

**Заказчик - ООО «Полипласт Новомосковск»**

**Строительство производства РПП мощностью  
132 000 тонн в год**

**ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ**

**Раздел 5 Сведения об инженерном оборудовании, о сетях и  
системах инженерно-технического обеспечения**

**Подраздел 6 Система газоснабжения**

**ПСИ22060-ИОС6**

**Том 5.6**

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ  
«ПРОМСТРОЙ ИНЖИНИРИНГ»

Заказчик - ООО «Полипласт Новомосковск»

Строительство производства РПП мощностью  
132 000 тонн в год

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 5 Сведения об инженерном оборудовании, о сетях и  
системах инженерно-технического обеспечения

Подраздел 6 Система газоснабжения

ПСИ22060-ИОС6

Том 5.6

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Генеральный директор



А.С. Соловьев

Главный инженер проекта

А.И. Мурашев

2023

### Содержание тома

Обозначение	Наименование	Примечание
ПСИ22060-ИОС6-С	Содержание тома 5.6	1
ПСИ22060-СП	Состав проектной документации	Комплектуется отдельно
ПСИ22060- ИОС6.Т	Текстовая часть	52
ПСИ22060- ИОС6.РР1	Приложение 1. Отчет по результатам Гидравлического расчета трубопроводов	6
ПСИ22060- ИОС6.РР2	Приложение 2. Отчет по результатам прочностных расчетов трубопроводов	15
ПСИ22060- ИОС6.Г	Графическая часть	7
Всего листов		81

### Список исполнителей

Отдел, должность	ФИО	Подпись, дата
МО, инженер-проектировщик	Климов С.В.	30.01.23
Н.контр.	Деброва Е.Н.	30.01.23

## Содержание

1 Характеристика источника газоснабжения в соответствии с техническими условиями, сведения о параметрах топлива, требованиях к надежности и качеству поставляемого топлива .....	4
2 Сведения о типе и количестве установок, потребляющих топливо, параметрах и режимах их работы.....	5
2.1 Отделение сушки.....	5
2.2 Факельная установка закрытого типа .....	5
3 Описание технических решений по обеспечению учета и контроля расхода газа и продукции, вырабатываемой с использованием газа, в том числе тепловой и электрической энергии .....	8
4 Описание и обоснование применяемых систем автоматического регулирования и контроля тепловых процессов .....	9
4.1 Отделение сушки.....	9
4.2 Факельная установка закрытого типа .....	9
5 Описание мест расположения приборов учета используемого газа и устройств сбора и передачи данных от таких приборов.....	10
6 Описание способов контроля температуры и состава продуктов сгорания газа.....	11
6.1 Отделение сушки.....	11
6.2 Факельная установка закрытого типа .....	11
7 Описание технических решений по обеспечению теплоизоляции ограждающих поверхностей агрегатов и теплопроводов .....	12
7.1 Отделение сушки.....	12
7.2 Факельная установка закрытого типа .....	12
8 Перечень сооружений резервного топливного хозяйства.....	13
9 Обоснование выбора маршрута прохождения газопровода и границ охранной зоны присоединяемого газопровода, а также сооружений на нем .....	14
9.1 Грунтовые условия на маршруте.....	16
10 Обоснование технических решений устройства электрохимической защиты стального газопровода от коррозии.....	17
11 Сведения о средствах телемеханизации газораспределительных сетей, объектов их энергоснабжения и электропривода.....	18
12 Перечень мероприятий по обеспечению безопасного функционирования объектов системы газоснабжения, в том числе описание и обоснование проектируемых инженерных систем по контролю и предупреждению возникновения потенциальных аварий, систем оповещения и связи .....	19
12.1 Общие положения .....	19
12.2 Газопроводы .....	19
12.3 Неразрушающий контроль .....	21
12.4 Арматура .....	21
12.5 Отделение сушки.....	21
12.6 Отделение полимеризации .....	22
12.7 Факельная установка закрытого типа .....	22
13 Перечень мероприятий по созданию аварийной спасательной службы и мероприятий по охране систем газоснабжения.....	23
14 Перечень мероприятий по обеспечению соблюдения установленных требований энергетической эффективности объекта капитального строительства, включающих: .....	24
14.1 Требования к инженерно-техническим решениям, влияющим на энергетическую эффективность зданий, строений и сооружений.....	24
14.2 Требования к оборудованию и системам, позволяющие исключить нерациональный расход энергетических ресурсов.....	24

14.3 Обоснование выбора инженерно-технических решений с целью обеспечения соответствия зданий, строений и сооружений требованиям энергетической эффективности.....	24
14.4 Требования оснащённости зданий, строений и сооружений приборами учета используемых энергетических ресурсов.....	24
15 Сведения о показателях энергетической эффективности объекта капитального строительства, в том числе о показателях, характеризующих годовую удельную величину расхода топлива в объекте капитального строительства .....	25
16 Сведения о нормируемых показателях удельных годовых расходов топлива и максимально допустимых величинах отклонений от таких нормируемых показателей.....	26
17 Перечень мероприятий по учету и контролю расходования используемого топлива .....	27
18 Спецификация предполагаемого к применению оборудования, изделий, материалов, позволяющих исключить нерациональный расход топлива, в том числе основные их характеристики .....	28
19 Перечень нормативных правовых актов и нормативных документов использованных при разработке данного подраздела .....	29
20 Приложение 1. Отчет по результатам гидравлического расчета трубопроводов.....	32
20.1 Исходные данные .....	32
20.2 Расчетные показатели качества газа.....	32
20.3 Описание методики расчета .....	32
20.4 Характеристики расчетных участков .....	32
20.5 Сведения о компьютерных программах, которые использовались при выполнении расчета .....	36
20.6 Перечень справочных документов и литературы .....	36
20.7 Результаты расчета.....	36
20.8 Выводы .....	36
21 Приложение 2. Отчет по результатам прочностных расчетов трубопроводов.....	38
21.1 Исходные данные .....	38
21.2 Характеристики материала.....	38
21.3 Характеристики среды.....	38
21.4 Характеристики района строительства .....	39
21.5 Описание методики расчета .....	40
21.6 Расчетные сопротивления .....	40
21.7 Условия прочности .....	41
21.8 Нагрузки и воздействия .....	41
21.9 Расчетные сочетания нагрузок.....	42
21.10 Характеристики трубопроводов .....	42
21.11 Расчетная схема .....	45
21.12 Сведения о компьютерных программах, которые использовались при выполнении расчета .....	45
21.13 Результаты расчета.....	46
21.14 Перечень нормативных правовых актов и нормативных документов.....	49
21.15 Перечень справочных документов и литературы .....	49
Таблица регистрации изменений .....	50

## **1 Характеристика источника газоснабжения в соответствии с техническими условиями, сведения о параметрах топлива, требованиях к надежности и качеству поставляемого топлива**

Газификация комплекса "Сушильно-складской комплекс, расположенный на земельном участке с кадастровым номером 71:29:010805:577 по адресу: 301654, Тульская область, г.Новомосковск, Комсомольское шоссе, дом 72" осуществляется на основании Договора о подключении (технологическом присоединении) объектов капитального строительства к сети газораспределения №01-00000065 от 24.09.21г. с АО "Газпром газораспределение Тула".

Источник газоснабжения - Узловская ГРС.

На подключение к газопроводу сети газопотребления объекта газификации природным газом филиалом АО "Газпром газораспределение Тула" в Новомосковске выданы Технические условия № Г10861-10/10.

Присоединение газопровода высокого давления предусматривается от проектируемого АО "Газпром газораспределение Тула" ПЭ газопровода высокого давления (Рпр-0,6МПа) Ø315 до границы земельного участка с кадастровым номером 71:29:010805:577 по адресу: 301654, Тульская область, г.Новомосковск, Комсомольское шоссе, дом 72

Максимальный часовой расход природного газа: 7300 нм<sup>3</sup>/ч.

Давление газа в точке подключения сети газораспределения:

максимальное 0,6 МПа;

фактическое 0,58 МПа.

На присоединение к сети газоснабжения проектируемого объекта: "Строительство производства РПП мощностью 132000 т/год" ООО "Полипласт Новомосковск" выданы Технические условия.

Максимальный часовой расход природного газа: 3500 нм<sup>3</sup>/ч.

Точка подключения к сети газоснабжения: стальной надземный газопровод среднего давления Р=0,05МПа, труба Ø325x8 мм ГОСТ 10704-91 из стали 20, температура газа рабочая не ниже -10<sup>0</sup>С, расчетная не ниже -24<sup>0</sup>С, расположенный после ШЗР-СНГК-3005 на территории ООО "Полипласт Новомосковск".

Описание трассы газопроводов в пределах границ земельного участка Заказчика от места подключения к сети газораспределения до площадки размещения газоиспользующего оборудования, предусмотренного настоящим подразделом ИОС6, приводится ниже.

Основным видом топлива принят природный газ по ГОСТ 5542-2014 с низшей теплотой сгорания, приведенной к нормальным условиям для определения расхода и объема газа (20 град. Цельсия, 101,325 кПа), Q=8187 ккал/нм<sup>3</sup>.

## **2 Сведения о типе и количестве установок, потребляющих топливо, параметрах и режимах их работы**

Настоящей проектной документацией предусматривается газификация следующих объектов строительства производства РПП:

Узел 8 Отделение сушки РПП,

Узел 15 Факельная установка закрытого типа.

### **2.1 Отделение сушки**

В Отделении сушки устанавливаются:

на 1-ом этапе - воздухоподогреватели газовые ТГ-1, ТГ-2, ТГ-3, ТГ-4 - газовые печи прямого сжигания ZQR-300 производства YIBU и воздухоподогреватель газовый ТГ-5 - газовая печь прямого сжигания ZQR-150 производства YIBU.

на 2-ом этапе - воздухоподогреватели газовые ТГ-6, ТГ-7, ТГ-8, ТГ-9 - газовые печи прямого сжигания ZQR-300 производства YIBU.

Печи ZQR-300 оснащаются комплектной автоматизированной газовой горелкой модели ТР93А производства Юнигаз:

– газовая рампа 2” давление подключения 50кПа (макс.)

Печи ZQR-150 оснащаются комплектной автоматизированной газовой горелкой модели ТР90А производства Юнигаз:

– газовая рампа 2” давление подключения 50кПа (макс.)

### **2.2 Факельная установка закрытого типа**

Технологической частью проекта предусмотрена Установка факельная закрытого типа СФС-ФЗТ-3300-17000 производства Салюс.

Конструктивно факельная установка закрытого типа представляет собой камеру сгорания с основными горелками, установленными внутри камеры сгорания. В качестве запального устройства основных горелок используются дежурные горелки ПГ электроискрового розжига.

Сбросы поступают из сепаратора в факельный коллектор установки, далее поступают в стадийную систему, распределяются по многофорсуночной системе горелок, воспламеняется от дежурных горелок и сжигается.

В соответствии с пунктом 20 «Руководства по безопасности факельных систем», утвержденных Приказом РТН от 22.12.2021 № 450 для предупреждения образования в факельной системе взрывоопасной смеси предусматривается использование продувочного газа (топливно-



го/природного газа). Непрерывная подача газа предусматривается в начало факельного коллектора.

Расход топливного газа на узле 15 складывается из расхода на непрерывную продувку первой стадии стадийной системы подачи утилизируемого потока и расхода на дежурные горелки.

Начальная точка факельного коллектора располагается снаружи здания Отделения полимеризации узел 5.

В таблице 1 приведены расходы газа, приведенные к нормальным условиям для определения расхода и объема газа (20<sup>0</sup>С, 101,325 кПа) и проектное значение давления газа перед газоиспользующим оборудованием.

Таблица 1. Характеристики газоиспользующего оборудования

Наименование оборудования	Кол.	Производительность	Расход газа, нм <sup>3</sup> /ч	Давление, МПа
Узел 8 Отделение сушки РПП				
1 этап				
Печь ZQR-300	4	300х10 <sup>4</sup> ккал/ч	352...380	0,05
Печь ZQR-150	1	150х10 <sup>4</sup> ккал/ч	180...200	0,05
всего по 1-му этапу			1720	
2 этап				
Печь ZQR-300	4	300х10 <sup>4</sup> ккал/ч	352...380	0,05
всего по 2-му этапу			1520	
итого			3240	
Узел 15 Факельная установка закрытого типа				
- дежурные горелки	4	-	1,5	0,05
всего			6,0	
- непрерывная продувка коллектора (на узле 5)	1		4,08	0,05
итого			10,08	
Общий расход			3250,08 ≈3250,1	

Основной вид топлива – природный газ.

Резервный вид топлива – не предусматривается.

Снижение давления газа до 0,05 МПа осуществляется в ПРГ ШЗР-СНГК-3005 полной заводской готовности с регулятором РДБК 1П-100/70 (основной и резервный) согласно Техническим условиям на присоединение к сети газоснабжения проектируемого объекта: "Строительство производства РПП мощностью 132000 т/год" ООО "Полипласт Новомосковск".

Режим работы оборудования– 7920 часов в год.

Расчетный годовой объем газопотребления - 25,741 млн. м<sup>3</sup>.

Пропускная способность газопроводов определена на основании гидравлического расчета. Отчет по результатам гидравлического расчета проектируемых газопроводов приведен в текстовом приложении 1.

### **3 Описание технических решений по обеспечению учета и контроля расхода газа и продукции, вырабатываемой с использованием газа, в том числе тепловой и электрической энергии**

Коммерческий учет расхода природного газа планируется осуществлять с помощью существующего комплекса для измерения количества газа, установленного в ШУУРГ-200 №2280.

Настоящей проектной документацией предусмотрен технологический учет газа проектируемым газоиспользующим оборудованием.

Технологический учет газа печами Отделения сушки осуществляется с помощью турбинных счетчиков СГ16МТ-Р, устанавливаемых перед каждым агрегатом.

Технологический учет газа Факельной установкой осуществляется с помощью турбинного счетчика СГ16МТ-Р, установленного на общем трубопроводе до ответвлений на факельный коллектор узла 5.

Для учета основной продукции - редииспергируемых полимерных порошков, предусматривается создание специализированной службы в составе предприятия.

## **4 Описание и обоснование применяемых систем автоматического регулирования и контроля тепловых процессов**

### **4.1 Отделение сушки**

Печи прямого сжигания оборудованы автоматизированными газовыми горелками и автоматикой регулирования, обеспечивающей поддержание температуры нагреваемого воздуха в соответствии с требованиями технологического процесса.

Регулирование температуры воздуха осуществляется автоматически, по датчикам температуры, посредством изменения подачи газа на горелку, с помощью сервопривода в составе газовой рампы горелки, а также инверторным (частотным) управлением мощностью вентилятора подачи воздуха на сушилку.

### **4.2 Факельная установка закрытого типа**

Система автоматизации факельной установки закрытого типа СФС-ФЗТ-3300-17000 предназначена для контроля за состоянием дежурных горелок системы, автоматического или ручного розжига.

Шкаф автоматики выполняет следующие функции:

- ручной и многократный автоматический розжиг дежурных горелок;
- контроль пламени на горелках.

## **5 Описание мест расположения приборов учета используемого газа и устройств сбора и передачи данных от таких приборов**

Существующий комплекс для измерения количества газа, предназначенный для коммерческого учета расхода природного газа, установлен в ШУУРГ-200 №2280 на земельном участке Заказчика.

В ШУУРГ-200 №2280 установлена телеметрия «СервисСофт» для передачи параметров в АСУ ТП «Газпром межрегионгаз Тула»

Узлы технологического учета газа агрегатами располагаются по месту размещения проектируемого газоиспользующего оборудования.

## **6 Описание способов контроля температуры и состава продуктов сгорания газа**

### **6.1 Отделение сушки**

Для контроля температуры продуктов сгорания газа в газоходах за печами предусматривается установка датчиков температуры и показывающих приборов. Состав продуктов сгорания газа контролируется при проведении пуско-наладочных работ путем отбора проб уходящих газов через патрубки в газоходах за печами и анализе продуктов сгорания переносными газоанализаторами.

### **6.2 Факельная установка закрытого типа**

Технологическая схема факельной установки предусматривает в составе средств АСУ датчики температуры продуктов сгорания.

## **7 Описание технических решений по обеспечению теплоизоляции ограждающих поверхностей агрегатов и теплопроводов**

### **7.1 Отделение сушки**

Печи поставляются газоплотными в заводской обмуровке.

