

Свидетельство № П-113-147-7707717910-2012.3 от 16 апреля 2012 г.

Заказчик – ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ»

**Строительство и обустройство скважин Касибского месторождения (кусты
№№ 104, 111)**

Проектная документация

**Раздел 3 Технологические и конструктивные решения линейного объекта.
Искусственные сооружения**

Часть 1 Технологические решения

**Книга 2 Технологические решения. Система поддержания пластового
давления**

19z2015-PD2015-ТКR1.2

Том 3.1.2

Изм.	№ док.	Подп.	Дата

Общество с ограниченной ответственностью
«ЛУКОЙЛ-Инжиниринг»
Филиал ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг»
«ПермНИПИнефть» в г.Перми

Свидетельство № П-113-147-7707717910-2012.3 от 16 апреля 2012 г.

**Строительство и обустройство скважин Касибского месторождения (кусты
№№ 104, 111)**

Проектная документация

Раздел 3 Технологические и конструктивные решения линейного объекта.
Искусственные сооружения

Часть 1 Технологические решения

Книга 2 Технологические решения. Система поддержания пластового давления

19z2015-PD-ТКР1.2

Том 3.1.2

Заместитель директора филиала по
проектированию

А.А.Югов

Главный инженер проекта

Н.И. Елышева

Изм.	№ док.	Подп.	Дата

2020

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

Обозначение	Наименование	Примечание
19z2015-TKR1.2.S	Содержание тома 3.1.2	2
19z2015-SP	Состав проектной документации	3
19z2015-TKR1.2.TCH	Текстовая часть	4
19z2015-PD-TKR1.2.GCH	Графическая часть	
	Лист 1 – Схема системы ППД	59

Согласовано		

Взам. инв. №	
Подл. и дата	

Инв. № подл.	

Изм	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата	19z2015-PD-TKR1.2.S			
Разраб.		Ботова			10.20	СОДЕРЖАНИЕ ТОМА	Стадия	Лист	Листов
Проверил		Рябова			10.20		П	1	1
Нач.отд.							ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» Филиал		
Н.контр.		Рябова			10.20		ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» ПермНИПИнефть в г.Перми		
ГИП		Елышева			10.20				

Содержание

1	Основание для проектирования, исходные данные и материалы, использованные при проектировании	3
2	Существующее положение	6
3	Сведения о топографических, инженерно-геологических, гидрогеологических, метеорологических и климатических условиях участка, на котором будет осуществляться строительство линейного объекта	8
4	Сведения об особых природно-климатических условиях земельного участка, предоставляемого для размещения линейного объекта (сейсмичность, мерзлые грунты, опасные геологические процессы и др.)	10
5	Сведения о прочностных и деформационных характеристиках грунта в основании линейного объекта	12
6	Сведения об уровне грунтовых вод, их химическом составе, агрессивности по отношению к материалам изделий и конструкции подземной части линейного объекта	13
7	Сведения о категории и классе линейного объекта	14
8	Сведения о проектной мощности (пропускной способности, грузообороте, интенсивности движения и др.) линейного объекта	16
9	Показатели и характеристики технологического оборудования и устройств линейного объекта (в том числе надежность, устойчивость, экономичность, возможность автоматического регулирования, минимальность выбросов (сбросов) загрязняющих веществ, компактность, использование новейших технологий).....	17
9.1	Характеристика основного технологического оборудования.....	17
9.2	Расчеты трубопроводов.....	18
9.2.1	Гидравлический расчет	18
9.2.2	Расчет толщины стенки.....	21
9.2.3	Расчет безопасного ресурса эксплуатации трубопроводов.....	22
9.2.4	Проверочный расчет трубопровода на устойчивость	24
9.2.5	Проверочный расчет устойчивости трубопровода с учетом морозного пучения.....	26
9.3	Характеристика параметров трубопроводов и описание технологических решений.....	27
10	Основные требования к трассам водовода.....	29
11	Сведения о прокладке водовода	30
12	Глубина заложения водовода	32
13	Решения по балластировке	33
14	Размещение запорной арматуры	34
15	Переходы водоводов через естественные и искусственные преграды, пересечения с существующими коммуникациями.....	36

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

19z2015-PD-TKR1.2.TCH

Изм	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата
Разраб.		Ботова			10.20
Проверил		Рябова			10.20
Нач.отд.					
Н.контр.		Рябова			10.20
ГИП		Елышева			10.20

ТЕКСТОВАЯ ЧАСТЬ

Стадия	Лист	Листов
П	1	55
ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» Филиал ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» ПермНИПИнефть в г.Перми		

16 Мероприятия по защите от коррозии	38
17 Решения по теплоизоляции.....	39
18 Монтаж и испытание водовода	40
19 Противокарстовые мероприятия	43
20 Показатели и характеристики технологического оборудования и устройств линейного объекта	44
21 Перечень мероприятий по энергосбережению	45
22 Обоснование количества и типов оборудования, в том числе грузоподъемного, транспортных средств и механизмов, используемых в процессе строительства линейного объекта	46
23 Сведения о численности и профессионально-квалификационном составе персонала с распределением по группам производственных процессов, число и оснащенность рабочих мест	47
24 Перечень мероприятий, обеспечивающих соблюдение требований по охране труда при эксплуатации производственных объектов.....	49
25 Обоснование принятых в проектной документации автоматизированных систем управления технологическими процессами, автоматических систем по предотвращению нарушения устойчивости и качества работы линейного объекта	50
26 Описание решений по организации ремонтного хозяйства, его оснащенность	51
27 Обоснование технических решений по строительству в сложных инженерно- геологических условия	54
Таблица регистрации изменений	55

Инов. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №							Лист
									2
			Изм	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата	

1 Основание для проектирования, исходные данные и материалы, использованные при проектировании

Проектная документация выполнена в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

- Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений;
- Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности;
- Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»;
- Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасной эксплуатации внутрипромысловых трубопроводов». Приказ от 30.11.2017 № 515;
- Постановление Правительства РФ N 87. О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию;
- ГОСТ Р 55990-2014 «Месторождения нефтяные и газонефтяные. Промысловые трубопроводы. Нормы проектирования»;
- ГОСТ 21.205-2016 «СПДС. Условные обозначения элементов трубопроводных систем зданий и сооружений»;
- ГОСТ 21.704-2011 «СПДС. Правила выполнения рабочей документации наружных сетей водоснабжения и канализации»;
- ГОСТ 21.1101-2013 «СПДС. Основные требования к проектной и рабочей документации»;
- ГОСТ Р 51164-98 «Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии»;
- СП 31.13330.2012 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84*»;
- СП 18.13330.2019 «Производственные объекты. Планировочная организация земельного участка (Генеральные планы промышленных предприятий)»;
- СП 48.13330.2019 «Организация строительства»;
- СНиП 3.05.04-85 «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации»;
- СП 33.13330.2010 «Расчет на прочность стальных трубопроводов»;
- Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности»;
- Руководство по безопасности «Рекомендации по устройству и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов», приказ Ростехнадзора от 27.12.2012 №784;
- ВНТП 3-85 «Нормы технологического проектирования объектов сбора, транспорта, подготовки нефти, газа и воды нефтяных месторождений»;
- СТП 07-03.4-15-001-09 «Требования к качеству воды, используемой для заводнения нефтяных месторождений ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ»;

