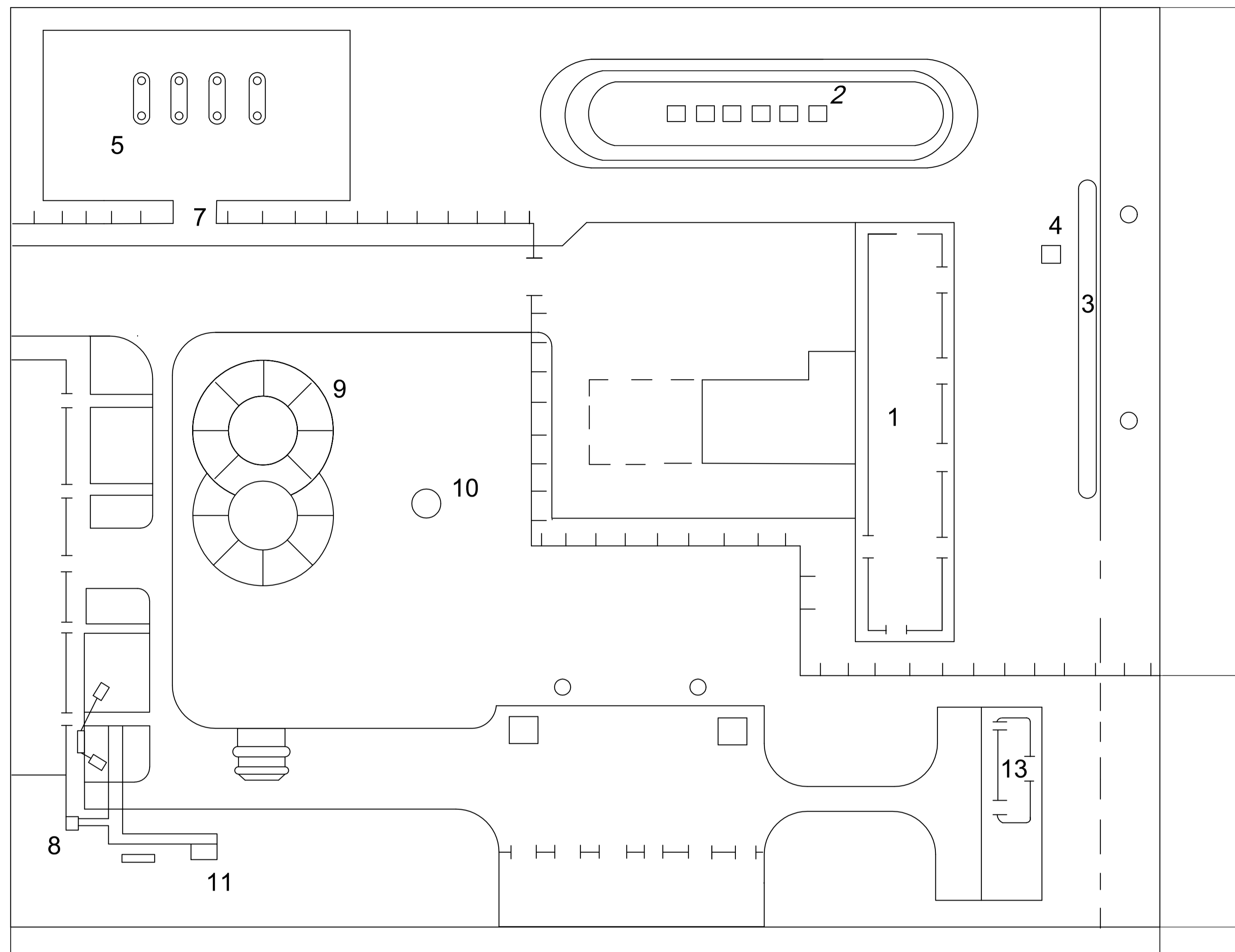
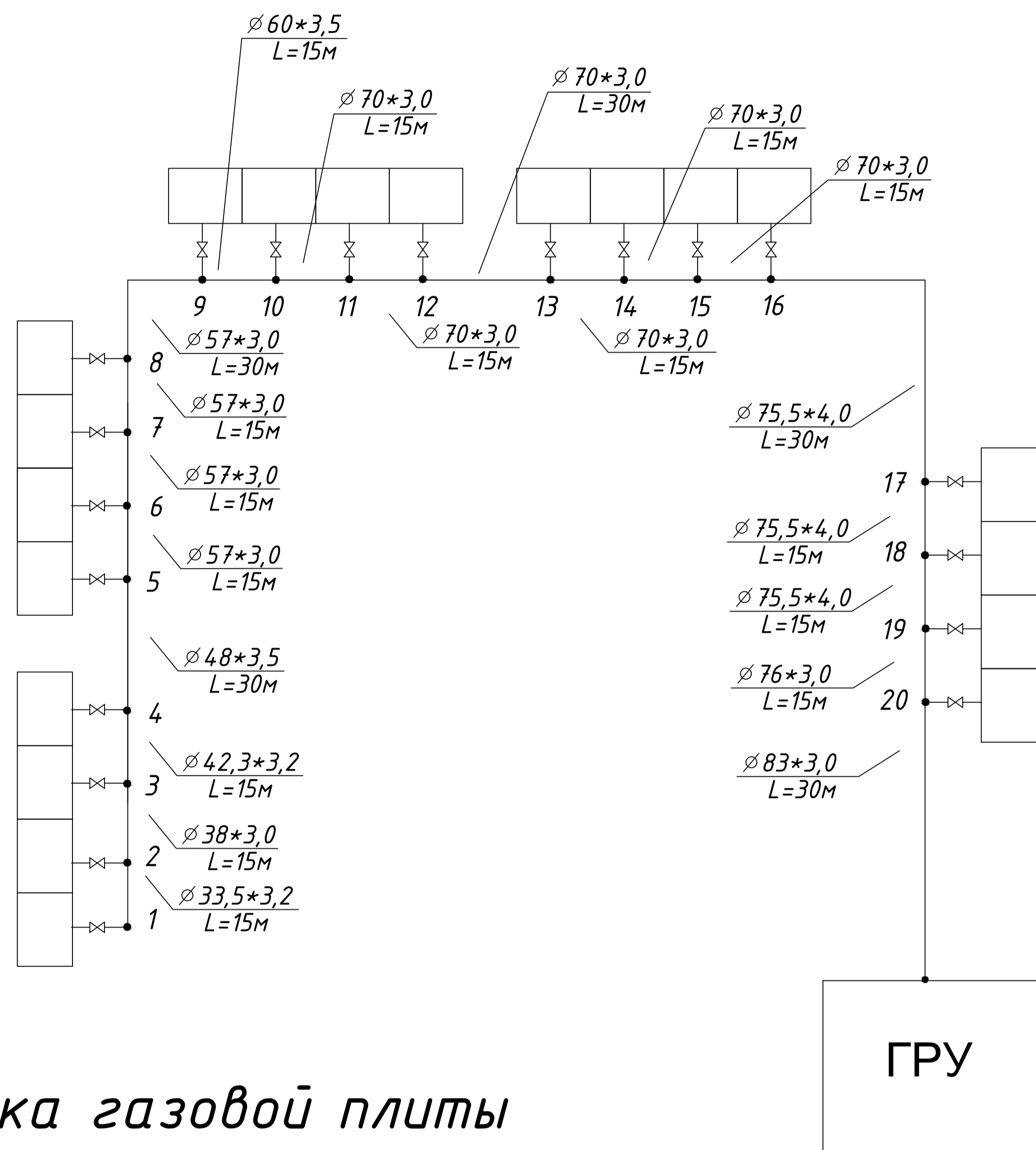
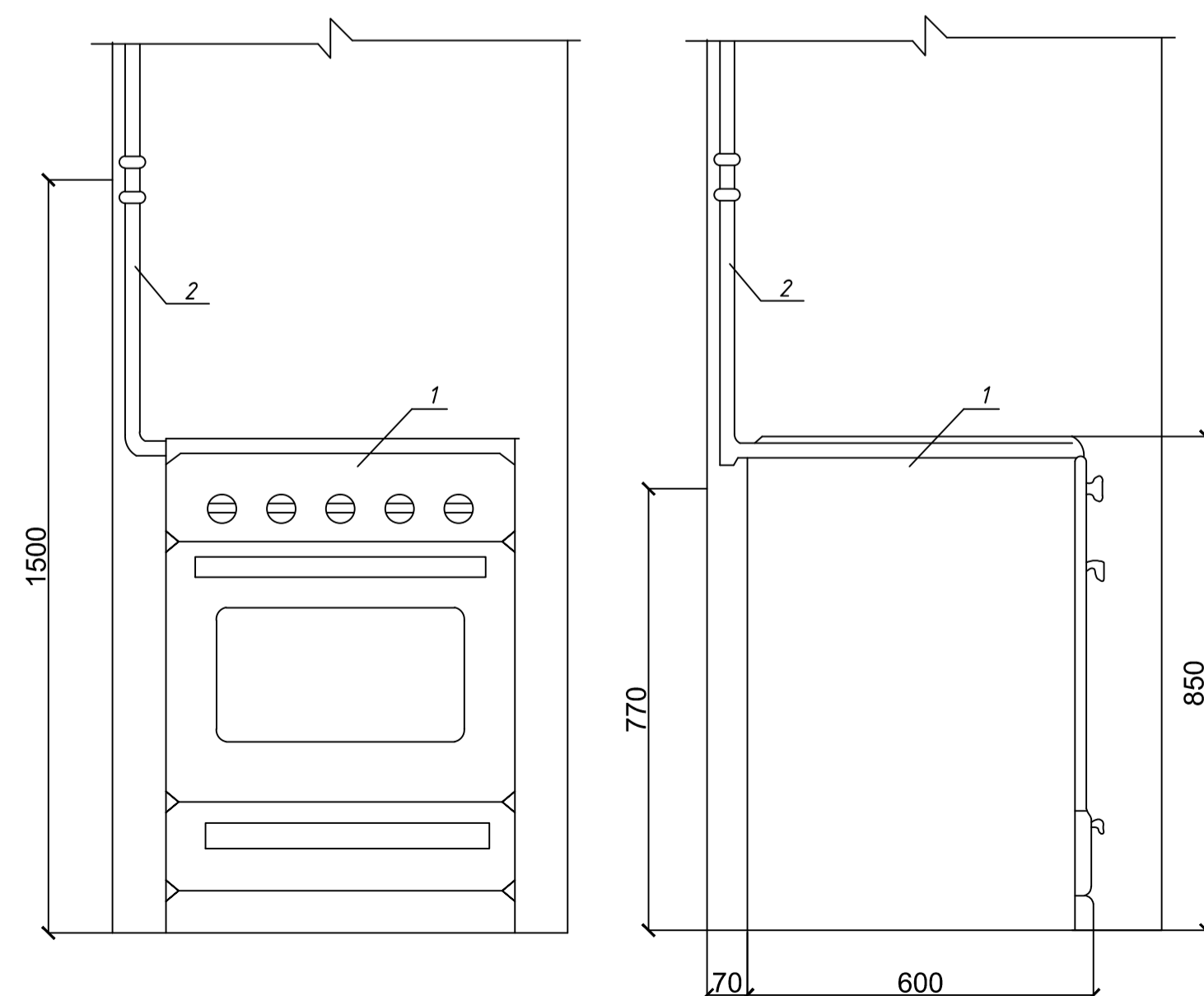


Схема внутриквартального газопровода



Установка газовой плиты



1-плита бытовая газовая
ГОСТ 10798-77;
2-труба водогазопроводная.

Экспликация

Номер по плану	Наименование
1	Технологические цеха
2	База хранения сжиженного газа
3	Эстакада для слива сжиженного газа из ЖД цистерн
4	Сливные резервуары
5	Автоколонки
6	Блок вспомогательных помещений
7	Автovesы
8	Трансформаторная подстанция
9	Резервуар для воды
10	Водонапорная башня
11	Генераторная
12	Закрытая стоянка автомобилей
13	Материальный склад

БР-08.03.01.00.05							
ИСИ СФУ							
Изм.	Лист	Кол.	№ док	Подпись	Дата		
Выполнил	Окружная Н.С.						
Руководит.	Аеласевич А.И.						
Расчет ГНС. Газоснабжение п.Алтайка АО "Мечта"					Стация	Лист	Листов
					БР	1	5
Схема генплана ГНС. Экспликация. Схема внутриквартального газопровода. Установка газовой плиты					ИСЗиС		
Н. контр.	Абласевич А.И.						
Утв.	Сажин Г.В.						

Составлено
Визм. шифр
Получено и дата
Имя и подпись