В качестве теплоизоляционного материала газоходов нагретого воздуха приняты маты теплоизоляционные из минеральной ваты на синтетическом связующем по ТУ заводоизготовителей. Класс пожарной опасности материала КМ0, группа горючести НГ.

### **7.2 Факельная установка закрытого типа**

Сгорание газа происходит в вертикальной камере.

Камера сгорания внутри покрывается теплоизоляционным материалом с покрытием на основе вспученного жидкого стекла.

Для снижения температурного воздействия на грунты внутри камеры сгорания необходимо предусматривается гравийная отсыпка.

## **8 Перечень сооружений резервного топливного хозяйства**

Резервное топливное хозяйство не предусматривается.



## **9 Обоснование выбора маршрута прохождения газопровода и границ охранной зоны присоединяемого газопровода, а также сооружений на нем**

Присоединение газопровода высокого давления предусматривается от проектируемого АО «Газпром газораспределение Тула» ПЭ газопровода высокого давления (Рпр-0,6МПа) Ø315 до границы земельного участка.

От места подключения к сети газораспределения проложены законченные строительством газопроводы высокого и среднего давления, с установкой шкафного ПРГ ШЗР(Б)-СНГК-2212 для снижения давления газа до 0,3МПа и шкафного узла измерения расхода газа ШУУРГ-200 №2280.

Границей проектирования является точка подключения проектируемого газопровода к сети газоснабжения предприятия: стальной надземный газопровод среднего давления Р=0,05МПа, труба Ø325x8 мм ГОСТ 10704-91 из стали 20, расположенный после ШЗР-СНГК-3005 на территории Заказчика.

Снижение давления газа до 0,05 МПа осуществляется в ПРГ ШЗР-СНГК-3005 полной заводской готовности с регулятором РДБК 1П-100/70 (основной и резервный) согласно Техническим условиям на присоединение к сети газоснабжения проектируемого объекта: "Строительство производства РПП мощностью 132000 т/год" ООО "Полипласт Новомосковск".

Сейсмичность района строительства по карте ОСР-2015-В  
5 баллов.

Согласно отчета о проведении инженерных изысканий особые условия прокладки газопроводов отсутствуют.

На участок не может быть наложено обременение в виде охранной зоны в связи с тем, что проектируемый трубопровод не входит в состав газораспределительных сетей.

Настоящим подразделом проектной документации предусмотрено устройство системы газоснабжения, включающей в себя:

- наружные надземные стальные газопроводы давлением Р=0,05МПа:
- от места подключения до проектируемых газоиспользующих установок, включая распределительный коллектор и отводы к печам Отделения сушки;
- от места подключения до проектируемой Факельной установки и до факельного коллектора снаружи здания Отделения полимеризации узел 5.

Общая протяженность газопроводов:

- DN300 – 170 м,
- DN100 – 125 м,
- DN80 – 12 м,
- DN50 – 450 м,
- DN25 – 12 м,

От места подключения проектируемые газопроводы из стальных труб DN300 до Отделения сушки и DN50 до Факельной установки прокладывается надземно на эстакаде (высоких опорах). Высота прокладки от от планировочной отметки земли до верхней грани траверсы эстакады - 9 и 6м.

Проектной документацией предусмотрена технологическая эстакада для размещения внутриплощадочных коммуникаций. Материал опорных конструкций - сталь, класс пожарной опасности материала КМ0, группа горючести НГ.

Проектные решения эстакады разрабатываются в разделе 4 «Конструктивные и объемно-планировочные решения» настоящей проектной документации.

Отводы к печам - газопроводы из стальных труб DN100, DN80 прокладываются надземно с установкой отключающей арматуры.

Отводы к Факельной установке и Отделению полимеризации - газопроводы из стальных труб DN25 прокладываются надземно с установкой отключающей арматуры.

Значения максимальных расчетных расстояний между опорами трубопроводов определены расчетом (Приложение 2).

Газопроводы надземные предусматриваются из труб стальных по ГОСТ 10704-91 из стали 20.

Толщина стенки газопроводов определена на основании прочностных расчетов с учетом расчетного срока эксплуатации и выбрана с учетом сортамента.

Расчетный срок эксплуатации газопроводов не менее 50 лет.

Отчет по результатам прочностных расчетов проектируемых газопроводов приведен в текстовом приложении 2.

Для антикоррозионной защиты подверженных атмосферному воздействию стальных трубопроводов, предусмотрено их покрытие эмалью ЭПП-5287 в два слоя по одному слою грунтовки ГФ-021 ТУ 2312-003-95048541-2008.

### 9.1 Грунтовые условия на маршруте

Выполнены инженерно-геологические изыскания –Технический отчет шифр 02-2022-ИГИ.

Грунты на площадке строительства: насыпной грунт, суглинки, пески.

Грунты являются слабопучинистыми

На территории исследований специфические грунты не вскрыты. Исследованная площадка относится VI категории устойчивости относительно интенсивности образования карстовых провалов, следовательно, провалообразование исключается. Другие проявления опасных инженерно - геологических процессов (эрозия, оползни, карст, суффозия и т.п.), которые могли бы негативно повлиять на устойчивость поверхностных и глубинных грунтовых массивов территории, на дневной поверхности исследованной территории не обнаружены.

## **10 Обоснование технических решений устройства электрохимической защиты стального газопровода от коррозии**

Проектной документацией не предусматривается подземная прокладка газопроводов и устройство электрохимической защиты таковых от коррозии.

## **11 Сведения о средствах телемеханизации газораспределительных сетей, объектов их энергоснабжения и электропривода**

Настоящей проектной документацией не предусматривается устройство сетей газораспределения и объектов их энергоснабжения и электропривода.

## **12 Перечень мероприятий по обеспечению безопасного функционирования объектов системы газоснабжения, в том числе описание и обоснование проектируемых инженерных систем по контролю и предупреждению возникновения потенциальных аварий, систем оповещения и связи**

### **12.1 Общие положения**

Для обеспечения надежной и безаварийной работы сети газопотребления предусмотрены следующие мероприятия.

Размещение оборудования и трубопроводной арматуры на открытых площадках обеспечивает удобство и безопасность эксплуатации, возможность проведения ремонтных работ и выполнения оперативных мероприятий по предотвращению аварийных ситуаций.

Для защиты персонала и оборудования от поражения электрическим током, от воздействия токов короткого замыкания, разрядов молнии, статического электричества, а также для уравнивания потенциалов выполнены надлежащие защитные мероприятия в соответствии с требованиями нормативных документов. Устанавливаемое оборудование и трубопроводы предусматривается подключить к проектируемому контуру заземления. Сопротивление заземления должно быть не менее 10 Ом. Проектом предусматривается молниезащита сооружений.

Предусматривается искусственное освещение площадок и мест обслуживания в темное время суток.

### **12.2 Газопроводы**

Сварные соединения труб по своим физико-механическим свойствам должны соответствовать характеристикам основного материала свариваемых труб. Сварные соединения должны быть герметичными. Типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений должны соответствовать требованиям ГОСТ 16037-80.

Сварочные работы должны выполняться в соответствии с по сварке ПТД, включающей производственные инструкции и технологические карты по сварке, подписанной аттестованным специалистом и утверждённой в установленном порядке. В ПТД должны быть отражены все требования к применяемым сварочным технологиям, технике сварки, сварочным материалам и сварочному оборудованию, контролю сварных соединений. Газопроводы подвергаются пневматическому испытанию на герметичность. Нормы испытаний трубопроводов приведены в таблице 2.

Опознавательная окраска, предупреждающие знаки и маркировочные щитки по ГОСТ 14202-69.

Таблица 2. Характеристики газопроводов

Наименование транспортируемого продукта	Категория газопроводов по СП 62.13330-2011	Условия размещения, материал	Рабочие условия трубопровода		Испытания, вид и способ	Давление испытания МПа	Продолжительность испытан.	Примечание
			Температура, °С	Давление, МПа				
ПГ			-23... ...+20		на герметичность пневматические			
	среднего давления	надземный, сталь		0,035...0,05		0,3	1 ч	

### 12.3 Неразрушающий контроль

Контроль сварных соединений должен проводиться в объеме и методами, предусмотренными НТД по сварке, указанных в рабочей документации, разработанной в целях реализации в процессе строительства технических и технологических решений, содержащихся в настоящей проектной документации, но не менее:

- надземные и внутренние газопроводы свыше 0,005 МПа - в количестве 5% общего числа стыков, сваренных каждым сварщиком на объекте (но не менее 1 стыка).

Трубопроводы DN менее 50 всех давлений контролю не подлежат.

### 12.4 Арматура

Арматура предусматривается с учетом обеспечения стойкости конструкции к транспортируемой среде и испытательному давлению.

Климатическое исполнение запорной, регуливающей и предохранительной арматуры должно соответствовать минимальной температуре окружающего воздуха. Класс герметичности затвора «А» по ГОСТ 9544-2015, климатическое исполнение УХЛ1 по ГОСТ 15150-69.

Полный назначенный ресурс применяемой запорной арматуры, в том числе с принудительным приводом, составляет не менее 20 лет

Параметры наработки на отказ должны быть не менее допустимого количества циклов и/или времени эксплуатации указанной арматуры до ее замены, периодичность технического обслуживания, связанного с заменой элементов, должна осуществляться не чаще чем раз в 5 лет. Полный назначенный ресурс применяемой запорной арматуры, в том числе с принудительным приводом, должен превышать его расчетную величину не менее чем на 20% и должен быть указан в документации.

Разъемные соединения на трубопроводах предусмотрены только в местах установки арматуры или подсоединения трубопроводов к агрегатам.

Конструкция уплотнения, материал прокладок и монтаж фланцевых соединений обеспечивают необходимую степень герметичности разъемного соединения в течение межремонтного периода эксплуатации.

### 12.5 Отделение сушки

Для обеспечения безопасного функционирования устанавливаются система сигнализации загазованности СН в укрытиях горелок печей.

Система контроля концентрации метана выполнена на базе газоанализатора стационарного многоканального взрывозащищённого взрывоопасных газов и паров в комплекте с датчиками на метан и предназначена для выдачи сигнализации на пульт оператора и по месту при



возникновении загазованности с концентрацией газа свыше 10% от нижнего предела взрываемости, т.е. при достижении концентрации природного газа 0,44% об.

в укрытиях - на высоте 300 мм от перекрытия.

Печи оснащаются газовыми горелками, газовая линия которой включает все необходимые для работы в автоматическом режиме устройства управления, контроля и безопасности:

- реле максимального давления газа,
- реле минимального давления газа,
- реле минимального давления воздуха,
- газовый мультиблок, в конструкции которого совмещены два газовых электромагнитных клапана и регулятор-стабилизатор давления газа;
- устройство контроля герметичности вышеуказанных клапанов.

Средства автоматизации в комплекте горелочного устройства прекращают подачу газа в случаях:

- погасания факела горелки;
- отклонения давления газа перед горелкой за пределы области устойчивой работы;
- понижения давления воздуха ниже допустимого;
- прекращения подачи электроэнергии или исчезновения напряжения на устройствах дистанционного и автоматического управления и средствах измерения.

Проектом предусматривается устройство продувочных газопроводов.

## 12.6 Отделение полимеризации

На газопроводе к факельному коллектору снаружи здания Отделения полимеризации узел 5 устанавливается запорная арматура.

## 12.7 Факельная установка закрытого типа

Блок подготовки топливного газа, поставляемый в комплекте факельной установки, предназначен для ручного регулирования и автоматического поддержания давления топливного газа. Блок подготовки топливного газа представляет собой утепленный обогреваемый шкаф с трубной обвязкой, арматурой, манометром показывающим, регулятором давления «после себя»

Факельная система оснащена средствами сигнализации (с выводом сигналов в помещение управления), срабатывающими при достижении следующих параметров:

- минимально допустимое давление топливного газа на дежурные горелки;
- погасание пламени дежурных горелок;
- срабатывание разрывных предохранительных устройств.

### **13 Перечень мероприятий по созданию аварийной спасательной службы и мероприятий по охране систем газоснабжения**

Мероприятия по созданию аварийной спасательной службы и охране систем газоснабжения предусматривают:

- заключение владельцем предприятия договора с аварийно-диспетчерской службой об оказании практической и методической помощи по локализации и ликвидации аварийных ситуаций;
- составление владельцем предприятия планов по локализации и ликвидации аварий и их последствий;
- составление владельцем предприятия плана взаимодействия при локализации и ликвидации аварий с Управлением ГОЧС, пожарной охраной, с АДС и другими заинтересованными организациями;
- обеспечение беспрепятственного передвижения сил и средств для ликвидации последствий аварий;
- наличие в помещении диспетчера постоянной телефонной связи для вызова аварийных служб.

Всю ответственность за организацию и осуществление производственного контроля по безопасной эксплуатации несет руководитель организации- владельца, на балансе которой находится объект газового надзора.

## **14 Перечень мероприятий по обеспечению соблюдения установленных требований энергетической эффективности объекта капитального строительства, включающих:**

### **14.1 Требования к инженерно-техническим решениям, влияющим на энергетическую эффективность зданий, строений и сооружений**

На проектируемые настоящим подразделом сооружения требования энергетической эффективности не распространяются.

### **14.2 Требования к оборудованию и системам, позволяющие исключить нерациональный расход энергетических ресурсов**

В целях исключения нерационального расхода энергетических ресурсов предусматриваются следующее:

установка энергоэффективного газоиспользующего оборудования, систем автоматического регулирования процессов;

обеспечение герметичности газопровода и арматуры;

обеспечение точности, достоверности и единства измерений.

### **14.3 Обоснование выбора инженерно-технических решений с целью обеспечения соответствия зданий, строений и сооружений требованиям энергетической эффективности**

На проектируемые настоящим подразделом сооружения требования энергетической эффективности не распространяются.

### **14.4 Требования оснащенности зданий, строений и сооружений приборами учета используемых энергетических ресурсов**

Настоящей проектной документацией предусмотрен технологический учет газа проектируемым газоиспользующим оборудованием.

**15 Сведения о показателях энергетической эффективности объекта капитального строительства, в том числе о показателях, характеризующих годовую удельную величину расхода топлива в объекте капитального строительства**

На проектируемые настоящим подразделом сооружения требования энергетической эффективности не распространяются.

Удельная величина расхода топлива на единицу продукции - редиспергируемых полимерных порошков, составляет

0,195 тыс. нм<sup>3</sup>/т

## **16 Сведения о нормируемых показателях удельных годовых расходов топлива и максимально допустимых величинах отклонений от таких нормируемых показателей**

Удельные годовые расходы топлива на выпуск продукции - ретиспергируемых полимерных порошков не нормированы.

## **17 Перечень мероприятий по учету и контролю расходования используемого топлива**

Коммерческий учет расхода природного газа планируется осуществлять с помощью существующего комплекса для измерения количества газа.

Настоящей проектной документацией предусмотрен технологический учет газа проектируемым газоиспользующим оборудованием.

## 18 Спецификация предполагаемого к применению оборудования, изделий, материалов, позволяющих исключить нерациональный расход топлива, в том числе основные их характеристики

Спецификация предполагаемого к применению оборудования, изделий, материалов, позволяющих исключить нерациональный расход топлива приведена в таблице 3.