Изм	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.	19z2015-PD-TKR1.2.TCH	Лист
										3

- СТП 09-001-2013 «Единая система защиты от коррозии и старения. Стандарт предприятия по применению фирменного стиля на объектах ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ». Книга вторая. Антикоррозийная защита статического оборудования и сооружений на объектах ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ»;
- «Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб» Ф.А.Шевелев, А.Ф.Шевелев. Москва. Стройиздат. 1984.

Основанием для проектирования являются:

- Проект среднесрочной инвестиционной программы Группы предприятий ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ» на 2020-2022 г.г.

Исходными данными для разработки раздела служат:

- задание на проектирование «Строительство и обустройство скважин Касибского месторождения (кусты №№ 104, 111)», утвержденное Первым Заместителем Генерального директора – Главным инженером ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ» И.И. Мазеиным;

- дополнение № 1 к заданию на проектирование «Строительство и обустройство скважин Касибского месторождения (кусты №№ 104, 111)», утвержденное Первым Заместителем Генерального директора – Главным инженером ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ» И.И. Мазеиным;

- задание на проектирование Управления по бурению;

- технические условия Отдела разработки нефтяных и газовых месторождений УРНГМ от 24.05.2019 г.;

- технические условия Отдела подготовки нефти УТДНГ от 16.04.2020 г.;

- технические условия Отдела поддержания пластового давления УТДНГ от 08.05.2020 г.;

- технические условия Управления механоэнергетического и метрологического обеспечения (УМЭМО):

- Отдела Главного механика от 26.05.2020 г.;

- Отдела Главного энергетика от 17.04.2020 г.;

- Отдела автоматизации и метрологии от 26.05.2020 г.;

- Отдела трубопроводного транспорта от 01.07.2019 г.;

- технические условия по обеспечению мероприятий по противодействию террористическим актам от 28.06.2019 г.;

- технические условия на разработку проекта Системы охранно-пожарной сигнализации, системы пожаротушения от 28.06.2019 г.;

- исходные данные Управления персоналом;

- типовые технические условия Управления охраны труда, промышленной и экологической безопасности для включения в задание на проектирование объектов строительства (реконструкции) от 15.11.2018 г.

При разработке проектной документации использованы следующие материалы:

- отчет по инженерным изысканиям «Строительство и обустройство скважин Касибского месторождения (кусты №№ 104, 111)», выполненным ООО НПП «Изыскатель» в 2020 г.

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

Изм	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата	19z2015-PD-TKR1.2.TCH	Лист
							4

Идентификация объекта в соответствии со статьей 4 ФЗ-384 «Технологический регламент о безопасности зданий и сооружений»:

1. Назначение (ОК 029-2014) - добыча сырой нефти и нефтяного (попутного) газа (п.06.10):

– опасный производственный объект нефтедобывающего комплекса.

2. Принадлежность к объектам транспортной инфраструктуры и к другим объектам, функционально-технологические особенности которых влияют на их безопасность:

- фонд скважин Касибского месторождения ЦДНГ-12;
- система промысловых трубопроводов Касибского месторождения;
- объекты инженерного обеспечения.

3. Отрицательными факторами, непосредственно влияющими на строительство, являются процессы заболачивания, подтопления и пучинистость грунтов.

4. Пожарная и взрывопожарная опасность:

- взрывопожароопасный объект.

5. Наличие помещений с постоянным пребыванием людей:

- помещения с постоянным пребыванием людей отсутствуют.

7. Уровень ответственности:

- фонд скважин Касибского месторождения ЦДНГ-12: нормальный;
- система промысловых трубопроводов ЦДНГ-12: повышенный.

8. Режим работы предприятия – круглосуточный, непрерывный.

Назначение проектируемых сооружений – развитие системы ППД на Касибском месторождении.

Изм	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата	19z2015-PD-TKR1.2.TCH	Лист
							5
Изм. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №					

2 Существующее положение

Касибское месторождение эксплуатируется ЦДНГ-12 ООО «ЛУКОЙ-ПЕРМЬ».

В настоящее время на Касибском месторождении системы поддержания пластового давления (ППД) не существует.

Проектируемые трубопроводы системы ППД Касибского нефтяного месторождения предназначены для транспортировки подтоварной воды, отделяемой в процессе подготовки нефти с НГСП «Касиб», до нагнетательных скважин №№ 112, 115 Касибского нефтяного месторождения.

Вся вода, используемая в системе нефтедобычи для технологических целей, должна соответствовать требованиям СТП-07-03.4-15-001-09.

Согласно СТП-07-03.4-15-001-09 нормируются такие показатели качества закачиваемой воды, как:

- величина рН - должна находиться в пределах от 4,5 до 8,5;
- совместимость с пластовой водой должна быть высокой;
- при возможности отбора пластовой воды необходимо выполнить работы по прогнозированию процессов солеотложения на данном месторождении;
- содержание растворенного кислорода – не более 0,5 мг/л;
- содержание катионов трёхвалентного железа – отсутствие;
- коррозионная активность – при скорости коррозии свыше 0,1 мм/год необходимо предусмотреть ингибиторную защиту трубопроводов и оборудования;
- содержание сероводорода – отсутствие;
- наличие сульфатовосстанавливающих бактерий (СВБ) – отсутствие.

Регламентируемое содержание нефти и механических примесей в воде по СТП-07-03.4-15-001-09 принимается в зависимости от коллекторских свойств пласта. В результате были установлены следующие требования к закачиваемой в продуктивные пласты подтоварной воде:

- содержание твердых частиц – до 38,5 мг/л;
- содержание нефтепродуктов – до 61 мг/л;
- допустимые размеры частиц – до 3,78 мкм.