Таблица 3. Спецификация оборудования, изделий для исключения нерационального расхода топлива

N п/п	Наименование	Характеристика
1	Горелка ТР93А в поставке печи	550-4100 кВт
2	Горелка ТР90А в поставке печи	320-2300 кВт
3	Инвертор эл. двигателя в поставке печи	45 кВт (эл.)
4	Инвертор эл. двигателя в поставке печи	30 кВт (эл.)
5	Счетчик СГ16МТ-Р-400	20-400 м <sup>3</sup> /ч
6	Счетчик СГ16МТ-Р -250	12,5-250 м <sup>3</sup> /ч
	Счетчик СГ16МТ-Р -65	6,5-65 м <sup>3</sup> /ч

## **19 Перечень нормативных правовых актов и нормативных документов использованных при разработке данного подраздела**

Данный подраздел проекта разработан в соответствии со следующими нормативными документами:

- Федеральный закон от 29.12.2004 г. № 190-ФЗ Градостроительный кодекс Российской Федерации;
- Федеральный закон от 27.12.2002 г. N 184-ФЗ О техническом регулировании;
- Федеральный закон от 30.12.2009 г. №384-ФЗ Технический регламент о безопасности зданий и сооружений;
- Федеральный закон от 21.07.1997 г. №116-ФЗ О промышленной безопасности опасных производственных объектов;
- Федеральный закон от 23.11.2009 г. №261-ФЗ Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности;
- Федеральный закон от 22.07.2008 г. №123-ФЗ Технический регламент о пожарной безопасности;
- Постановление Правительства Российской Федерации от 29.10.2010 г. №870 Технический регламент о безопасности сетей газораспределения и газопотребления;
- Постановление Правительства Российской Федерации от 16.02.2008 г. № 87 О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию;
- Постановление Правительства № 815 от 28.05.2021 г. Об утверждении перечня национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона Технический регламент о безопасности зданий и сооружений (...);
- Приказ Росстандарта № 687 от 02.04.2020 г. Об утверждении перечня документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона от 30.12.2009 г. № 384-ФЗ Технический регламент о безопасности зданий и сооружений;
- Приказ Росстандарта № 1190 от 14.07.2020 г. Об утверждении Перечня документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ Технический регламент о требованиях пожарной безопасности;
- Приказ Росстандарта № 3 от 10.01.2022 г. Об утверждении Перечня документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается



соблюдение требований технического регламента о безопасности сетей газораспределения и газопотребления:

- Постановление Правительства РФ от 20.11.2000 г 878 Об утверждении Правил охраны газораспределительных сетей;
- СП 18.13330.2019 Генеральные планы промышленных предприятий;
- СП 4.13130.2013 Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты.
- СП 28.13330.2017 Защита строительных конструкций от коррозии;
- СП 131.13330.2020 Строительная климатология,
- ГОСТ 34715.0-2021 Системы газораспределительные. Проектирование, строительство и ликвидация сетей газораспределения природного газа. Часть 0. Общие требования;
- ГОСТ 34715.2-2021 Системы газораспределительные. Проектирование, строительство и ликвидация сетей газораспределения природного газа. Часть 2. Стальные газопроводы;
- ГОСТ 34670-2020 Системы газораспределительные. Пункты редуцирования газа. Функциональные требования;
- ГОСТ 34011-2016 Системы газораспределительные. Пункты газорегулятор-ные блочные. Пункты редуцирования газа шкафные. Общие технические требования;
- ГОСТ Р 58094-2018 Системы газораспределительные. Сети газораспределения. Определение продолжительности эксплуатации стальных наружных газопроводов при проектировании;
- ГОСТ Р 58095.0-2018 Системы газораспределительные. Требования к сетям газопотребления. Часть 0. Общие положения;
- ГОСТ Р 58095.1-2018 Системы газораспределительные. Требования к сетям газопотребления. Часть 1. Стальные газопроводы;
- СП 42-101-2003 Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб.
- ГОСТ Р 8.741-2019 Государственная система обеспечения единства измерений. Объем природного газа. Общие требования к методикам измерений.

Данный подраздел проекта подготовлен с учетом ниже-перечисленных документов в области стандартизации:

ГОСТ Р 21.101-2020 Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации;

ГОСТ 2.004-88 ЕСКД. Общие требования к выполнению конструкторских и технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ;

ГОСТ 21.609-2014 Система проектной документации для строительства (СПДС). Правила выполнения рабочей документации внутренних систем газоснабжения;

ГОСТ 21.710-2021 Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации наружных сетей газоснабжения;

а также рекомендаций Process Industry Practices

PIP PIC001 Piping and Instrumentation Diagram Documentation Criteria

(пер. с англ. Схемы трубопроводов и контрольно-измерительных приборов. Критерии документации), являющихся международным стандартом отрасли для проектирования промышленных предприятий.

## 20 Приложение 1. Отчет по результатам гидравлического расчета трубопроводов

### 20.1 Исходные данные

Наименование объекта:

Стальные надземные трубопроводы системы газоснабжения.

### 20.2 Расчетные показатели качества газа

В качестве основного топлива принят природный газ, его расчетные показатели качества по приведены в таблице П1.1.

Таблица П1.1. Расчетные показатели качества газа

Наименование показателя	Единицы измерения	Значение
Давление рабочее избыточное	МПа	0,05
Температура рабочая, макс. значение	°С	20
Плотность при стандартных условиях	кг/м <sup>3</sup>	0,7
Коэффициент кинематической вязкости	10 <sup>-6</sup> м <sup>2</sup> /с	
- при максимальном значении температуры		14,3

### 20.3 Описание методики расчета

Пропускная способность трубопроводов принимается из условий создания при допустимых потерях давления газа надежной в эксплуатации системы, обеспечивающей устойчивость работы газоиспользующего оборудования в допустимых диапазонах давления газа.

Падение давления на участках газовой сети определяется по п. 3.27 [С1]. Коэффициент гидравлического трения определяется в зависимости от режима движения газа по газопроводу, характеризуемого числом Рейнольдса по п. 3.28 [С1].

### 20.4 Характеристики расчетных участков

Для проведения расчета были выделены характерные расчетные участки, различающиеся характеристиками трубопроводов и значениями расходов.

Участок №1

трубопровод от ПРГ до ответвления на Факельную установку

Внутренний диаметр газопровода 309 мм,

расход газа 3250,1 нм<sup>3</sup>/ч – проектное значение

Участок №2

трубопровод от ответвления на Факельную установку до опуска к печи ТГ-5

Внутренний диаметр газопровода 309 мм,  
расход газа 3240 нм<sup>3</sup>/ч – проектное значение

Участок №3

трубопровод от опуска к печи ТГ-5 до опуска к печи ТГ-1

Внутренний диаметр газопровода 309 мм,  
расход газа 3040 нм<sup>3</sup>/ч – проектное значение

Участок №4

трубопровод от опуска к печи ТГ-1 до опуска к печи ТГ-2

Внутренний диаметр газопровода 309 мм,  
расход газа 2660 нм<sup>3</sup>/ч – проектное значение

Участок №5

трубопровод от опуска к печи ТГ-2 до опуска к печи ТГ-3

Внутренний диаметр газопровода 309 мм,  
расход газа 2280 нм<sup>3</sup>/ч – проектное значение

Участок №6

трубопровод от опуска к печи ТГ-3 до опуска к печи ТГ-4

Внутренний диаметр газопровода 309 мм,  
расход газа 1900 нм<sup>3</sup>/ч – проектное значение

Участок №7

трубопровод от опуска к печи ТГ-4 до опуска к печи ТГ-6

Внутренний диаметр газопровода 309 мм,  
расход газа 1520 нм<sup>3</sup>/ч – проектное значение

Участок №8

трубопровод от опуска к печи ТГ-6 до опуска к печи ТГ-7

Внутренний диаметр газопровода 309 мм,  
расход газа 1140 нм<sup>3</sup>/ч – проектное значение

Участок №9

трубопровод от опуска к печи ТГ-7 до опуска к печи ТГ-8

Внутренний диаметр газопровода 309 мм,  
расход газа 760 нм<sup>3</sup>/ч – проектное значение

Участок №10

трубопровод от опуска к печи ТГ-8 до опуска к печи ТГ-9

Внутренний диаметр газопровода 309 мм,  
расход газа 380 нм<sup>3</sup>/ч – проектное значение  
Участок №11

опуск к печи ТГ-9

Внутренний диаметр газопровода 100 мм,  
расход газа 380 нм<sup>3</sup>/ч – проектное значение

Диаметры трубопроводов назначены в связи с особенностями работы технологического оборудования и с целью обеспечения стабильности работы оборудования при переходных процессах.

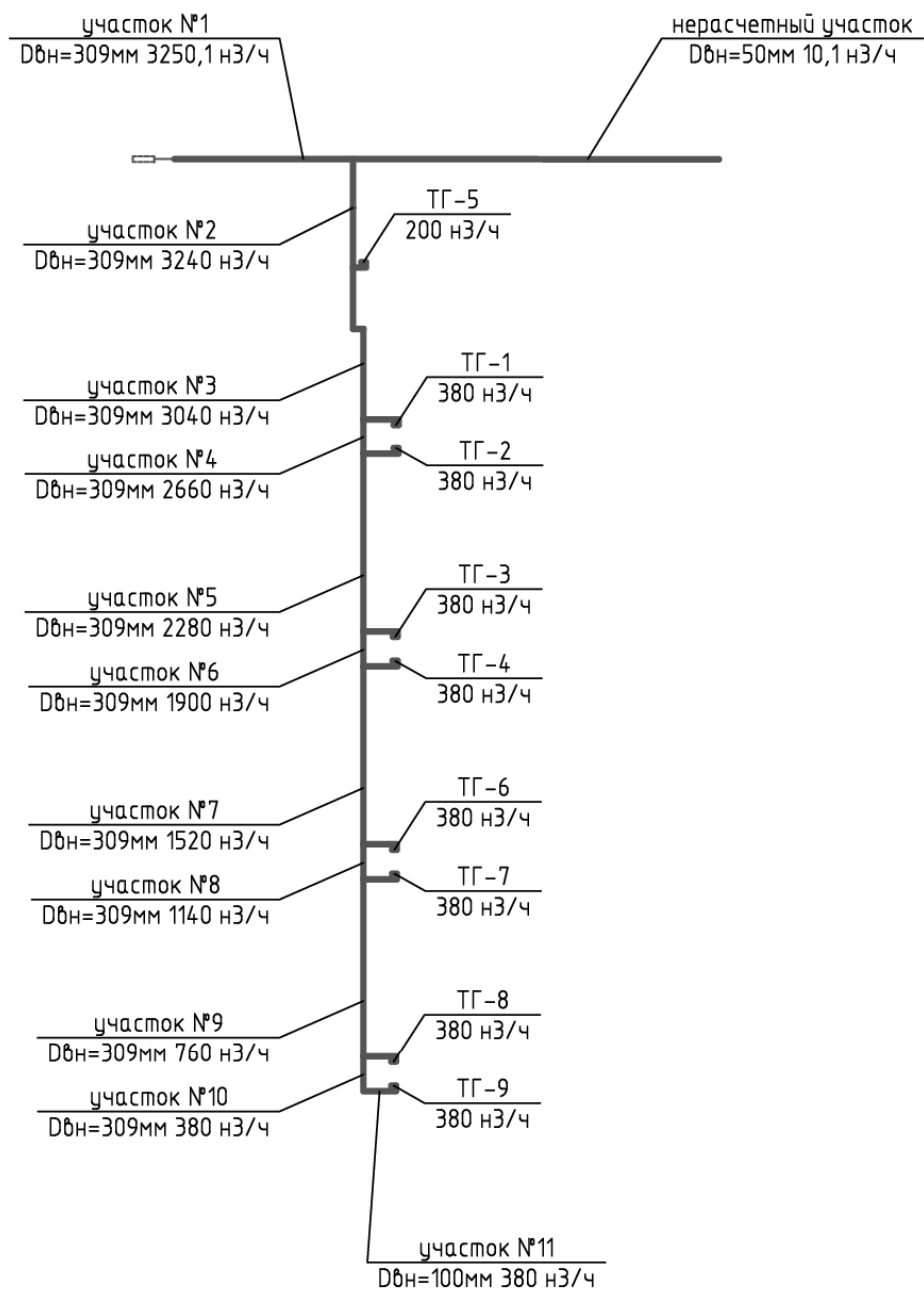


Рис.П1.1 Схема трубопроводов

## **20.5 Сведения о компьютерных программах, которые использовались при выполнении расчета**

Расчет выполнен на ПЭВМ. При выполнении расчета не использовалось специализированное программное обеспечение, расчет эквивалентен ручному.

## **20.6 Перечень справочных документов и литературы**

С1. СП 42-101-2003 Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб

## **20.7 Результаты расчета**

Результаты расчета, исходные данные и промежуточные значения представлены в таблице ниже.

## **20.8 Выводы**

По результатам расчета были сделаны следующие выводы:

1. Давление газа у газоиспользующего оборудования достаточно для его устойчивой работы.

Гидравлический расчет газопровода

Коэффициент динамической вязкости газа (ст. усл.), м <sup>2</sup> /с	0.0000143
Плотность газа (ст. усл.), кг/м <sup>3</sup>	0.7
Плотность воздуха (ст. усл.), кг/м <sup>3</sup>	1.29
Эквивалентная шероховатость, см	0.01
Скорость движения газа V, м/с	15
Температура газа, С	20

Исходные данные для гидравлического расчета газопроводов

Гидравлический расчет газопровода

№пп	ПОКАЗАТЕЛИ	Участки											
		Уч-к №1	Уч-к №2	Уч-к №3	Уч-к №4	Уч-к №5	Уч-к №6	Уч-к №7	Уч-к №8	Уч-к №9	Уч-к №10	Уч-к №11	Ураппы
1	Избыточное давление в газопроводе Р <sub>изб</sub> , кПа	50	49.813	49.748	49.700	49.689	49.666	49.660	49.649	49.647	49.644	49.643	49.171
2	Расход газа Q, м <sup>3</sup> /ч	3250.1	3240	3040.0	2660.0	2280.0	1900.0	1520.0	1140.0	760.0	380.0	380.0	
3	Внутренний диаметр газопровода (расчет), d, см	23.5	23.5	22.7	21.3	19.7	18.0	16.1	13.9	11.4	8.0	8.0	
4	Внутренний диаметр газопровода (проект), d, см	30.9	30.9	30.9	30.9	30.9	30.9	30.9	30.9	30.9	30.9	10.0	
5	Скорость движения газа (факт.) V, м/с	8.66	8.64	8.11	7.10	6.08	5.07	4.06	3.04	2.03	1.01	9.69	
6	Число Рейнольдса	260379	259570	243547	213103	182660	152217	121773	91330	60887	30443	94070	
7	Действительная длина газопровода L <sub>1</sub> , м	80.00	25.00	25.00	5.00	20.00	5.00	20.00	5.00	20.00	5.00	9.00	
8	Эквивалентная длина прямого участка LD, м	18.06	18.06	17.93	17.64	17.29	16.86	16.30	15.54	14.42	12.49	4.46	
9	Сумма коэфф. местных сопротивлений	1.00	0.52	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	2.00	
10	Расчетная длина газопровода L, м	98.06	34.39	28.59	8.53	23.46	8.37	23.26	8.11	22.88	7.50	17.92	
11	Падение давления в газопроводе Н, Па	187	65	48	11	23	6	11	2	3	0	173	
12	Падение давления в оборудовании Н <sub>об</sub> , Па	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	300	
13	Длина вертикального участка h, м	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14	Гидростатический напор (для вертикальн.уч-ов) НН	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15	Падение давления участке Н, Па	187	65	48	11	23	6	11	2	3	0	473	



## 21 Приложение 2. Отчет по результатам прочностных расчетов трубопроводов

### 21.1 Исходные данные

Наименование объекта:

Стальные надземные трубопроводы системы газоснабжения.

### 21.2 Характеристики материала

Материал трубопроводов – сталь 20 (углеродистая)

Характеристики материала трубопроводов и соединительных деталей по справочным данным приведены в таблице П2.1.

Таблица П2.1. Характеристики материала

Наименование показателя	Единица измерения	Значение
нормативное временное сопротивление	МПа	410
нормативное значение предела текучести	МПа	245
модуль упругости материала	$10^5$ МПа	200
коэффициент линейного теплового расширения	$10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	1,15
коэффициент Пуассона		0,3
плотность	м <sup>3</sup> /кг	7850

Характеристики изоляции трубопроводов – приведены ниже.  
Изоляция отсутствует.

### 21.3 Характеристики среды

Среда – природный газ,  
Расчетное давление среды – 0,05 МПа,  
Рабочая температура среды – минус 23°С - плюс 20°С,  
Расчетный срок службы – 50 лет,  
Среда малоагрессивная к материалу трубопровода - сталь стойкая,

Среда испытаний – воздух,  
Давление испытаний – 0,3 МПа.

## 21.4 Характеристики района строительства

Климатические характеристики района строительства по [3]:

температура наиболее холодной пятидневки  
обеспеченностью 0,92 – минус 27°С,  
средняя месячная температура января – минус 8,0°С,  
средняя месячная температура июля – плюс 19,0°С.  
средняя суточная амплитуда температуры  
наружного воздуха января – 6,3°С,  
средняя суточная амплитуда температуры  
наружного воздуха июля – 11,0°С.