Основные показатели качества подаваемой воды с УПСВ «Гондырь» приводятся в таблице Таблица 2.1

Таблица 2.1

№№ пп	Показатель	Един. изм	Величина
1	Плотность	кг/м ³	1178
2	Общая жесткость	°Ж	>50,0
3	рН		5,63
4	Содержание компонентов:	мг/дм ³	

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

										Лист
										6
Изм	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата	19z2015-PD-TKR1.2.TCH				

№№ пп	Показатель	Един. изм	Величина
	карбонаты		<6,0
	гидрокарбонаты		72,59
	хлорид-ионы		>180000,0
	сульфат-ионы		97,67
	кальций		>2000,0

По своим показателям используемая вода удовлетворяет требованиям нормативных документов, регламентирующих качество воды для системы ППД.

Ивн. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №					19z2015-PD-TKR1.2.TCH	Лист
								7
			Изм	Кол.уч	Лист	№ док		Подп.

3 Сведения о топографических, инженерно-геологических, гидрогеологических, метеорологических и климатических условиях участка, на котором будет осуществляться строительство линейного объекта

В административном положении район работ расположен на территории Соликамского городского округа Пермского края. Изыскиваемые трассы расположены на территории Касибского нефтяного месторождения ЦДНГ-12 «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ». Ближайшие населенные пункты – д. Лызиб, д. Сорвино и село Касиб. Участок работ расположен в 20-25км к западу от центра муниципального образования «Город Соликамск».

Транспортная сеть в районе изысканий хорошо развита и представлена автодорогами общего пользования Березники-Левино-Касиб, промышленными дорогами на куст №501 и ППСН «Касибский». Имеются лесные дороги.

В геоморфологическом отношении участок изысканий расположен на правом склоне долины р. Лысьва, осложненный поймами и долинами водотоков более мелкого порядка. Объекты гидрографии на участке работ представлены ручьем без имени. Расстояние до р. Лысьва 0,5-4,5км к северу, северо-востоку.

Болота на участке работ низинные, I типа по проходимости (8.7 СП 86.13330.2014 [40]), сложены торфами лесотопяными, сильноразложившимися, мощность торфов изменяется от 0,1 до 5,7м. Тип торфяного основания - А.

В геологическом строении района изысканий до глубины 5,0-15,0м по данным бурения инженерно-геологических скважин, с учетом материалов изысканий прошлых лет принимают участие четвертичные техногенные (*tQiv*) насыпные грунты, биогенные (*bQ*) торфы сильноразложившиеся, аллювиальные (*aQ*) пески мелкие, суглинки туго- и полутвердой консистенции и элювиальные (*eQ*) суглинки дресвяные полутвердые. Четвертичные отложения подстилаются нижнепермскими (*P₁*) алевролитами низкой прочности, породы размягчаемые.

Поверхность на изучаемой территории практически повсеместно поросла почвенно-растительным слоем мощностью 0,2м, на участках переходов через болото мхом мощностью 0,2м. На участках переходов через дороги поверхность покрыта асфальтом мощностью 0,2м.

Район работ относится к строительному климатической зоне IV.

Климатическая характеристика района строительства приведена по метеостанции г. Березники

Большую роль в формировании климата района работ играют Уральские горы, которые задерживают влажные массы воздуха, приходящие с Атлантического океана. Климат рассматриваемой территории континентальный, с холодной продолжительной зимой, теплым, но сравнительно коротким летом, ранними осенними и поздними весенними заморозками. Зимой часто наблюдаются антициклоны с сильно охлажденным воздухом.

Среднегодовая температура воздуха в районе изысканий 1,5°C. Самым холодным месяцем в году является январь, со средней температурой воздуха - 17,6°C (средняя минимальная температура - 19,2 °C), самым теплым – июль со

Изн. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №							Лист
			19z2015-PD-TKR1.2.TCH						
Изм	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата				

средней температурой +18,3°C (средняя максимальная температура +23,2°C). Абсолютный минимум температуры воздуха достигает -48°C, абсолютный максимум +34°C. Среднегодовое количество осадков по данным МС Березники составляет 651 мм, по данным АМСГ Березники – 676 мм. Максимум осадков за месяц наблюдается в июле (91мм), минимум – в феврале-марте (26мм). Наибольшая высота снежного покрова за зиму составляет: средняя - 64 см, максимальная – 81 см, минимальная – 48 см.

Инов. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №							Лист
Изм	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата	19z2015-PD-TKR1.2.TCH			9

4 Сведения об особых природно-климатических условиях земельного участка, предоставляемого для размещения линейного объекта (сейсмичность, мерзлые грунты, опасные геологические процессы и др.)

Согласно общему сейсмическому районированию территории Российской Федерации ОСР-2015 и карты ОСР-2015-А (СП 14.13330.2018) [21] район работ расположен в пределах зоны с интенсивностью и повторяемостью 5 баллов по шкале MSK-64 с 10% вероятностью превышения в течение 50 лет интенсивности сейсмических воздействий, указанных на картах, что соответствует повторяемости сейсмических сотрясений в среднем один раз в 500 лет (карта А).

Согласно табл. 1 СП 14.13330.2014 категория грунтов по сейсмичности – III.

В исследуемом районе характерными инженерно-геологическими процессами являются процессы заболачивания, подтопления и пучинистость грунтов.

По подтопляемости территории участки трассы нефтегазосборного трубопровода «Куст №111- ППСН «Касибский» на ПК0-ПК7+23.9, ПК38+92.1-ПК39+6.5, ПК56+57.3-ПК56+82.2 а также площадка куста №111 относятся к I области – подтопленная, по условиям развития процесса к району I-A – подтопленный в естественных условиях, по времени развития процесса к участку I-A-1- постоянно подтопленный.

Остальные участки трасс относятся ко II области – потенциально подтопляемая, по условиям развития процесса к району II-B – потенциально подтопляемая в результате ожидаемых техногенных воздействий, по времени развития процесса к участку II-B-1- медленное повышение уровня грунтовых вод.

Болота и заболоченные земли в изысканном районе встречены на ПК0-ПК7+23.9 трассы нефтегазосборного трубопровода «Куст №111- ППСН «Касибский» и повсеместно на площадке куста №111. Болота низинные, I типа по характеру передвижения строительной техники. Тип торфяного основания – А.

На исследуемой территории грунты обладают пучинистыми свойствами. По степени пучинистости пески мелкие ИГЭ-3 относятся к слабопучинистым грунтам; насыпной грунт: суглинок щебенистый твердый ИГЭ-1, насыпной грунт: суглинок тугопластичный ИГЭ-1б, суглинки тугопластичные ИГЭ-5, суглинки полутвердые ИГЭ-6, суглинки дресвяные полутвердые ИГЭ-7 относятся к сильнопучинистым грунтам.

Нормативная глубина сезонного промерзания грунтов под оголенной от снега поверхностью в данном районе составила:

- для глинистых грунтов - 1,67м;
- для песчаных грунтов - 2,04м.