Климатический район – ПВ,  
Северная строительно-климатической зона – не относится,  
Географическая широта 54 градуса СШ.

Характеристики района строительства для определения нагрузок и воздействий по [2]:

снеговой район – III,  
ветровой район – I,  
гололедный район – III,  
минимальная температура – минус 35°С,  
максимальная температура – плюс 34°С

Нормативные значения величин для определения климатических нагрузок в зависимости от районов по [2] приведены в таблице П2.2.

Таблица П2.2. Характеристики климатических нагрузок

Наименование величины	Единица измерения	Значение
нормативное значение веса снегового покрова на 1 м <sup>2</sup> горизонтальной поверхности	кН/ м <sup>2</sup>	1,5
нормативное значение ветрового давления	кПа	0,23
нормативное значение толщины стенки гололеда	мм	10

Характеристика района строительства по сейсмической интенсивности по карте  
ОСР-2015-В [4]:  
5 баллов

## 21.5 Описание методики расчета

Расчет стальных трубопроводов по своду правил [1] производится по методу предельных состояний.

Настоящий расчет включает в себя:

- определение толщин стенок труб и соединительных деталей при статическом нагружении внутренним давлением;
- поверочный расчет конструктивного решения трубопровода при неблагоприятных сочетаниях нагрузок и воздействий.

С целью осуществления расстановки промежуточных опор трубопроводов произведены следующие расчеты:

- определение максимально допустимой длины пролета надземного балочного многопролетного участка трубопровода при компенсации продольных деформаций из условий прочности – недопущения превышения продольными напряжениями допустимых значений, по п. 9.19 [1], с учетом коэффициента, учитывающего двухосное напряженное состояние металла труб, при неблагоприятном сочетании нагрузок и воздействий;
- определение максимально допустимой длины пролета надземного балочного многопролетного участка трубопровода при компенсации продольных деформаций из условий прочности – недопущения превышения продольными напряжениями допустимых значений, по п. 9.19 [1], с учетом коэффициента, учитывающего двухосное напряженное состояние металла труб, при испытаниях;
- определение пролета надземного балочного многопролетного участка трубопровода из условия жесткости (провисания) трубопровода при неблагоприятном сочетании нагрузок и воздействий.

При проектировании надземных трубопроводов была использована самокомпенсация продольных деформаций за счет изменения направления трассы как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях, в связи с чем расчет на продольную устойчивость в плоскости наименьшей жесткости системы по п. 9.24 [1] не требуется.

## 21.6 Расчетные сопротивления

Расчетные сопротивления определены с учетом коэффициентов: условий работы трубопровода, надежности по ответственности, надежности по материалу, поправочных коэффициентов надежности по материалу при температуре эксплуатации.

Значение коэффициента надежности по ответственности принято равным **1,0** по п. 7.5 [1], что соответствует нормальному уровню ответственности сооружения класса КС-2 по стандарту [6].

Значение коэффициента условий работы трубопровода принято равным **0,55** по п. 7.6 [1] для горючих газов.

Расчетные характеристики материалов труб и соединительных деталей трубопроводов определяются с учетом коэффициентов надежности по материалу, устанавливаемых по параграфу 7 [1]. Значение поправочного коэффициента надежности по материалу при расчетной температуре эксплуатации принято равным **1,0**.

Значения величин расчетных сопротивлений приведены в таблице П2.3.1 и П2.3.2.

Таблица П2.3.1. Расчетные сопротивления для труб

Наименование величины	Единица измерения	Значение
расчетное временное сопротивление	МПа	145,5
расчетное сопротивление по пределу текучести	МПа	117,2
расчетное сопротивление {min}	МПа	117,2
расчетное сопротивление при пробном давлении	МПа	220,5

Таблица П2.3.2. Расчетные сопротивления для деталей

Наименование величины	Единица измерения	Значение
расчетное временное сопротивление	МПа	153,4
расчетное сопротивление по пределу текучести	МПа	122,5
расчетное сопротивление {min}	МПа	122,5

## 21.7 Условия прочности

Проверка надземного балочного многопролетного участка трубопровода на прочность по п. 9.19 [1] состоит в соблюдении условия: значение величины максимального продольного напряжения от расчетных нагрузок и воздействий не должно превышать величины расчетного сопротивления по пределу текучести с коэффициентом, учитывающим двухосное напряженное состояние металла труб.

Значение коэффициента, учитывающего двухосное напряженное состояние металла труб при растягивающих осевых продольных напряжениях по п. 9.20 [1] равно 1.

Значение величины максимального продольного напряжения от расчетных нагрузок и воздействий не должно превышать 117,2 МПа для труб и 122,5 МПа для деталей.

## 21.8 Нагрузки и воздействия

Нормативные нагрузки и воздействия определены в соответствии и по методикам свода правил [2] с учетом положений свода правил [1].

Коэффициенты надежности по нагрузке при неблагоприятном воздействии для расчетов на прочность приняты по п. 6.2 [1] и приведены в таблице П2.4.

Таблица П2.4. Коэффициенты надежности по нагрузке

Нагрузки и воздействия		Коэффициент надежности по нагрузке
Вид	Характеристика	
постоянные	собственный вес трубопровода, арматуры	1,1
	вес изоляции	1,2
временные длительные	внутреннее давление среды	1,1
	вес транспортируемой среды	1,1
	температурный перепад	1,1

Нагрузки и воздействия		Коэффициент надежности по нагрузке
кратко-временные	снеговая	1,4
	гололедная	1,3
	ветровая	1,2
	при испытании	1,0
особые	-	-

### 21.9 Расчетные сочетания нагрузок

Материал трубопроводов – сталь 20 (углеродистая) Сочетания нагрузок установлены из анализа реальных вариантов одновременного действия различных нагрузок для рассматриваемой стадии работы трубопровода по п.п. 6.1- 6.6 [2] и включают в себя:

- основное сочетание нагрузок действию постоянных несамоуравновешенных весовых нагрузок,
- основное сочетание нагрузок при действии постоянных, временных длительных несамоуравновешенных весовых нагрузок в рабочем состоянии,
- основные сочетания нагрузок при действии постоянных, временных длительных, кратковременных несамоуравновешенных нагрузок в рабочем состоянии,
- основное сочетание нагрузок при действии постоянных, временных длительных несамоуравновешенных нагрузок при испытании.

Коэффициент сочетаний для длительных временных нагрузок, кроме собственного веса, веса среды и усилия от внутреннего давления принят по п. 6.3 [2] равным 0,95.

### 21.10 Характеристики трубопроводов

Материал трубопроводов – сталь 20 (углеродистая) Для проведения расчета были выделены характерные трубопроводы, различающиеся воспринимаемыми нагрузками и характеристиками.

#### Характерный трубопровод №1

Стальной трубопровод природного газа  $P = 0,05$  МПа, из труб диаметром 325 мм из стали 20. Трубопровод характеризуется надземной прокладкой.

Нормативные нагрузки и воздействия, действующие на трубопровод, приведены в таблице П2.5.1, расчетные – в таблице П2.5.2.

Таблица П2.5.1. Нормативные нагрузки

Нагрузки и воздействия		Величина нагрузки	
Вид	Характеристика	Ед. изм.	Значение
постоянные	собственный вес трубопровода	Н/м	613,3
	вес изоляции	Н/м	-
временные длительные	внутреннее давление среды	МПа	0,05
	вес транспортируемой среды	Н/м	0,93
	температурный перепад	°С	-45,5 / 47,3

Нагрузки и воздействия		Величина нагрузки	
кратко-временные	снеговая	Н/м	136,5
	гололедная	Н/м	43,3
	ветровая	Н/м	32,6
особые	-	-	

Таблица П2.5.2. Расчетные нагрузки

Нагрузки и воздействия		Величина нагрузки	
Вид	Характеристика	Ед. изм.	Значение
постоянные	собственный вес трубопровода	Н/м	674,7
	вес изоляции	Н/м	-
временные длительные	внутреннее давление среды	МПа	0,055
	вес транспортируемой среды	Н/м	1,02
	температурный перепад	°С	-47,5 / 49,4
кратко-временные	снеговая	Н/м	191,1
	гололедная	Н/м	56,2
	ветровая	Н/м	39,1
	внутрен. давление среды испытаний	МПа	0,3
	вес среды испытаний	Н/м	3,5
особые	-	-	

Значения расчетных сочетаний нагрузок на единицу длины трубопровода, установленные из анализа реальных вариантов одновременного действия различных нагрузок для рассматриваемой стадии работы трубопровода, приведены в таблице П2.5.3.

Таблица П2.5.3. Расчетные сочетания нагрузок

Наименование сочетания	Единица измерения	Значение
в рабочем состоянии		
собственный вес + изоляция + среда	Н/м	675,6
собственный вес + изоляция + среда + снег	Н/м	866,8
собственный вес + изоляция + среда + гололед	Н/м	731,9
собств. вес + изоляция + среда + ветер (гориз.)	Н/м	39,1
собств. вес + изоляция + среда + ветер (равнод.)	Н/м	676,8
при испытании		
собственный вес + изоляция + среда	Н/м	616,8

**Вывод:** Наиболее неблагоприятным сочетанием при расчете на прочность является сочетание «собственный вес + изоляция + среда + снег».

Характерный трубопровод №2

Стальной трубопровод природного газа  $P = 0,05$  МПа, из труб диаметром 57 мм из стали 20. Трубопровод характеризуется надземной прокладкой.

Нормативные нагрузки и воздействия, действующие на трубопровод, приведены в таблице П2.5.4, расчетные – в таблице П2. 5.5.

Таблица П2.5.4. Нормативные нагрузки

Нагрузки и воздействия		Величина нагрузки	
Вид	Характеристика	Ед. изм.	Значение
постоянные	собственный вес трубопровода	Н/м	39,2
	вес изоляции	Н/м	-
временные длительные	внутреннее давление среды	МПа	0,05
	вес транспортируемой среды	Н/м	0,025
	температурный перепад	°С	-45,5 / 47,3
кратковременные	снеговая	Н/м	23,9
	гололедная	Н/м	12,0
	ветровая	Н/м	5,7
особые	-	-	

Таблица П2.5.5. Расчетные нагрузки

Нагрузки и воздействия		Величина нагрузки	
Вид	Характеристика	Ед. изм.	Значение
постоянные	собственный вес трубопровода	Н/м	43,1
	вес изоляции	Н/м	-
временные длительные	внутреннее давление среды	МПа	0,055
	вес транспортируемой среды	Н/м	0,028
	температурный перепад	°С	-47,5 / 49,4
кратковременные	снеговая	Н/м	33,5
	гололедная	Н/м	15,6
	ветровая	Н/м	6,9
	внутрен. давление среды испытаний	МПа	0,3
	вес среды испытаний	Н/м	0,01
особые	-	-	

Значения расчетных сочетаний нагрузок на единицу длины трубопровода, установленные из анализа реальных вариантов одновременного действия различных нагрузок для рассматриваемой стадии работы трубопровода, приведены в таблице П2.5.6.

Таблица П2.5.6. Расчетные сочетания нагрузок

Наименование сочетания	Единица измерения	Значение
в рабочем состоянии		
собственный вес + изоляция + среда	Н/м	43,1
собственный вес + изоляция + среда + снег	Н/м	76,6
собственный вес + изоляция + среда + гололед	Н/м	58,7
собств. вес + изоляция + среда + ветер (гориз.)	Н/м	6,9
собств. вес + изоляция + среда + ветер (равнод.)	Н/м	43,7
при испытании		
собственный вес + изоляция + среда	Н/м	39,3

**Вывод:** Наиболее неблагоприятным сочетанием при расчете на прочность является сочетание «собственный вес + изоляция + среда + снег».

### 21.11 Расчетная схема

Расчетная схема для надземного балочного многопролетного участка трубопровода, примененная в настоящем расчете, приведена на рисунке П2.1.

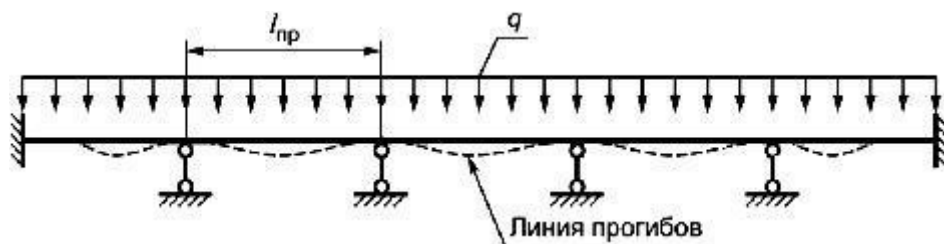


Рисунок 1 – расчетная схема для определения расстояния между опорами

### 21.12 Сведения о компьютерных программах, которые использовались при выполнении расчета

Расчет выполнен на ПЭВМ. При выполнении расчета не использовалось специализированное программное обеспечение, расчет эквивалентен ручному.

Расчет выполнен в системе СИ. Расчетные величины представлены с размерностями, с автоматическим пересчетом размерностей.



### 21.13 Результаты расчета

Расчетные значения минимальной расчетной и номинальной толщин стенки, расчетной продолжительности эксплуатации для элементов трубопроводов – труб и соединительных деталей приведены в таблицах П2.6.1 – П2.6.2.

Таблица П2.6.1. Расчетные значения для труб

Значения величин	Номинальные диаметры элементов, мм			
	DN300	DN100	DN80	DN50
коэффициент надежности по материалу $\gamma_{mu}$	1.55	1.55	1.55	1.55
коэффициент надежности по материалу $\gamma_{my}$	1.15	1.15	1.15	1.15
коэффициент несущей способности элемента	1	1	1	1
наружный диаметр элемента, мм	325	108	89	57
расчетная толщина стенки, мм	0,076	0,025	0,021	0,013
номинальная толщина стенки, мм	8,0	4,0	3,5	3,0
продолжительность эксплуатации, лет	50	50	50	50

Таблица П2.6.2. Расчетные значения для отводов

Значения величин	Номинальные диаметры элементов, мм			
	DN300	DN100	DN80	DN50
коэффициент надежности по материалу $\gamma_{mu}$	1.47	1.47	1.47	1.47
коэффициент надежности по материалу $\gamma_{my}$	1.10	1.10	1.10	1.10
коэффициент несущей способности элемента	1,389	1,389	1,348	1,316
наружный диаметр элемента, мм	325	108	89	57
расчетная толщина стенки, мм	0,114	0,038	0,031	0,02
номинальная толщина стенки, мм	8,0	4,0	3,5	3,0
продолжительность эксплуатации, лет	50	50	50	50

Значения расчетных величин расстояний между опорами трубопроводов из условий прочности, жесткости (провисания) приведены в таблице П2.7.

Таблица П2.7. Расчетные величины пролетов

Величины пролетов, м	Тр №1 DN300	Тр №2 DN50		
- из условия прочности	31,5	10,9		
- из условия прочности при испытании	51,3	20,9		
- из условия жесткости	25,6	6,3		
Проектное значение	24,0	6,0		

Значения расчетных величин нагрузок, действующих на подвижные опоры, исходя из проектного значения величины пролета, по участкам, приведены в таблицах П2.8.1- П2.8.4.