По глубине промерзания торфы не нормируются. Для получения достоверных значений необходимо проводить ежегодный мониторинг в зимний период времени.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата	19z2015-PD-TKR1.2.TCH	Лист	10
								10
Взам. инв. №	Подл. и дата	Инв. № подл.						

Другие опасные инженерно-геологические и техногенные процессы и явления в процессе инженерно-геологических изысканий не выявлены.

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №					19z2015-PD-TKR1.2.TCH	Лист
								11
			Изм	Кол.уч	Лист	№ док		Подп.

5 Сведения о прочностных и деформационных характеристиках грунта в основании линейного объекта

На основании материалов бурения скважин, результатов лабораторных исследований проб грунтов, с учётом их происхождения, текстурно-структурных особенностей, с учетом материалов изысканий прошлых лет в геолого-литологическом разрезе изысканного района, согласно ГОСТ 20522-2012 [8], ГОСТ 25100-2011 [7], выделены следующие инженерно-геологические элементы:

ИГЭ-1 – насыпной грунт: суглинок щебенистый твердый (tQiv);

ИГЭ-1а – насыпной грунт: щебень известняка (tQiv);

ИГЭ-1б – насыпной грунт: суглинок тугопластичный (tQiv);

ИГЭ-2 – торф сильноразложившийся (bQ);

ИГЭ-3 – песок мелкий (aQ);

ИГЭ-5 – суглинок тугопластичный (aQ);

ИГЭ-6 – суглинок полутвердый (aQ);

ИГЭ-7 – суглинок дресвяный полутвердый (eQ);

ИГЭ-8 – алевролит низкой прочности, размягчаемый (P1).

Глинистые грунты на площадке изысканий просадочными и набухающими свойствами не обладают.

Физико-механические свойства грунтов по данным лабораторных исследований приведены в техническом отчете по инженерным изысканиям, часть 2 «Инженерно-геологические изыскания».

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №					Лист	
								19z2015-PD-TKR1.2.TCH
			Изм	Кол.уч	Лист	№ док		

6 Сведения об уровне грунтовых вод, их химическом составе, агрессивности по отношению к материалам изделий и конструкции подземной части линейного объекта

В период изысканий (февраль-март 2020г.) подземные воды вскрыты на глубине 0,2м (абс.отм.137,48-143,55м) в торфах, реже в песках мелких. Подземные воды без напора.

По химическому типу грунтовые воды характеризуется как гидрокарбонатные, кальциевые; гидрокарбонатные, магниевые-кальциевые, весьма пресные и пресные, с общей минерализацией 0,38-0,64г/литр.

Согласно химическим анализам проб воды грунтовые воды неагрессивные к бетону нормальной проницаемости (марки W4), реже обладают слабой общекислотной агрессивностью к бетону нормальной проницаемости (марки W4). Степень агрессивного воздействия содержащей сульфаты, по отношению к арматуре железобетонных конструкций устанавливается только в тех случаях, когда наряду с сульфатами присутствуют хлориды в количестве свыше 250мг/л в пересчете на Cl⁻. Согласно лабораторным данным содержание Cl⁻ в воде менее 250мг/л (17,73-35,45мг/л). По отношению к металлическим конструкциям при свободном доступе кислорода среда среднеагрессивная. Подземные воды обладают низкой, средней и высокой коррозионной агрессивностью к свинцовой оболочке кабеля, при проектировании принять как высокую и средней коррозионной агрессивностью к алюминиевой оболочке.

Изм	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата	19z2015-PD-TKR1.2.TCH	Лист
							13
Изн. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №					

7 Сведения о категории и классе линейного объекта

Необходимый уровень конструктивной надежности трубопроводов обеспечивается путем категорирования трубопровода и его участков в зависимости от назначения и определения коэффициентов надежности, характеризующих назначения и условия работы трубопроводов, применяемые для трубопроводов материалы и действующие на них нагрузки.

Данной проектной документацией предусматривается строительство линейных объектов, к которым относятся промышленные трубопроводы.

Промысловые низконапорные водоводы запроектированы согласно [ГОСТ Р 55990-2014](#).

Границей промышленного низконапорного водовода на скв. № 112 является запорная арматура, установленная на подходе к скважине № 112, расположенной на кусте № 111.

Границей промышленного низконапорного водовода на скв. № 115 является запорная арматура, установленная на подходе к скважине № 115, расположенной на кусте № 104.

В соответствие с заданием на проектирование и техническими условиями функциональных управлений ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ» технологической схемой системы ППД предусматривается:

1 этап. Куст № 111. Обустройство месторождения

- строительство низконапорного водовода «ПНС – куст № 111».

2 этап. Куст № 104. Обустройство месторождения

- строительство низконапорного водовода «Точка врезки в водовод «ПНС – куст № 111» - куст № 104».

В соответствие с техническими условиями отдела ППД УТДНГ в качестве источника водоснабжения системы ППД проектируемых скважин №№ 112, 115 Касибского месторождения принимается подтоварная вода с НГСП «Касиб».

В соответствие с п. 6.2 и таблицей 1 [ГОСТ Р 55990-2014](#) транспортируемый продукт относится к 9 категории.

В соответствие с п. 7.1.4, п.7.1.5 и таблицей 3 [ГОСТ Р 55990-2014](#) принимается категория проектируемого трубопровода по назначению. Сведения о категории проектируемого трубопровода приводятся в таблице Таблица 7.1

Таблица 7.1

Назначение и характеристика трубопровода	Категория трубопровода
Водоводы, транспортирующие пластовые и сточные воды с давлением до 10 МПа	Н

Категории участков водоводов принимаются в зависимости от условия прохождения трубопровода по местности и пересечения с естественными и искусственными преградами в соответствии с [ГОСТ Р 55990-2014](#) (таблица 4).

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата	19z2015-PD-TKR1.2.TCH	Лист
							14

Категории участков водовода приведены в таблице Таблица 7.2

Таблица 7.2

Участок трубопровода	Категория участка трубопровода
Внутренние автомобильные дороги промышленных предприятий и организаций	С
Узлы линейной запорной арматуры, а также участки трубопроводов по 250 м, примыкающие к ним Трубопроводы на участках подхода к площадкам НС в пределах 250 м от ограждения	С
Пересечения с коммуникациями в пределах 20 м по обе стороны пересекаемой коммуникации	Н
Переходы через водные преграды	Н

Категории участков водоводов приведены в томе 19z2015-PD-PPO2.

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №					19z2015-PD-TKR1.2.TCH	Лист
								15
			Изм	Кол.уч	Лист	№ док		Подп.

8 Сведения о проектной мощности (пропускной способности, грузообороте, интенсивности движения и др.) линейного объекта

Сведения о проектной мощности проектируемых линейных объектов приведены в таблице Таблица 8.1

Таблица 8.1

Наименование водовода	Диаметр, мм	Длина, м	Расход воды, м ³ /сут	P _{раб} , МПа
1	2	3	4	5
Низконапорный водовод «ПНС – куст № 111», участок «ПНС-узел 1»	114×5	4567,10	130,0	1,05
Низконапорный водовод «ПНС – куст № 111», участок «узел 1 – куст № 111»	89×5	2383,53	65,0	1,05
Низконапорный водовод «Т.врезки в водовод «ПНС – куст № 111» - куст № 104»	89×5	171,13	65,0	1,05

Режим работы проектируемого объекта круглосуточный непрерывный в соответствии с заданием на проектирование.

Рабочее давление в проектируемых низконапорных водоводах «ПНС – куст № 111» и «Т.врезки в водовод «ПНС – куст № 111» - куст № 104» принято равным избыточному максимальному давлению, развиваемому насосным агрегатом ЦНСАт 13-105, установленным в ПНС, и составляет 1,05 МПа.

Инов. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					Лист	
			19z2015-PD-TKR1.2.TCH					16
			Изм	Кол.уч	Лист	№ док		

9 Показатели и характеристики технологического оборудования и устройств линейного объекта (в том числе надежность, устойчивость, экономичность, возможность автоматического регулирования, минимальность выбросов (сбросов) загрязняющих веществ, компактность, использование новейших технологий)

9.1 Характеристика основного технологического оборудования

В соответствии с заданием на проектирование и техническим условиям функциональных управлений ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ» проектом предусматривается строительство низконапорных водоводов «ПНС – куст № 111» и «Т.врезки в водовод «ПНС – куст № 111» - куст № 104».

Состав и краткая характеристика проектируемых водоводов в соответствии с заданием на проектирование приведены в таблице Таблица 9.1

Таблица 9.1

Наименование и краткая характеристика	Ед. изм.	Количество
Низконапорный водовод «ПНС – куст № 111»		
- низконапорный водовод Р _{раб.} =1,05 МПа, труба 114×5 ГОСТ 8732-78* гр.В ст 20, с трехслойным наружным покрытием усиленного типа на основе экструдированного полиэтилена, футерованная изнутри полиэтиленовой трубой	м	4567,10
- низконапорный водовод Р _{раб.} =1,05 МПа, труба 89×5 ГОСТ 8732-78* гр.В ст 20, с трехслойным наружным покрытием усиленного типа на основе экструдированного полиэтилена, футерованная изнутри полиэтиленовой трубой	м	2383,53
Низконапорный водовод «Т.врезки в водовод «ПНС – куст № 111» - куст № 104»		
- низконапорный водовод Р _{раб.} =1,05 МПа, труба 89×5 ГОСТ 8732-78* гр.В ст 20, с трехслойным наружным покрытием усиленного типа на основе экструдированного полиэтилена, футерованная изнутри полиэтиленовой трубой	м	171,13

Характеристика сооружений по взрывопожарной и пожарной опасности приведена в таблице Таблица 9.2

Взам. инв. №						19z2015-PD-TKR1.2.TCH	Лист
Подп. и дата							17
Инв. № подл.							
	Изм	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата	

Таблица 9.2

Перечень зданий, сооружений и наружных установок	Наименование обращающихся веществ и материалов, группа горючести по № 123-ФЗ	Категория зданий и сооружений по взрывопожарной и пожарной опасности по № 123-ФЗ	Класс взрывоопасных и пожароопасных зон по ПУЭ	Категория и группа взрывоопасных смесей по ГОСТ Р 51330.11, ГОСТ Р 51330.5
Низконапорный водовод	Очищенная подтоварная вода НГ	ДН (пониженная пожароопасность)	-	-

9.2 Расчеты трубопроводов

Для выбора сортамента труб выполнен гидравлический и прочностной расчеты водоводов.

9.2.1 Гидравлический расчет

Гидравлический расчет низконапорных водоводов выполнен по справочному пособию «Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб» Москва, Стройиздат 1984 по формуле для пластмассовых трубопроводов (стальных трубопроводов, футерованных внутри полиэтиленовыми трубами):

$$i = 0,000685 \frac{v^{1.774}}{d_p^{1.226}},$$

где i – потери напора;

d_p – внутренний диаметр трубопровода, м;

V – скорость движения воды, м/сек.

В соответствие с п.3.69 [ВНТП 3-85](#) о резерве производительности сооружений системы ППД расчетный расход принят с 15% запасом.

Толщина стенки трубы для гидравлического расчета принята с учетом толщины футеровки равной 3 мм.

Результаты расчета приведены в таблице Таблица 9.3

Изн. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №							Лист
			19z2015-PD-TKR1.2.TCH						
Изм	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата				