Таблица П2.8.1. Нагрузки на опоры от постоянных весовых нагрузок

Величины нагрузок на опору, кН	Тр №1 DN300	Тр №2 DN50		
- вертикальная нагрузка	16,192	0,259		
- горизонтальная нагрузка вдоль оси	4,858	0,078		
- горизонтальная нагрузка поперек оси				

Таблица П2.8.2. Нагрузки на опоры от постоянных и временных длительных весовых нагрузок

Величины нагрузок на опору, кН	Тр №1 DN300	Тр №2 DN50		
- вертикальная нагрузка	16,216	0,259		
- горизонтальная нагрузка вдоль оси	4,865	0,078		
- горизонтальная нагрузка поперек оси				

Таблица П2.8.3. Нагрузки на опоры от постоянных, временных длительных, кратковременных весовых нагрузок

Величины нагрузок на опору, кН	Тр №1 DN300	Тр №2 DN50		
- вертикальная нагрузка	20,803	0,46		
- горизонтальная нагрузка вдоль оси	6,241	0,138		
- горизонтальная нагрузка поперек оси	0,939	0,041		

Таблица П2.8.4. Нагрузки на опоры от постоянных и временных длительных весовых нагрузок при испытании

Величины нагрузок на опору, кН	Тр №1 DN300	Тр №2 DN50		
- вертикальная нагрузка	14,804	0,236		
- горизонтальная нагрузка вдоль оси	4,441	0,071		
- горизонтальная нагрузка поперек оси				

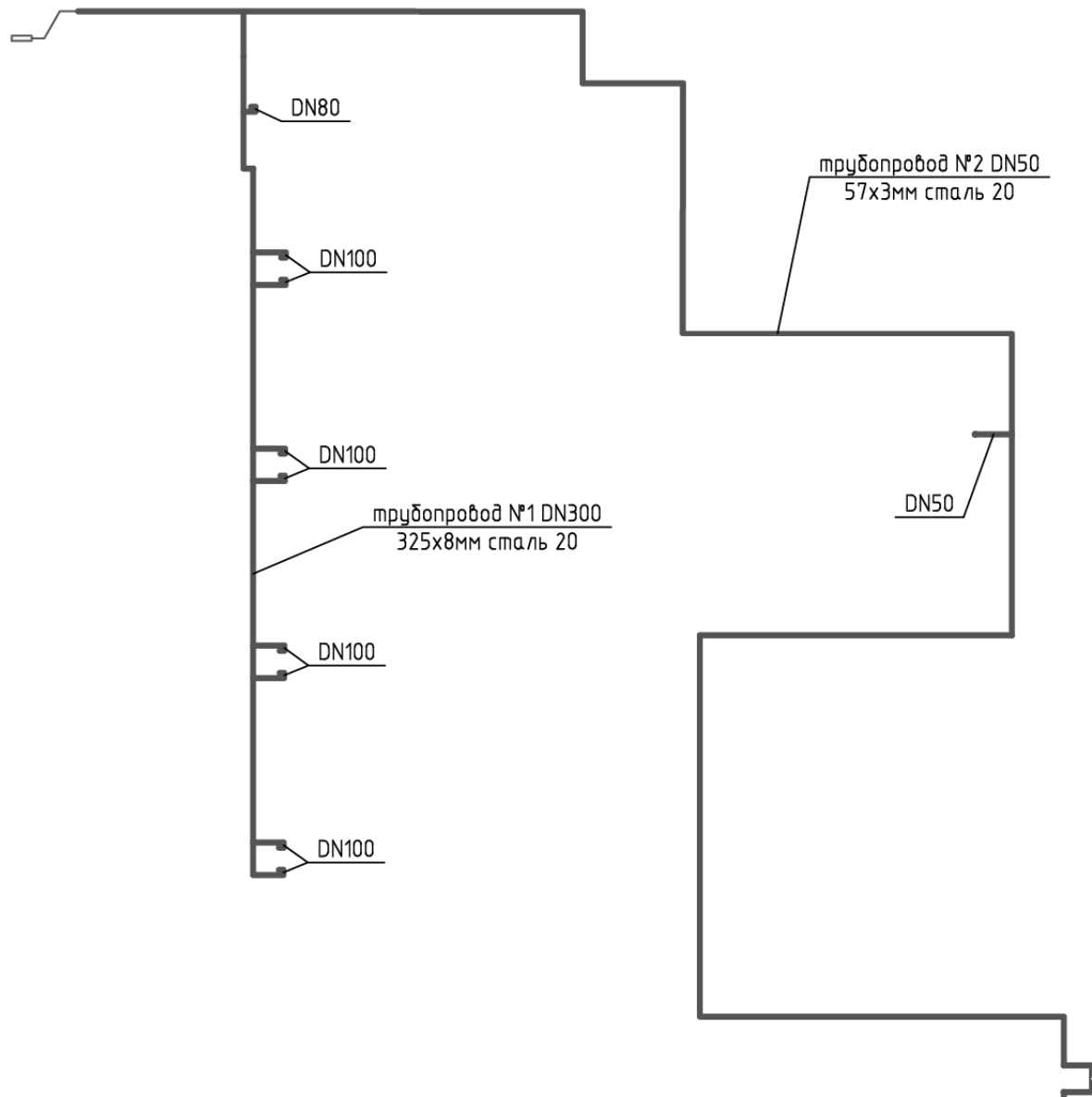


Рисунок П2.2 –схема трубопроводов

Раздел 5 Сведения об инженерном оборудовании, о сетях и системах инженерно-технического обеспечения

Подраздел 6 Система газоснабжения

Текстовая часть

### **21.14 Перечень нормативных правовых актов и нормативных документов**

1. СП 33.13330.2012 Расчет на прочность стальных трубопроводов
2. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия
3. СП 131.13330.2020 Строительная климатология
4. СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах
5. ГОСТ 27751-2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения

### **21.15 Перечень справочных документов и литературы**

- С1. ГОСТ 34233.1-2017. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Общие требования
- С2. РД 10-249-98 Нормы расчета на прочность стационарных котлов и трубопроводов пара и горячей воды
- С3. ГОСТ Р 55989-2014. Магистральные газопроводы. Нормы проектирования на давление свыше 10 МПа. Основные требования.



## Исходные данные

Наименование объекта:

Стальные надземные трубопроводы системы газоснабжения.

## Расчетные показатели качества газа

В качестве основного топлива принят природный газ, его расчетные показатели качества по данным технологической части проекта приведены в таблице 1.

Таблица 1. Расчетные показатели качества газа

Наименование показателя	Единицы измерения	Значение
Давление рабочее избыточное	МПа	0,05
Температура рабочая, макс. значение	°С	20
Плотность при стандартных условиях	кг/м <sup>3</sup>	0,7
Коэффициент кинематической вязкости	10 <sup>-6</sup> м <sup>2</sup> /с	
- при максимальном значении температуры		14,3

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

ПСИ22060-ИОС6.PP1

Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разраб.		Климов			30.01.23
Пров.		Деброва			30.01.23
Н.контр		Деброва			30.01.23
Нач. отд.		Асаула			30.01.23

Приложение 1

Отчет по результатам гидравлического расчета трубопроводов

Стадия	Лист	Листов
П	1	6



## Описание методики расчета

Пропускная способность трубопроводов принимается из условий создания при допустимых потерях давления газа надежной в эксплуатации системы, обеспечивающей устойчивость работы газоиспользующего оборудования в допустимых диапазонах давления газа.

Падение давления на участках газовой сети определяется по п. 3.27 [С1]. Коэффициент гидравлического трения определяется в зависимости от режима движения газа по газопроводу, характеризуемого числом Рейнольдса по п. 3.28 [С1].

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					ПСИ22060-ИОС6.РР1	Лист
								2
Изм.	Колу	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

## Характеристики расчетных участков

Для проведения расчета были выделены характерные расчетные участки, различающиеся характеристиками трубопроводов и значениями расходов.

### Участок №1

трубопровод от ПРГ до ответвления на Факельную установку

Внутренний диаметр газопровода 309 мм,  
расход газа 3250,1 нм<sup>3</sup>/ч – проектное значение

### Участок №2

трубопровод от ответвления на Факельную установку до опуска к печи ТГ-5

Внутренний диаметр газопровода 309 мм,  
расход газа 3240 нм<sup>3</sup>/ч – проектное значение

### Участок №3

трубопровод от опуска к печи ТГ-5 до опуска к печи ТГ-1

Внутренний диаметр газопровода 309 мм,  
расход газа 3040 нм<sup>3</sup>/ч – проектное значение

### Участок №4

трубопровод от опуска к печи ТГ-1 до опуска к печи ТГ-2

Внутренний диаметр газопровода 309 мм,  
расход газа 2660 нм<sup>3</sup>/ч – проектное значение

### Участок №5

трубопровод от опуска к печи ТГ-2 до опуска к печи ТГ-3

Внутренний диаметр газопровода 309 мм,  
расход газа 2280 нм<sup>3</sup>/ч – проектное значение

### Участок №6

трубопровод от опуска к печи ТГ-3 до опуска к печи ТГ-4

Внутренний диаметр газопровода 309 мм,  
расход газа 1900 нм<sup>3</sup>/ч – проектное значение

Изм.	Колу	Лист	№ док.	Подп.	Дата	ПСИ22060-ИОС6.РР1	Лист
							3
Инва. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					



Участок №7

трубопровод от опуска к печи ТГ-4 до опуска к печи ТГ-6

Внутренний диаметр газопровода 309 мм,  
расход газа 1520 нм<sup>3</sup>/ч – проектное значение

Участок №8

трубопровод от опуска к печи ТГ-6 до опуска к печи ТГ-7

Внутренний диаметр газопровода 309 мм,  
расход газа 1140 нм<sup>3</sup>/ч – проектное значение

Участок №9

трубопровод от опуска к печи ТГ-7 до опуска к печи ТГ-8

Внутренний диаметр газопровода 309 мм,  
расход газа 760 нм<sup>3</sup>/ч – проектное значение

Участок №10

трубопровод от опуска к печи ТГ-8 до опуска к печи ТГ-9

Внутренний диаметр газопровода 309 мм,  
расход газа 360 нм<sup>3</sup>/ч – проектное значение

Участок №11

опуск к печи ТГ-9

Внутренний диаметр газопровода 100 мм,  
расход газа 360 нм<sup>3</sup>/ч – проектное значение

Диаметры трубопроводов назначены в связи с особенностями работы технологического оборудования и с целью обеспечения стабильности работы оборудования при переходных процессах.

Изм.	Колу	Лист	№ док.	Подп.	Дата	ПСИ22060-ИОС6.РР1	Лист
							4
Изм.	Колу	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

## Сведения о компьютерных программах, которые использовались при выполнении расчета

Расчет выполнен на ПЭВМ. При выполнении расчета не использовалось специализированное программное обеспечение, расчет эквивалентен ручному.

## Перечень справочных документов и литературы

С1. СП 42-101-2003 Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб

## Результаты расчета

Результаты расчета, исходные данные и промежуточные значения представлены в таблице ниже.

## Выводы

По результатам расчета были сделаны следующие выводы:

1. Давление газа у газоиспользующего оборудования достаточно для его устойчивой работы.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					ПСИ22060-ИОС6.РР1	Лист
								5
Изм.	Колу	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Колу	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Гидравлический расчет газопровода

Исходные данные для гидравлического расчета газопроводов

Коэффициент кинематической вязкости газа (ст. усл.), м <sup>2</sup> /с	0.0000143
Плотность газа (ст. усл.), кг/м <sup>3</sup>	0.7
Плотность в воздуха (ст. усл.), кг/м <sup>3</sup>	1.29
Эквивал. абсолютная шероховатость, см	0.01
Скорость движения газа V, м/с	15
Температура газа, С	20

Гидравлический расчет газопровода

№пп	ПОКАЗАТЕЛИ	Участки														
		Уч-к №1	Уч-к №2	Уч-к №3	Уч-к №4	Уч-к №5	Уч-к №6	Уч-к №7	Уч-к №8	Уч-к №9	Уч-к №10	Уч-к №11	Участки			
1	Избыточное давление в газопроводе Р <sub>изб</sub> , кПа	50	49.813	49.748	49.700	49.689	49.666	49.660	49.649	49.647	49.644	49.643	49.171	Участки		
2	Расход газа Q, м <sup>3</sup> /ч	3250.1	3240	3040.0	2660.0	2280.0	1900.0	1520.0	1140.0	760.0	380.0	380.0		Участки		
3	Внутренний диаметр газопровода (расчет.) d, см	23.5	23.5	22.7	21.3	19.7	18.0	16.1	13.9	11.4	8.0	8.0		Участки		
4	Внутренний диаметр газопровода (проект.) d, см	30.9	30.9	30.9	30.9	30.9	30.9	30.9	30.9	30.9	30.9	10.0		Участки		
5	Скорость движения газа (факт.) V, м/с	8.66	8.64	8.11	7.10	6.08	5.07	4.06	3.04	2.03	1.01	9.69		Участки		
6	Число Рейнольдса	260379	259570	243547	213103	182660	152217	121773	91330	60887	30443	94070		Участки		
7	Действительная длина газопровода L, м	80.00	25.00	25.00	5.00	20.00	5.00	20.00	5.00	20.00	5.00	9.00		Участки		
8	Эквивал-ая длина прямого участка LD, м	18.06	18.06	17.93	17.64	17.29	16.86	16.30	15.54	14.42	12.49	4.46		Участки		
9	Сумма коэфф. местных сопротивлений	1.00	0.52	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	2.00		Участки		
10	Расчетная длина газопровода L <sub>р</sub> , м	98.06	34.39	28.59	8.53	23.46	8.37	23.26	8.11	22.88	7.50	17.92		Участки		
11	Падающее давление в газопроводе Н, Па	187	65	48	11	23	6	11	2	3	0	173		Участки		
12	Падающее давление в оборудовании Н <sub>об</sub> , Па	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	300		Участки		
13	Длина вертикального участка h, м	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		Участки		
14	Гидростатический напор (для вертикаль-уч-ов) Н <sub>г</sub>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		Участки		
15	Падающее давление участка Н, Па	187	65	48	11	23	6	11	2	3	0	473		Участки		

ПСИ22060-ИОС6.РР1

## Исходные данные

Наименование объекта:

Стальные надземные трубопроводы системы газоснабжения.

## Характеристики материала

Материал трубопроводов – сталь 20 (углеродистая)

Характеристики материала трубопроводов и соединительных деталей по справочным данным приведены в таблице 1.1.

Таблица 1. Характеристики материала

Наименование показателя	Единица измерения	Значение
нормативное временное сопротивление	МПа	410
нормативное значение предела текучести	МПа	245
модуль упругости материала	10 <sup>5</sup> МПа	200
коэффициент линейного теплового расширения	10 <sup>-5</sup> °C <sup>-1</sup>	1,15
коэффициент Пуассона		0,3
плотность	м <sup>3</sup> /кг	7850

Характеристики изоляции трубопроводов – приведены ниже.

Изоляция отсутствует.

## Характеристики среды

Среда – природный газ,

Расчетное давление среды – 0,05 МПа,

Рабочая температура среды – минус 23°С - плюс 20°С,

Расчетный срок службы – 50 лет,

Среда малоагрессивная к материалу трубопровода - сталь стойкая,

Среда испытаний – воздух,

Давление испытаний – 0,3 МПа.

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

ПСИ22060-ИОС6.PP2

Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разраб.		Климов			30.01.23
Пров.		Деброва			30.01.23
Н.контр		Деброва			30.01.23
Нач. отд.		Асаула			30.01.23

Приложение 2

Отчет по результатам прочностных расчетов трубопроводов

Стадия	Лист	Листов
П	1	15



## Характеристики района строительства

Климатические характеристики района строительства по [3]:

температура наиболее холодной пятидневки  
обеспеченностью 0,92 – минус 27°C,  
средняя месячная температура января – минус 8,0°C,  
средняя месячная температура июля – плюс 19,0°C.  
средняя суточная амплитуда температуры  
наружного воздуха января – 6,3°C,  
средняя суточная амплитуда температуры  
наружного воздуха июля – 11,0°C.

Климатический район – ПВ,  
Северная строительно-климатической зона – не относится,  
Географическая широта 54 градуса СШ.

Характеристики района строительства для определения нагрузок и воздействий  
по [2]:

снеговой район – III,  
ветровой район – I,  
гололедный район – III,  
минимальная температура – минус 35°C,  
максимальная температура – плюс 34°C

Нормативные значения величин для определения климатических нагрузок в  
зависимости от районов по [2] приведены в таблице 2.

Таблица 2. Характеристики климатических нагрузок

Наименование величины	Единица измерения	Значение
нормативное значение веса снегового покрова на 1м <sup>2</sup> горизонтальной поверхности	кН/ м <sup>2</sup>	1,5
нормативное значение ветрового давления	кПа	0,23
нормативное значение толщины стенки гололеда	мм	10

Характеристика района строительства по сейсмической интенсивности по карте  
ОСР-2015 (В) [4]:

5 баллов

Изм.	Колу	Лист	№ док.	Подп.	Дата	ПСИ22060-ИОС6.РР2	Лист
							2
Изм.	Колу	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

## Описание методики расчета

Расчет стальных трубопроводов по своду правил [1] производится по методу предельных состояний.