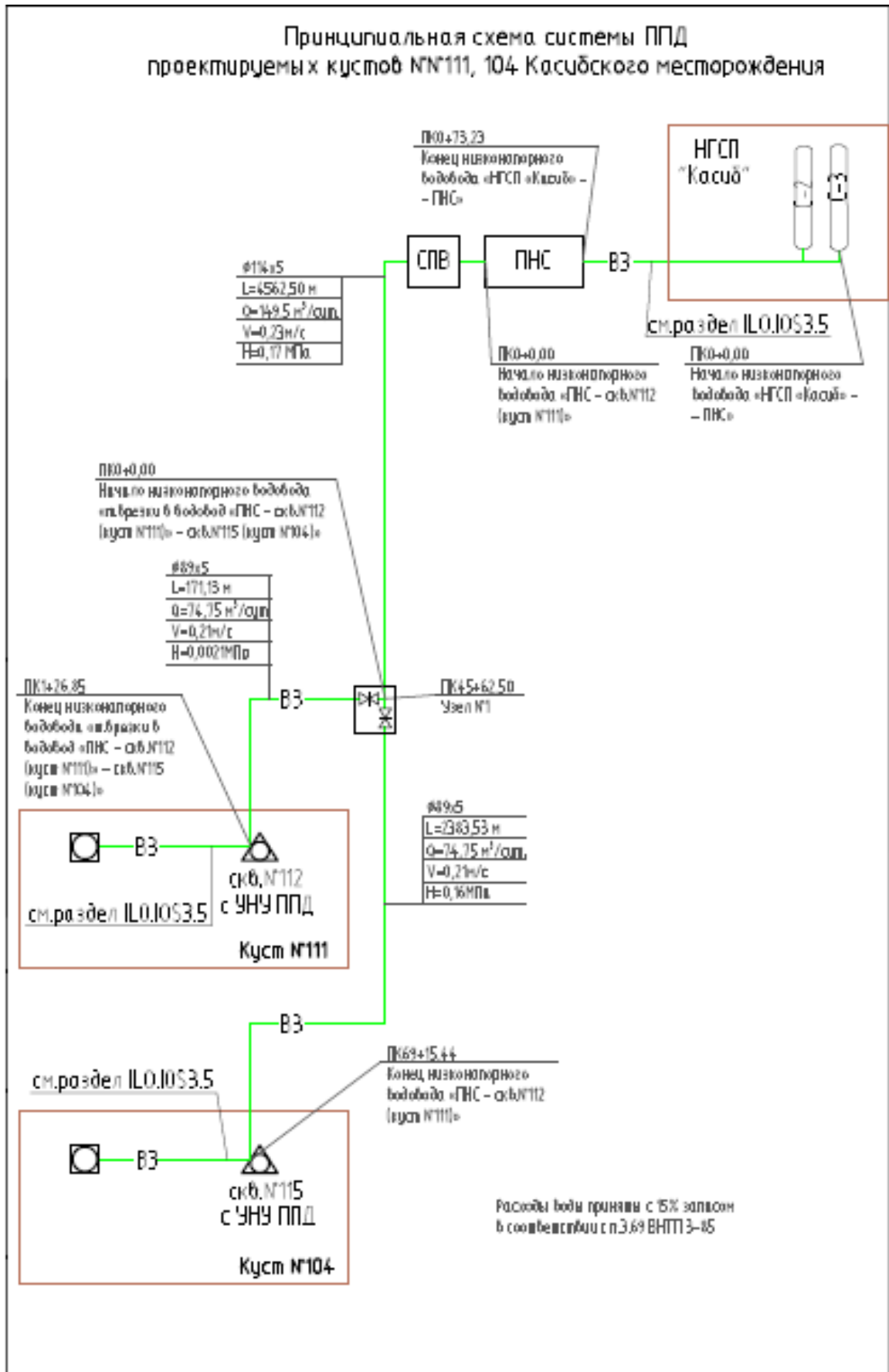
Таблица 9.3

Наименование и характеристика водоводов и участков	Расчетный расход л/с (м ³ /сут)	Скорость воды м/с	Потери напора воды, м. вод. ст.				
			Удельные на 1 км.	Линейные	На местные сопротивления	На геодезические отметки	Общие
1 этап. Куст № 111. Обустройство месторождения							
Низконапорный водовод «ПНС – куст № 111», участок «ПНС-узел 1» Ø114x8, L=4567,10 м	1,73 (149,5)	0,23	0,87	3,97	0,4	12,29	16,66
Низконапорный водовод «ПНС – куст № 111», участок «узел 1 – куст № 111» Ø89x8, L=2383,53 м	0,86 (74,75)	0,21	1,04	2,45	0,25	-18,85	-16,15
2 этап. Куст № 104. Обустройство месторождения							
Низконапорный водовод «Т.врезки в водовод «ПНС – куст № 111» - куст № 104» Ø89x8, L=171,13 м	0,86 (74,75)	0,21	1,04	0,13	0,01	0,07	0,21

Расчетная схема низконапорных водоводов «Касибского нефтяного месторождения» приведена на рисунке **Рисунок 1**

Взам. инв. №							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Изм	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата	19z2015-PD-TKR1.2.TCH	Лист
							19

Рисунок 1



Инов. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата

9.2.2 Расчет толщины стенки

Расчет толщины стенки промышленных низконапорных водоводов выполнен в соответствии с п. 12.2.1 [ГОСТ Р 55990-2014](#).

Расчетная толщина стенки трубы t_d , мм, определяется как большее из двух значений, каждое из которых зависит от нормативных значений, соответственно, предела текучести и предела прочности (временного сопротивления) материала труб по формуле:

$$t_d = \max \{t_u; t_y\}$$

Толщина стенки, определяемая по пределу прочности, t_u , мм, вычисляется по формуле

$$t_u = \frac{\gamma_{fp} \cdot p \cdot D}{2 \cdot R_u}$$

толщина стенки, определяемая по пределу текучести, t_y , мм, вычисляется по формуле

$$t_y = \frac{\gamma_{fp} \cdot p \cdot D}{2 \cdot R_y}$$

где p - рабочее давление, МПа, $p_{\text{раб}}=1,05$ МПа;

γ_{fp} - коэффициент надежности по нагрузке (внутреннему давлению), принимаемый по табл. 11, $\gamma_{fp} = 1,2$;

D - наружный диаметр трубы, мм;

R_u - расчетное сопротивление материала труб по прочности, МПа;

R_y - расчетное сопротивление материала труб по текучести, МПа.

$$R_u = \frac{\gamma_d}{\gamma_{mu} \cdot \gamma_n} \cdot \sigma_u = \frac{0,921}{1,55 \cdot 1,1} 412 = 222,55 \text{ МПа}$$

$$R_y = \frac{\gamma_d}{\gamma_{my} \cdot \gamma_n} \cdot \sigma_y = \frac{0,921}{1,15 \cdot 1,1} 245 = 178,37 \text{ МПа}$$

γ_d - коэффициент условий работы трубопровода при расчете на прочность, принимаемый по табл.13 [ГОСТ Р 55990-2014](#), $\gamma_{du}=0,921$;

γ_{my} - коэффициент надежности по материалу труб при расчете по текучести, принимаемый в соответствии с п.12.1.8 [ГОСТ Р 55990-2014](#), $\gamma_{my} = 1,15$;

γ_{mu} - значения коэффициента надежности по материалу труб при расчете по прочности, принимаемый по табл.12 [ГОСТ Р 55990-2014](#), $\gamma_{mu} = 1,55$;

γ_n - коэффициент надежности по ответственности трубопровода, принимаемый в соответствии с п.12.1.6 [ГОСТ Р 55990-2014](#), $\gamma_n = 1,10$;

σ_u - нормативное сопротивление материала труб и сварных соединений - нормативный предел прочности (временное сопротивление), $\sigma_u = 412$ МПа;

Изм. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №				19z2015-PD-TKR1.2.TCH	Лист
Изм	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата		

σ_y - нормативное сопротивление материала труб и сварных соединений - нормативный предел текучести, $\sigma_y = 245$ МПа.