Настоящий расчет включает в себя:

- определение толщин стенок труб и соединительных деталей при статическом нагружении внутренним давлением;
- поверочный расчет конструктивного решения трубопровода при неблагоприятных сочетаниях нагрузок и воздействий.

С целью осуществления расстановки промежуточных опор трубопроводов произведены следующие расчеты:

- определение максимально допустимой длины пролета надземного балочного многопролетного участка трубопровода при компенсации продольных деформаций из условий прочности – недопущения превышения продольными напряжениями допустимых значений, по п. 9.19 [1], с учетом коэффициента, учитывающего двухосное напряженное состояние металла труб, при неблагоприятном сочетании нагрузок и воздействий;
- определение максимально допустимой длины пролета надземного балочного многопролетного участка трубопровода при компенсации продольных деформаций из условий прочности – недопущения превышения продольными напряжениями допустимых значений, по п. 9.19 [1], с учетом коэффициента, учитывающего двухосное напряженное состояние металла труб, при испытаниях;
- определение пролета надземного балочного многопролетного участка трубопровода из условия жесткости (провисания) трубопровода при неблагоприятном сочетании нагрузок и воздействий.

При проектировании надземных трубопроводов была использована самокомпенсация продольных деформаций за счет изменения направления трассы как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях, в связи с чем расчет на продольную устойчивость в плоскости наименьшей жесткости системы по п. 9.24 [1] не требуется.

Изм.	Кол-во	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Взам. инв. №

Подп. и дата

Изм. № подл.

ПСИ22060-ИОС6.РР2

Лист

3

## Расчетные сопротивления

Расчетные сопротивления определены с учетом коэффициентов: условий работы трубопровода, надежности по ответственности, надежности по материалу, поправочных коэффициентов надежности по материалу при температуре эксплуатации.

Значение коэффициента надежности по ответственности принято равным **1,0** по п. 7.5 [1], что соответствует нормальному уровню ответственности сооружения класса КС-2 по стандарту [6].

Значение коэффициента условий работы трубопровода принято равным **0,55** по п. 7.6 [1] для горючих газов.

Расчетные характеристики материалов труб и соединительных деталей трубопроводов определяются с учетом коэффициентов надежности по материалу, устанавливаемых по параграфу 7 [1]. Значение поправочного коэффициента надежности по материалу при расчетной температуре эксплуатации принято равным **1,0**.

Значения величин расчетных сопротивлений приведены в таблице 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1. Расчетные сопротивления для труб

Наименование величины	Единица измерения	Значение
расчетное временное сопротивление	МПа	145,5
расчетное сопротивление по пределу текучести	МПа	117,2
расчетное сопротивление {min}	МПа	117,2

Таблица 3.2. Расчетные сопротивления для деталей

Наименование величины	Единица измерения	Значение
расчетное временное сопротивление	МПа	153,4
расчетное сопротивление по пределу текучести	МПа	122,5
расчетное сопротивление {min}	МПа	122,5

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					ПСИ22060-ИОС6.PP2	Лист
			Изм.	Колу	Лист	№ док.		Подп.

## Условия прочности

Проверка надземного балочного многопролетного участка трубопровода на прочность по п. 9.19 [1] состоит в соблюдении условия: значение величины максимального продольного напряжения от расчетных нагрузок и воздействий не должно превышать величины расчетного сопротивления по пределу текучести с коэффициентом, учитывающим двухосное напряженное состояние металла труб.

Значение коэффициента, учитывающего двухосное напряженное состояние металла труб при растягивающих осевых продольных напряжениях по п. 9.20 [1] равно 1.

Значение величины максимального продольного напряжения от расчетных нагрузок и воздействий не должно превышать 117,2 МПа для труб и 122,5 МПа для деталей.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					ПСИ22060-ИОС6.РР2	Лист
								5
Изм.	Колу	Лист	№ док.	Подп.	Дата			



## Нагрузки и воздействия

Нормативные нагрузки и воздействия определены в соответствии и по методикам свода правил [2] с учетом положений свода правил [1].

Коэффициенты надежности по нагрузке при неблагоприятном воздействии для расчетов на прочность приняты по п. 6.2 [1] и приведены в таблице 4.

Таблица 4. Коэффициенты надежности по нагрузке

Нагрузки и воздействия		Коэффициент надежности по нагрузке
Вид	Характеристика	
постоянные	собственный вес трубопровода, арматуры	1,1
	вес изоляции	1,2
временные длительные	внутреннее давление среды	1,1
	вес транспортируемой среды	1,1
	температурный перепад	1,1
кратко- временные	снеговая	1,4
	гололедная	1,3
	ветровая	1,2
	при испытании	1,0
особые	-	-

## Расчетные сочетания нагрузок

Сочетания нагрузок установлены из анализа реальных вариантов одновременного действия различных нагрузок для рассматриваемой стадии работы трубопровода по п.п. 6.1- 6.6 [2] и включают в себя:

- основное сочетание нагрузок действию постоянных несамоуравновешенных весовых нагрузок,
- основное сочетание нагрузок при действии постоянных, временных длительных несамоуравновешенных весовых нагрузок в рабочем состоянии,
- основные сочетания нагрузок при действии постоянных, временных длительных, кратковременных несамоуравновешенных нагрузок в рабочем состоянии,
- основное сочетание нагрузок при действии постоянных, временных длительных несамоуравновешенных нагрузок при испытании.

Коэффициент сочетаний для длительных временных нагрузок, кроме собственного веса, веса среды и усилия от внутреннего давления принят по п. 6.3 [2] равным 0,95.

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Колу	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ПСИ22060-ИОС6.PP2

Лист  
6

## Характеристики расчетных участков

Для проведения расчета были выделены характерные трубопроводы, различающиеся воспринимаемыми нагрузками и характеристиками.

### Характерный трубопровод №1

Стальной трубопровод природного газа  $P = 0,05$  МПа, из труб диаметром 325 мм из стали 20. Трубопровод характеризуется надземной прокладкой.

Нормативные нагрузки и воздействия, действующие на трубопровод, приведены в таблице 5.1, расчетные – в таблице 5.2.

Таблица 5.1. Нормативные нагрузки

Нагрузки и воздействия		Величина нагрузки	
Вид	Характеристика	Ед. изм.	Значение
постоянные	собственный вес трубопровода	Н/м	613,3
	вес изоляции	Н/м	-
временные длительные	внутреннее давление среды	МПа	0,05
	вес транспортируемой среды	Н/м	0,93
	температурный перепад	°С	-45,5 / 47,3
кратко- временные	снеговая	Н/м	136,5
	гололедная	Н/м	43,3
	ветровая	Н/м	32,6
особые	-	-	

Таблица 5.2. Расчетные нагрузки

Нагрузки и воздействия		Величина нагрузки	
Вид	Характеристика	Ед. изм.	Значение
постоянные	собственный вес трубопровода	Н/м	674,7
	вес изоляции	Н/м	-
временные длительные	внутреннее давление среды	МПа	0,055
	вес транспортируемой среды	Н/м	1,02
	температурный перепад	°С	-47,5 / 49,4
кратко- временные	снеговая	Н/м	191,1
	гололедная	Н/м	56,2
	ветровая	Н/м	39,1
	внутрен. давление среды испытаний	МПа	0,3
	вес среды испытаний	Н/м	3,5
особые	-	-	

Изм. № подл. Подп. и дата. Взам. инв. №

Изм.	Колу	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	------	------	--------	-------	------

ПСИ22060-ИОС6.PP2

Лист

7

Значения расчетных сочетаний нагрузок на единицу длины трубопровода, установленные из анализа реальных вариантов одновременного действия различных нагрузок для рассматриваемой стадии работы трубопровода на расчетном участке, приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3. Расчетные сочетания нагрузок

Наименование сочетания	Единица измерения	Значение
в рабочем состоянии		
собственный вес + изоляция + среда	Н/м	675,6
собственный вес + изоляция + среда + снег	Н/м	866,8
собственный вес + изоляция + среда + гололед	Н/м	731,9
собств. вес + изоляция + среда + ветер (гориз.)	Н/м	39,1
собств. вес + изоляция + среда + ветер (равнод.)	Н/м	676,8
при испытании		
собственный вес + изоляция + среда	Н/м	866,8

**Вывод:** Наиболее неблагоприятным сочетанием при расчете на прочность является сочетание «собственный вес + изоляция + среда + снег».

Инв. № подл.						Взам. инв. №
Инв. № подл.						Подп. и дата
Изм.	Колу	Лист	№ док.	Подп.	Дата	
ПСИ22060-ИОС6.PP2						Лист
						8

### Характерный трубопровод №2

Стальной трубопровод природного газа  $P = 0,05$  МПа, из труб диаметром 57 мм из стали 20. Трубопровод характеризуется надземной прокладкой.

Нормативные нагрузки и воздействия, действующие на трубопровод, приведены в таблице 5.4, расчетные – в таблице 5.5.

Таблица 5.4. Нормативные нагрузки

Нагрузки и воздействия		Величина нагрузки	
Вид	Характеристика	Ед. изм.	Значение
постоянные	собственный вес трубопровода	Н/м	39,2
	вес изоляции	Н/м	-
временные длительные	внутреннее давление среды	МПа	0,05
	вес транспортируемой среды	Н/м	0,025
	температурный перепад	°С	-45,5 / 47,3
кратко- временные	снеговая	Н/м	23,9
	гололедная	Н/м	12,0
	ветровая	Н/м	5,7
особые	-	-	

Таблица 5.5. Расчетные нагрузки

Нагрузки и воздействия		Величина нагрузки	
Вид	Характеристика	Ед. изм.	Значение
постоянные	собственный вес трубопровода	Н/м	43,1
	вес изоляции	Н/м	-
временные длительные	внутреннее давление среды	МПа	0,055
	вес транспортируемой среды	Н/м	0,028
	температурный перепад	°С	-47,5 / 49,4
кратко- временные	снеговая	Н/м	33,5
	гололедная	Н/м	15,6
	ветровая	Н/м	6,9
	внутрен. давление среды испытаний	МПа	0,3
	вес среды испытаний	Н/м	0,01
особые	-	-	

Значения расчетных сочетаний нагрузок на единицу длины трубопровода, установленные из анализа реальных вариантов одновременного действия различных нагрузок для рассматриваемой стадии работы трубопровода на расчетном участке, приведены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. Расчетные сочетания нагрузок

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Колу	Лист	№ док.	Подп.	Дата	ПСИ22060-ИОС6.PP2	Лист
							9

Наименование сочетания	Единица измерения	Значение
в рабочем состоянии		
собственный вес + изоляция + среда	Н/м	43,1
собственный вес + изоляция + среда + снег	Н/м	76,6
собственный вес + изоляция + среда + гололед	Н/м	58,7
собств. вес + изоляция + среда + ветер (гориз.)	Н/м	6,9
собств. вес + изоляция + среда + ветер (равнод.)	Н/м	43,7
при испытании		
собственный вес + изоляция + среда	Н/м	76,6

Вывод: Наиболее неблагоприятным сочетанием при расчете на прочность является сочетание «собственный вес + изоляция + среда + снег».

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							ПСИ22060-ИОС6.PP2	Лист
			Изм.	Колу	Лист	№ док.	Подп.	Дата		10

## Расчетная схема

Расчетная схема для надземного балочного многопролетного участка трубопровода, примененная в настоящем расчете, приведена на рисунке 1.

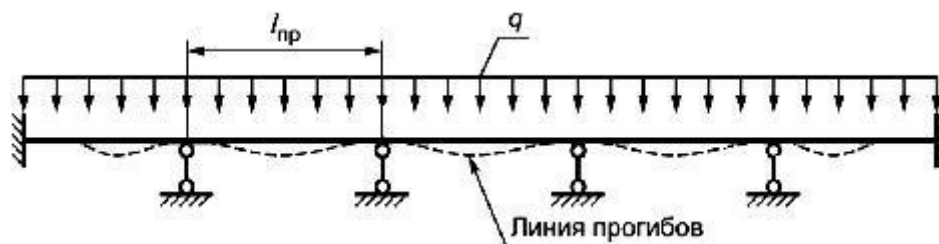


Рисунок 1 – расчетная схема для определения расстояния между опорами

## Сведения о компьютерных программах, которые использовались при выполнении расчета

Расчет выполнен на ПЭВМ. При выполнении расчета не использовалось специализированное программное обеспечение, расчет эквивалентен ручному.

Расчет выполнен в системе СИ. Расчетные величины представлены с размерностями, с автоматическим пересчетом размерностей.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					ПСИ22060-ИОС6.РР2	Лист
								11
Изм.	Колу	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

## Результаты расчета

Расчетные значения минимальной расчетной и номинальной толщин стенки, расчетной продолжительности эксплуатации для элементов трубопроводов – труб и соединительных деталей приведены в таблицах 6.1 – 6.2.

Таблица 6.1. Расчетные значения для труб

Значения величин	Номинальные диаметры элементов, мм			
	DN300	DN100	DN80	DN50
коэфф-нт надежности по материалу $\gamma_{mu}$	1.55	1.55	1.55	1.55
коэфф-нт надежности по материалу $\gamma_{my}$	1.15	1.15	1.15	1.15
коэфф-нт несущей способности элемента	1	1	1	1
наружный диаметр элемента, мм	325	108	89	57
расчетная толщина стенки, мм	0,076	0,025	0,021	0,013
номинальная толщина стенки, мм	8,0	4,0	3,5	3,0
продолжительность эксплуатации, лет	50	50	50	50

Таблица 6.2. Расчетные значения для отводов

Значения величин	Номинальные диаметры элементов, мм			
	DN300	DN100	DN80	DN50
коэфф-нт надежности по материалу $\gamma_{mu}$	1.47	1.47	1.47	1.47
коэфф-нт надежности по материалу $\gamma_{my}$	1.10	1.10	1.10	1.10
коэфф-нт несущей способности элемента	1,389	1,389	1,348	1,316
наружный диаметр элемента, мм	325	108	89	57
расчетная толщина стенки, мм	0,114	0,038	0,031	0,02
номинальная толщина стенки, мм	8,0	4,0	3,5	3,0
продолжительность эксплуатации, лет	50	50	50	50

Инв. № подл.						Взам. инв. №
Инв. № подл.						Подп. и дата
Изм.	Колу	Лист	№ док.	Подп.	Дата	ПСИ22060-ИОС6.PP2
						Лист 12

Значения расчетных величин расстояний между опорами трубопроводов из условий прочности, жесткости (провисания) приведены в таблице 7.

Таблица 7. Расчетные величины пролетов

Величины пролетов, м	Тр №1 DN300	Тр №2 DN50		
- из условия прочности	31,5	10,9		
- из условия прочности при испытании	51,3	20,9		
- из условия жесткости	25,6	6,3		
Проектное значение	24,0	6,0		

Значения расчетных величин нагрузок, действующих на подвижные опоры, исходя из проектного значения величины пролета, по участкам, приведены в таблицах 8.1-8.4.

Таблица 8.1. Нагрузки на опоры от постоянных весовых нагрузок

Величины нагрузок на опору, кН	Тр №1 DN300	Тр №2 DN50		
- вертикальная нагрузка	16,192	0,259		
- горизонтальная нагрузка вдоль оси	4,858	0,078		
- горизонтальная нагрузка поперек оси				

Таблица 8.2. Нагрузки на опоры от постоянных и временных длительных весовых нагрузок

Величины нагрузок на опору, кН	Тр №1 DN300	Тр №2 DN50		
- вертикальная нагрузка	16,216	0,259		
- горизонтальная нагрузка вдоль оси	4,865	0,078		
- горизонтальная нагрузка поперек оси				

Таблица 8.3. Нагрузки на опоры от постоянных, временных длительных, кратковременных весовых нагрузок

Величины нагрузок на опору, кН	Тр №1 DN300	Тр №2 DN50		
- вертикальная нагрузка	20,803	0,46		
- горизонтальная нагрузка вдоль оси	6,241	0,138		
- горизонтальная нагрузка поперек оси	0,939	0,041		

Изм. № подл. Подп. и дата Взам. инв. №

Изм.	Колу	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	------	------	--------	-------	------

ПСИ22060-ИОС6.PP2

Лист  
13



Таблица 8.4. Нагрузки на опоры от постоянных и временных длительных весовых нагрузок при испытании

Величины нагрузок на опору, кН	Тр №1 DN300	Тр №2 DN50		
- вертикальная нагрузка	14,804	0,236		
- горизонтальная нагрузка вдоль оси	4,441	0,071		
- горизонтальная нагрузка поперек оси				

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					ПСИ22060-ИОС6.РР2	Лист
								14
Изм.	Колу	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

### Перечень нормативных правовых актов и нормативных документов

1. СП 33.13330.2012 Расчет на прочность стальных трубопроводов
2. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия
3. СП 131.13330.2020 Строительная климатология
4. СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах
5. ГОСТ 27751-2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения

### Перечень справочных документов и литературы

- С1. ГОСТ 34233.1-2017. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Общие требования
- С2. РД 10-249-98 Нормы расчета на прочность стационарных котлов и трубопроводов пара и горячей воды
- С3. ГОСТ Р 55989-2014. Магистральные газопроводы. Нормы проектирования на давление свыше 10 МПа. Основные требования.