В результате расчета получаем:

- низконапорный водовод $P_{раб.} = 1,05$ МПа, для $D_n = 114$ мм, расчетная толщина стенки $S = 0,41$ мм;

- низконапорный водовод $P_{раб.} = 1,05$ МПа, для $D_n = 89$ мм, расчетная толщина стенки $S = 0,32$ мм;

По результатам расчета и в соответствии с унифицированным сортаментом труб для строительства, реконструкции и капитального ремонта промышленных трубопроводов ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ», к строительству приняты:

- низконапорные водоводы (подземные участки) из труб бесшовных по [ГОСТ 8732-78*](#) гр. В из стали 20 $\varnothing 114 \times 5$ и $\varnothing 89 \times 5$ с наружным антикоррозийным трехслойным полимерным покрытием усиленного типа (конструкция № 1), таблица 1 [ГОСТ Р 51164-98](#), футерованных изнутри полиэтиленовыми трубами.

Надземные участки низконапорных водоводов выполнить из труб бесшовных по [ГОСТ 8732-78*](#) гр. В из стали 20 и отводов крутоизогнутых без внутреннего антикоррозионного покрытия с увеличенной толщиной стенки на коррозию, $\varnothing 114 \times 5$ и $\varnothing 89 \times 5$.

Нормативный срок службы трубопроводов с заводским внутренним антикоррозионным покрытием – не менее 25 лет.

Нормативный срок службы трубопроводов без антикоррозионного покрытия – не менее 20 лет.

9.2.3 Расчет безопасного ресурса эксплуатации трубопроводов

Остаточный ресурс трубопровода определяется согласно методике ОСТ 153-39.4-010-2002 по формуле 7.4:

$$\tau_{ост} = \frac{t_{min} - t_{отб}}{V_{ср}}, \text{ лет}$$

где t_{min} - принятая толщина стенки трубопровода, мм;

$t_{отб}$ - отбраковочная толщина стенки, мм;

$V_{ср}$ - средняя скорость коррозии, $V_{ср} = 0,1$ мм/год.

Расчет критической толщины стенки труб и деталей ВПТ при отбраковке определяется по формуле из приложения №2 ФНИП № 515 от 30.11.2017:

$$\delta_{отб} = \frac{nP \alpha D_H}{2(R_1 + nP)} \text{ или } \frac{R_2^H \cdot m_3}{R_1^H \cdot m_2} \geq 0,75 ;$$

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

Изм	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата	19z2015-PD-TKR1.2.TCH	Лист
							22

$$\delta_{отб} = \frac{nP \alpha D_H}{2(0,9R_2^H \cdot m_3 + nP)} \text{ или } \frac{R_2^H \cdot m_3}{R_1^H \cdot m_2} < 0,75,$$

где R_1^H - нормативное временное сопротивление металла труб,

$\delta_{отб}$ - отбраковочная толщина стенки, мм;

$R_1^H = 412$ МПа для стали 20 по ГОСТ 32585-2013;

R_2^H - нормативный предел текучести металла труб, $R_2^H = 245$ МПа для стали 20 по ГОСТ 32585-2013;

m_2 - коэффициент условий работы трубопровода, $m_2 = 0,9$;

m_3 - коэффициент работы материала трубопровода, $m_3 = 1,0$.

$$\frac{R_2^H m_3}{R_1^H m_2} = \frac{245 \cdot 1,0}{412 \cdot 0,9} = 0,66 \leq 0,75$$

следовательно

$$\delta_{отб} = \frac{nP \alpha D_H}{2(0,9R_2^H \cdot m_3 + nP)},$$

где n - коэффициент перегрузки рабочего давления, $n = 1,2$;

P - максимальное расчетное давление в трубопроводе, $P = 15,0$ МПа;

α - коэффициент несущей способности, для труб $\alpha = 1,0$;

D_H - наружный диаметр трубопровода, м;

$$\delta_{отб} = \frac{1,2 \cdot 1,05 \cdot 1,0 \cdot 0,089}{2 \cdot (0,9 \cdot 245 \cdot 1,0 + 1,2 \cdot 1,05)} = 0,00025 \text{ м} = 0,25 \text{ мм} - \text{ для трубы } \varnothing 89$$

$$\delta_{отб} = \frac{1,2 \cdot 1,05 \cdot 1,0 \cdot 0,114}{2 \cdot (0,9 \cdot 245 \cdot 1,0 + 1,2 \cdot 1,05)} = 0,00032 \text{ м} = 0,32 \text{ мм} - \text{ для трубы } \varnothing 114$$

По таблице 1, Приложения № 3 ФНИП № 515 от 30.11.2017 наименьшая допустимая толщина стенки ВПТ принимается 2,0 мм.

Принятая толщина стенки ВПТ – 5,0 мм.

Итого, остаточный ресурс трубопровода:

$$\tau_{ост} = (5,0 - 0,25) / 0,1 = 47,5 \text{ лет} - \text{ для трубопровода } \varnothing 89$$

$$\tau_{ост} = (5,0 - 0,32) / 0,1 = 46,8 \text{ лет} - \text{ для трубопровода } \varnothing 114$$

Исходные данные и результаты расчета ресурса безопасной эксплуатации трубопроводов приведены в таблице Таблица 9.4

Инов. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №							Лист	
			19z2015-PD-TKR1.2.TCH							23
			Изм	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата		

Таблица 9.4

Наименование трубопровода	Максимальное рабочее давление, МПа	Наружный диаметр, мм	Критическая отбраковочная толщина стенки, мм	Минимальная отбраковочная толщина стенки, мм	Принятая толщина стенки, мм	Ресурс трубопровода, лет
Низконапорный водовод	1,05	89	0,25	2,0	5,0	47,5
Низконапорный водовод	1,05	114	0,32	2,0	5,0	46,8

9.2.4 Проверочный расчет трубопровода на устойчивость

Условие прочности водовода определяется уравнением:

$$[\sigma_{прN}] < \Psi_2 R_1, \text{ где}$$

$$[\delta_{пр}] = 0,9973 \cdot 2450 = 2443,43 \text{ кгс/см}^2 \text{ – для } \varnothing 114$$

$$[\delta_{пр}] = 0,998 \cdot 2450 = 2445,10 \text{ кгс/см}^2 \text{ – для } \varnothing 89$$

$\sigma_{прN}$ - продольное напряжение, кгс/см²;

Ψ_2 - коэффициент, учитывающий двухосное напряженное состояние металла трубы;

R_1 - расчетное сопротивление растяжению металла трубы, кгс/см²,

$$\Psi_2 = \sqrt{1 - 0,75 \left(\frac{\sigma_{кц}}{R_1} \right)^2} - 0,5 \frac{\sigma_{кц}}{R_1}$$

$$\Psi_2 = \sqrt{1 - 0,75 \left(\frac{13,104}{2450} \right)^2} - 0,5 \frac{13,104}{2450} = 0,9973$$

$$\Psi_2 = \sqrt{1 - 0,75 \left(\frac{9,954}{2450} \right)^2} - 0,5 \frac{9,954}{2450} = 0,998$$