Взам. инв. №		Подп. и дата		Инв. № подл.				
						ПСИ22060-ИОС6.РР2	Лист	
							15	
		Изм.	Колу	Лист	№ док.	Подп.	Дата	


Лист	Наименование	Примечание
1	Ведомость графической части	
2	Узел 8. Отделение сушки РПП Принципиальная схема газоснабжения	
3	Узел 5. Отделение полимеризации I-й этап строительства Принципиальная схема газоснабжения	
4	Узел 15. Факельная установка закрытого типа Принципиальная схема газоснабжения	
5	План сетей газоснабжения	
6	Узел 8. Отделение сушки РПП План расположения газоиспользующего оборудования	
7	Схема маршрута прохождения газопровода и сооружений на нем	

Согласовано

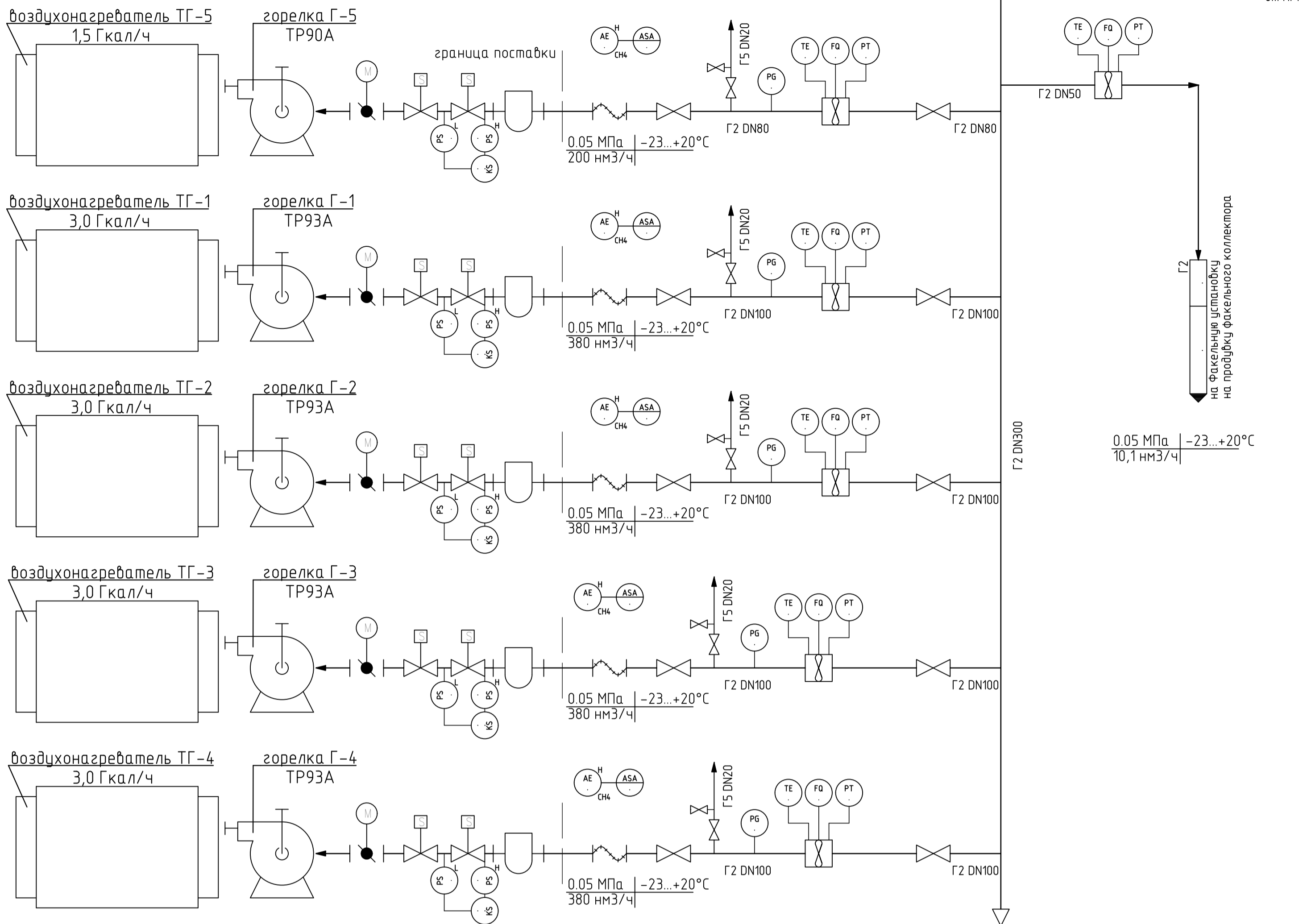
В. зам. инв. №

Подп. и дата

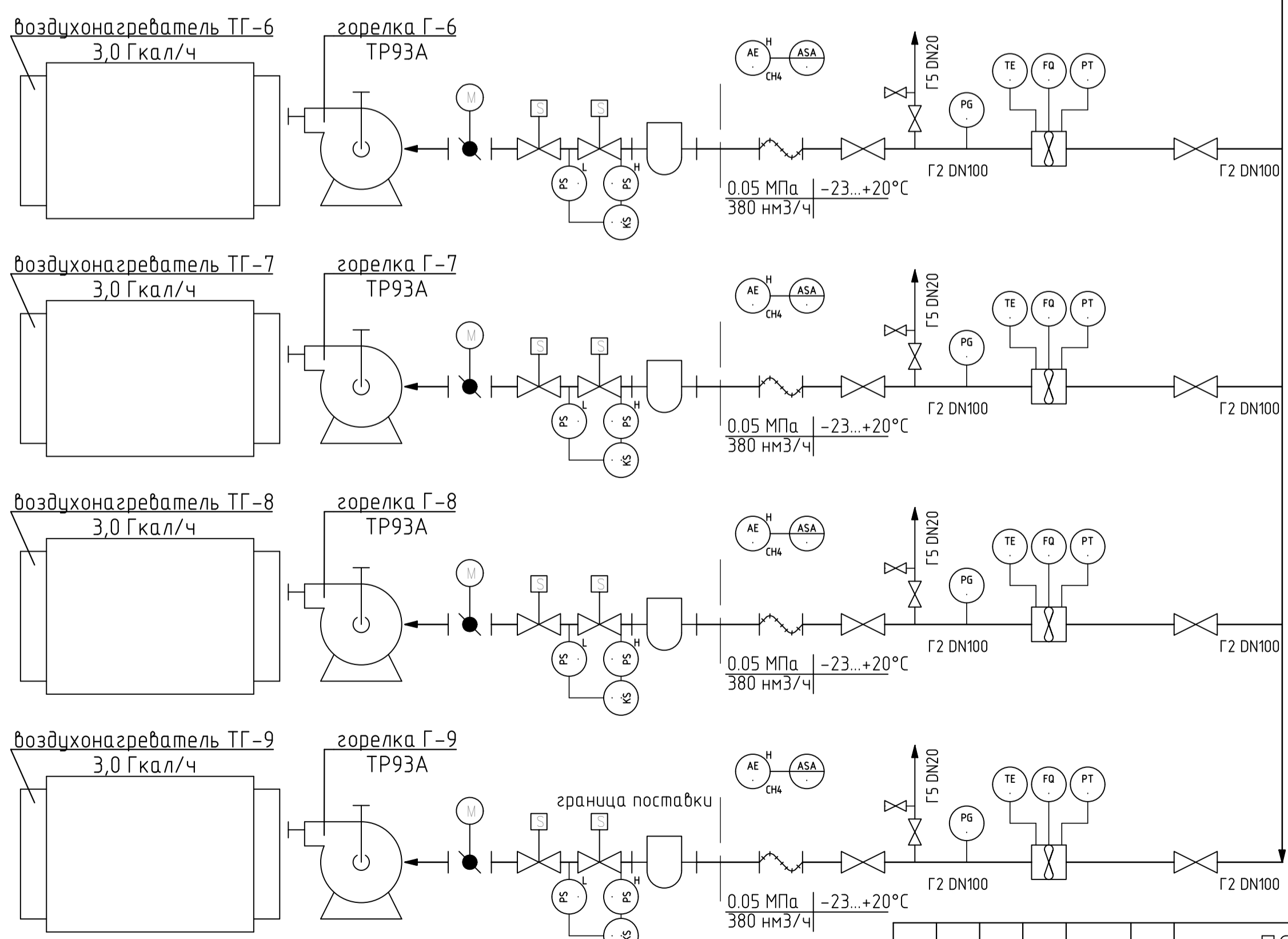
Инв. № подл.

ПСИ22060-ИОС6.Г					
ООО "Полипласт Новомосковск"					
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разработал		Климов			26.01.2023
Проверил		Асаула			26.01.2023
Н. контр.		Деброва			26.01.2023
ГИП		Мурашов			26.01.2023
			Строительство производства РПП мощностью 132000т/год		
			Ведомость графической части		
Стадия	Лист	Листов			
П	1	7			
					


0.05 МПа | -23...+20°C  
3250,1 нм3/ч



1-ый этап  
2-ой этап

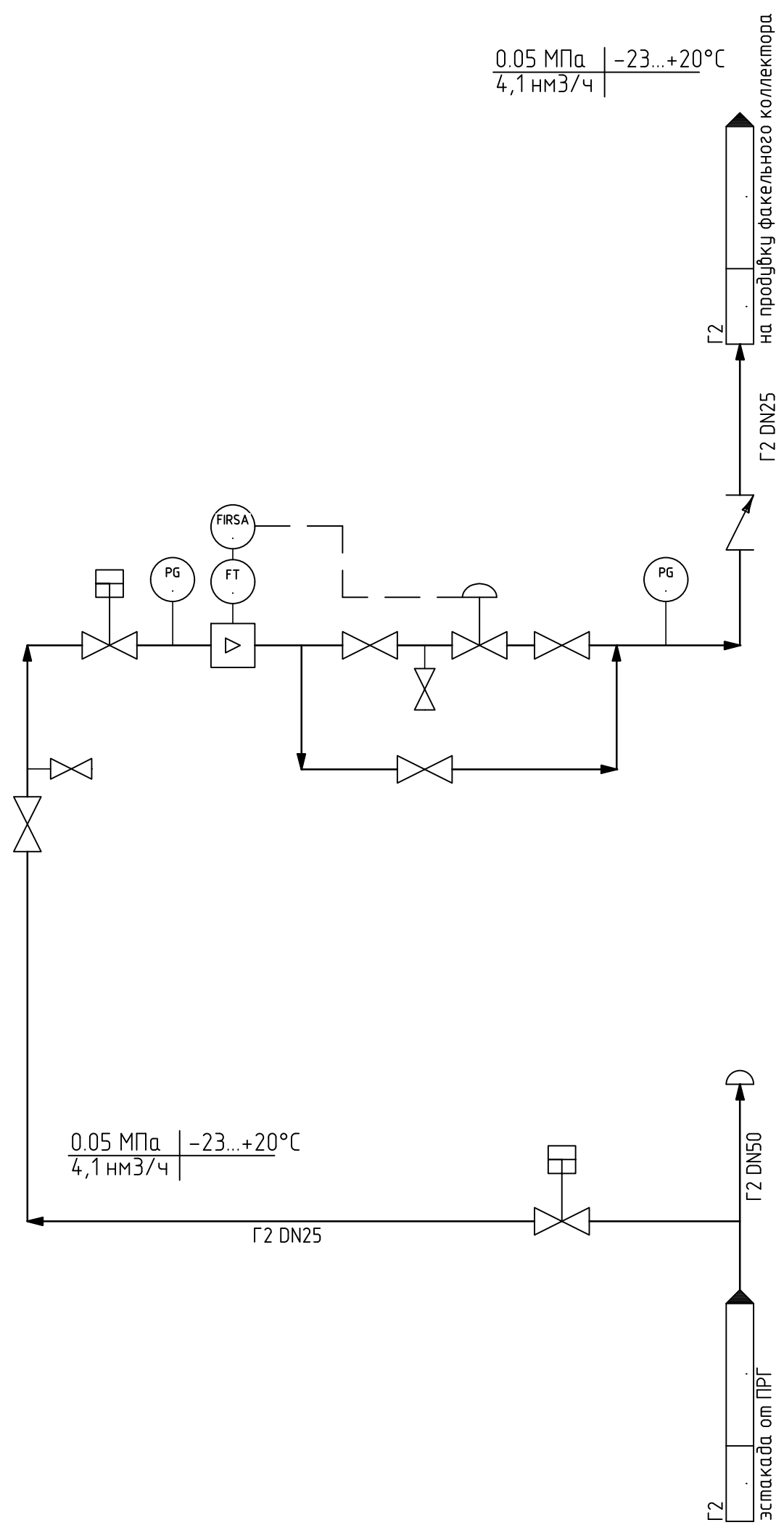


Согласовано			
Инв. № подл.	Подп. и дата	В. зам. инв. №	

ПСИ22060-ИОС6.Г				
ООО "Полипласт Новомосковск"				
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.
Разработал		Климов		
Проверил		Асаула		
Н. контр.		Дедрова		
ГИП		Мурашов		
Строительство производства РПП мощностью 132000т/год		Стадия	Лист	Листов
		П	2	
Узел 8. Отделение сушки РПП Принципиальная схема газоснабжения				

Согласовано

Инв. № подл	Подп. и дата	Взам. инв. №



Условные обозначения и изображения

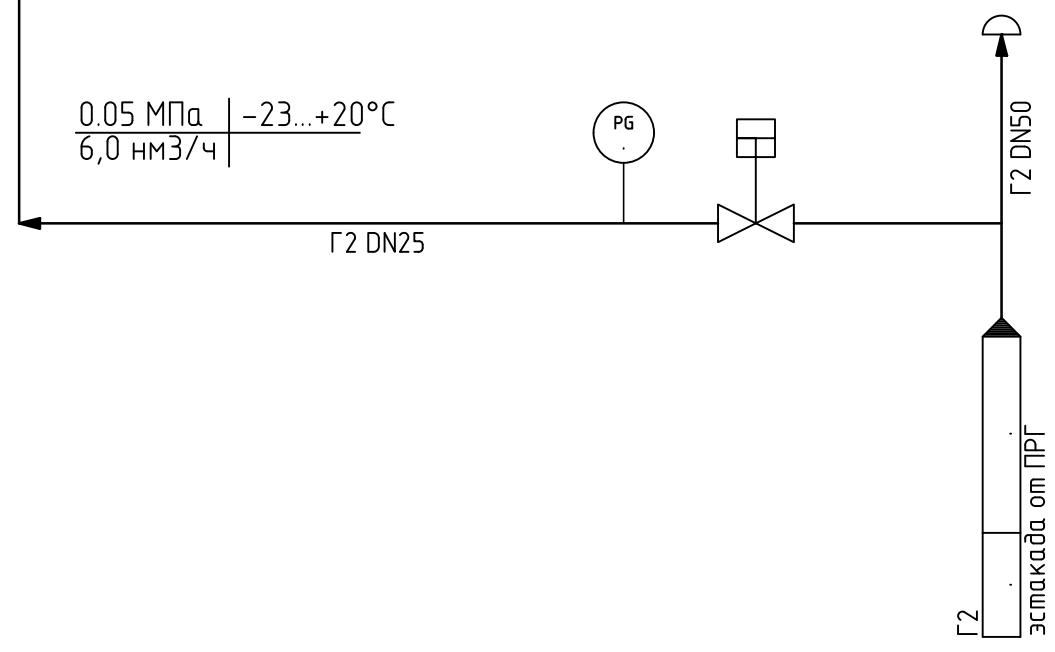
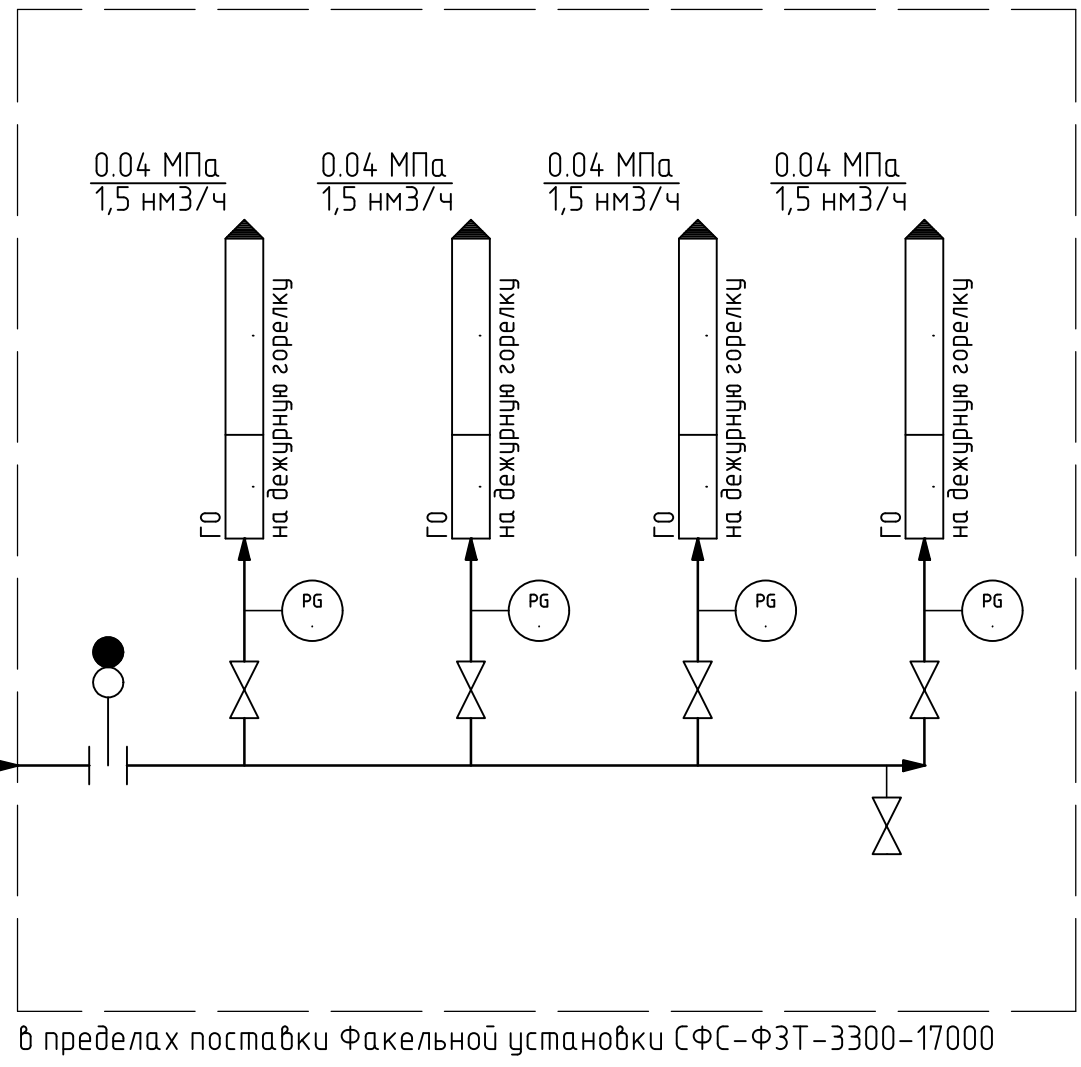
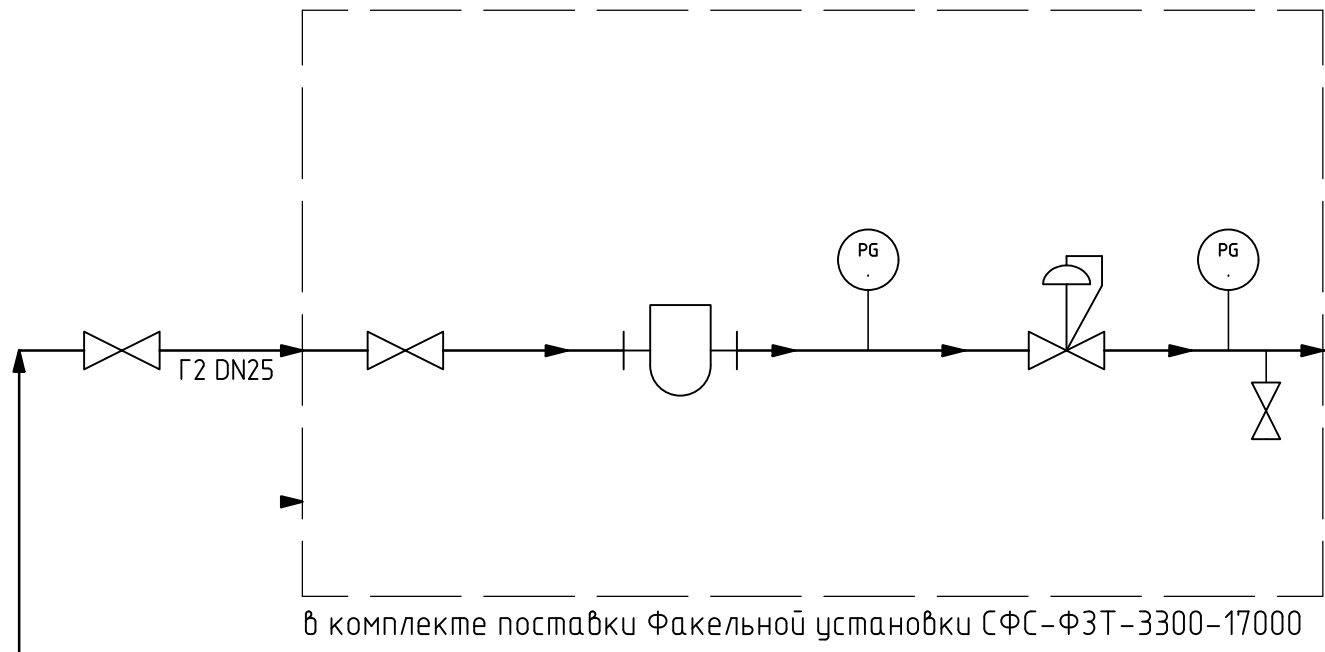
Обозначение и изображение	Наименование	Примечание
	Клапан пневматический	
	Клапан электромагнитный	
	Регулятор	
	Заслонка регулирующая	
	Арматура запорная	
	Клапан обратный	
	Компенсатор	
	Фильтр	
	Расходомер, счетчик	
	Реле давления	
	Прибор контроля герметичности	
Г2	Газопроводы P<0,3МПа	
Г5	Газопроводы продувочные	

ПСИ22060-ИОС6.Г					
ООО "Полипласт Новомосковск"					
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разработал	Климов				26.01.2023
Проверил	Асаула				26.01.2023
Строительство производства РПП мощностью 132000т/год					
			Стадия	Лист	Листов
			П	3	
Узел 5. Отделение полимеризации Принципиальная схема газоснабжения					
Н.контр.	Деброва				26.01.2023
ГИП	Мурашов				26.01.2023



Согласовано

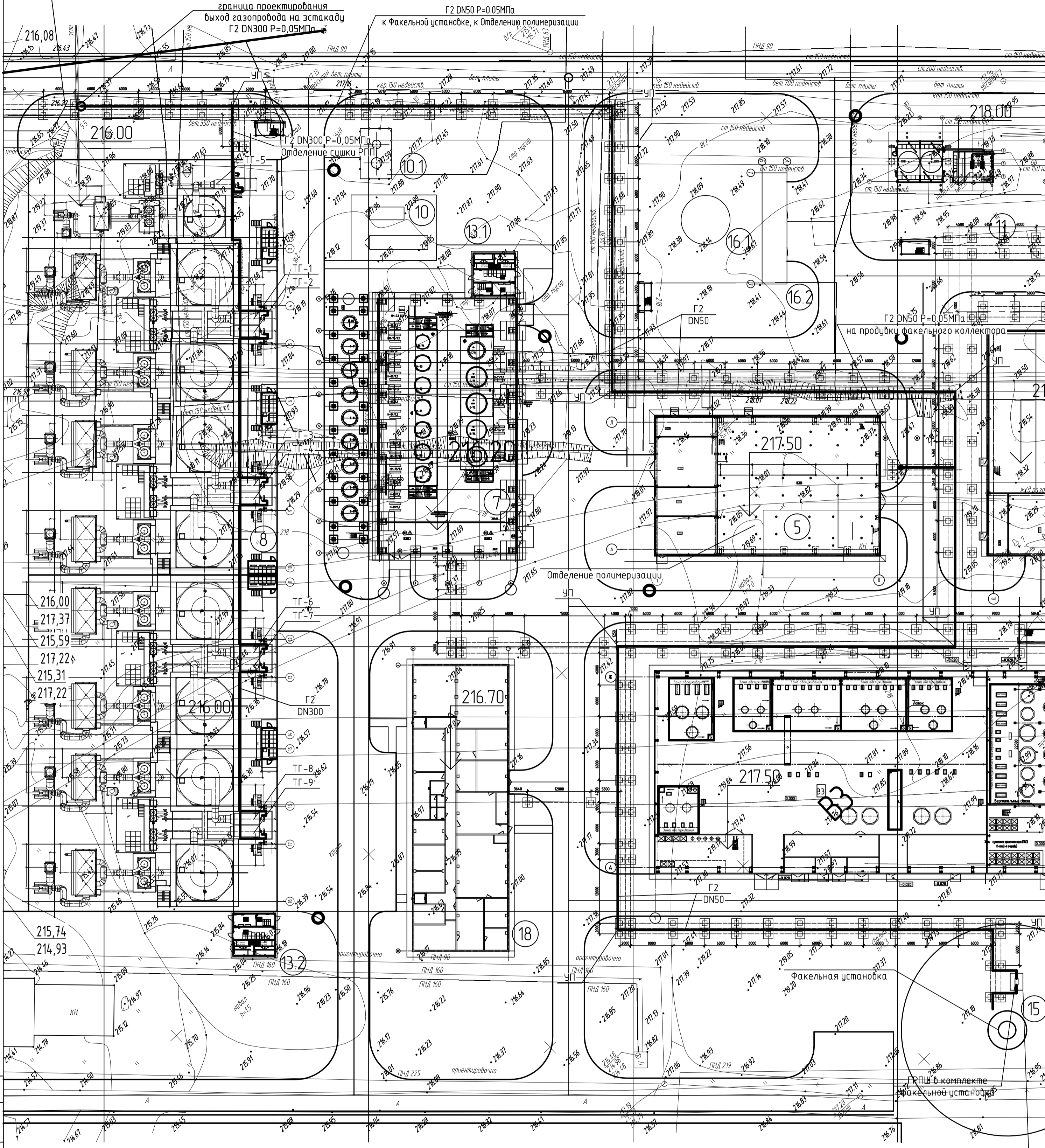
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №




ПСИ22060-ИОС6.Г					
ООО "Полипласт Новомосковск"					
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разработал	Климов				26.01.2023
Проверил	Асаула				26.01.2023
Строительство производства РПП мощностью 132000т/год					
Узел 15. Факельная установка			Принципиальная схема газоснабжения		
Н.контр.	Деброва				26.01.2023
ГИП	Мурашов				26.01.2023
Стадия			Лист	Листов	
П			4		



от сети газоснабжения по ТУ  
000 Полипласт Новомосковск  
расположение показано условно



Согласовано  
И№. № подл. Подп. и дата. В. зам. инб. №

ПСИ22060-ИОС6.Г											
ООО "Полипласт Новомосковск"											
Изм.	Кол.ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата						
Разработал		Климов			26.01.2023						
Проверил		Асаула			26.01.2023						
Строительство производства РПП мощностью 132000т/год											
Н. контр.			Дедрова		26.01.2023						
ГИП			Мурашов		26.01.2023						
План сетей газоснабжения				<table border="1"> <tr> <td>Стадия</td> <td>Лист</td> <td>Листов</td> </tr> <tr> <td>п</td> <td>5</td> <td></td> </tr> </table>		Стадия	Лист	Листов	п	5	
Стадия	Лист	Листов									
п	5										
Копировал											



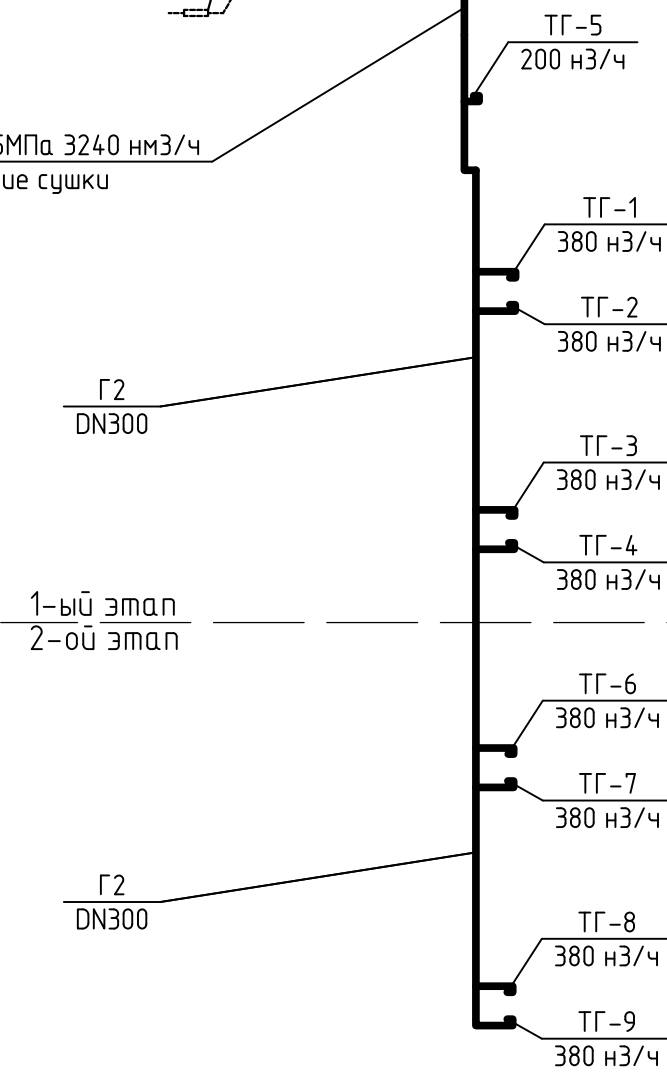


ГРПШ ШЗР-СНГК-3005 по ТУ  
 ООО Полипласт Новомосковск  
 расположение показано условно

граница проектирования  
 выход газопровода на эстакаду  
 Г2 DN300 P=0,05МПа 3250,1 нм3/ч

Г2 DN50 P=0.05МПа 10,1нм3/ч  
 к Факельной установке, к Отделению полимеризации

Г2 DN300 P=0,05МПа 3240 нм3/ч  
 Отделение сушки




1-ый этап  
 2-ой этап

Г2 DN50 P=0.05МПа 4,1нм3/ч  
 на продувку факельного коллектора

ГРПШ в комплекте  
 факельной установки

Факельная установка  
 6нм3/ч

Согласовано					
Инв. № подл.	Подп. и дата	В. зам. инв. №			

						ПСИ22060-ИОС6.Г			
						ООО "Полипласт Новомосковск"			
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Строительство производства РПП мощностью 132000т/год	Стадия	Лист	Листов
Разработал	Климов				26.01.2023		П	7	
Проверил	Асаула				26.01.2023				
Н. контр.	Деброва				26.01.2023	Схема маршрута прохождения газопровода и сооружений на нем 			
ГИП	Мурашов				26.01.2023				