Кольцевые напряжения в трубопроводе:

$$\sigma_{кц} = \frac{nPD_{вн}}{2\delta_n}$$

$$\sigma_{кц} = \frac{1,2 \cdot 1,05 \cdot 10,4}{2 \cdot 0,5} = 13,104 \text{ кгс/см}^2 \text{ - для } \varnothing 114$$

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

Изм	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата	19z2015-PD-TKR1.2.TCH	Лист
							24

$$\sigma_{кц} = \frac{1,2 \cdot 1,05 \cdot 7,9}{2 \cdot 0,5} = 9,954 \text{ кгс/см}^2 \text{ - для } \emptyset 89$$

Продольные осевые напряжения:

$$\sigma_{прN} = -\alpha E \Delta t + \mu \frac{n P D_{вн}}{2 \delta_n}$$

где: n – коэффициент надежности, по нагрузке n = 1,2;

P – рабочее давление P = 105 кг/см²;

δ – расчетная толщина стенки, $\delta = 0,5$ см;

D_{вн} – внутренний диаметр трубы, D_{вн} = 10,4 см – для $\emptyset 114$, D_{вн} = 7,9 см – для $\emptyset 89$;

E – модуль упругости материала труб, E = 2,1 × 10⁶ кгс/см²;

α – коэффициент линейного расширения материала труб, $\alpha = 12 \times 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$;

η – коэффициент Пуассона, $\eta = 0,3$;

Δt – расчетный температурный перепад, °C.

Абсолютное значение максимального значения положительного $\Delta t_{(+)}$ или отрицательного $\Delta t_{(-)}$ температурного перепада, при котором толщина стенки определяется только из условий восприятия внутреннего давления, определяется:

$$\Delta t_{(+)} = \frac{\mu R_1}{\alpha E}$$

$$\Delta t_{(+)} = \frac{0,3 \cdot 2450}{12 \cdot 10^{-6} \cdot 2,1 \cdot 10^6} = 29,17^\circ$$

$$\Delta t_{(-)} = \frac{0,3 \cdot 2450}{12 \cdot 10^{-6} \cdot 2,1 \cdot 10^6} = 29,17^\circ\text{C}$$

$$\Delta t_{(-)} = \frac{R_1(1-\mu)}{\alpha E}$$

$$\Delta t_{(-)} = \frac{2450 \cdot (1-0,3)}{12 \cdot 10^{-6} \cdot 2,1 \cdot 10^6} = 68,05^\circ\text{C}$$

Для дальнейшего расчета принимаем большее из двух найденных значений, т.е. 68,05°C:

$$\sigma_{прN} = -12 \cdot 10^{-6} \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 68,05 + 0,3 \frac{1,2 \cdot 1,05 \cdot 10,4}{2 \cdot 0,8} = -1712,403 \text{ кгс/см}^2 \text{ - для } \emptyset 114$$

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

							19z2015-PD-TKR1.2.TCH	Лист
Изм	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата			25

$$\sigma_{\text{пр}N} = -12 \cdot 10^{-6} \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 68,05 + 0,3 \frac{1,2 \cdot 1,05 \cdot 7,9}{2 \cdot 0,8} = -1712,99 \text{ кгс/см}^2 - \text{ для } \varnothing 89$$

Знак «минус» указывает на наличие осевых сжимающих напряжений.

Так как $\sigma_{\text{пр}N} = -1712,403 \text{ кгс/см}^2 < [\sigma_{\text{пр}N}] = 2443,43 \text{ кгс/см}^2$, то условие прочности участка низконапорного водовода из стальной трубы $\varnothing 114 \times 5 \text{ мм}$ соблюдено.

Так как $\sigma_{\text{пр}N} = -1712,99 \text{ кгс/см}^2 < [\sigma_{\text{пр}N}] = 2445,10 \text{ кгс/см}^2$, то условие прочности участка низконапорного водовода из стальной трубы $\varnothing 89 \times 5 \text{ мм}$ соблюдено.

9.2.5 Проверочный расчет устойчивости трубопровода с учетом морозного пучения

Низконапорные водоводы укладываются в основном в суглинки тугопластичные, которые относятся к среднепучинистым грунтам, и в суглинки и глины со степенью влажности $Sr > 0,9$, которые относятся к сильнопучинистым грунтам.

Для данных участков водоводов выполняется проверочный расчет устойчивости трубопровода с учетом морозного пучения.

В каждом поперечном сечении трубопровода для номинальной толщины стенки трубы и соединительных деталей должны выполняться условия:

- в точках поперечного сечения, где фибровые продольные напряжения, определенные от расчетных нагрузок ($\sigma_{\text{пр}}$), сжимающие по формуле:

$$\frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_{\text{кш}} - \sigma_{\text{пр}})^2 + (\sigma_{\text{кш}} + \gamma_f p_n)^2 + (\sigma_{\text{пр}} + \gamma_f p_n)^2} \leq \bar{R}$$

Значения \bar{R} принимаются при совместном действии всех нагрузок силового и деформационного нагружения, включая сейсмические воздействия, пучение и морозобойное растрескивание – $1,5 R$.

Значение коэффициента надежности по нагрузке $\gamma_f = 1,5$.

Для трубопровода $\varnothing 114 \times 5$:

$$\begin{aligned} \delta_{\text{пр}} &= \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(13,104 - 2443,43)^2 + (13,104 + 1,5 \cdot 1,05)^2 + (2443,43 + 1,5 \cdot 1,05)^2} = \\ &= 189,42 \leq \frac{2450}{1,5} = 1633,3 \text{ кгс/см}^2 \end{aligned}$$

Для трубопровода $\varnothing 89 \times 5$:

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{пр}} &= \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(9,954 - 2445,10)^2 + (9,954 + 1,5 \cdot 1,05)^2 + (2445,10 + 1,5 \cdot 1,05)^2} = \\ &= 167,93 \leq \frac{2450}{1,5} = 1633,3 \text{ кгс/см}^2 \end{aligned}$$

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата	19z2015-PD-TKR1.2.TCH	Лист
							26
Инд. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №					

Вывод: так как условие выполняется, то дополнительные мероприятия против морозного пучения не требуются.

9.3 Характеристика параметров трубопроводов и описание технологических решений

Транспорт воды осуществляется непрерывно, круглосуточно, с расчетной продолжительностью технологического процесса 365 суток. Режим работы трубопровода - круглосуточный. Расчетное время работы с учетом остановки на регламентные работы и ремонт составляет 8400 часов (350 дней) в году.

Режим работы предприятия круглогодичный.

Технические решения, предусмотренные проектной документацией, представлены комплексом технологических, технических и организационных мероприятий, направленных в первую очередь на повышение эксплуатационной надежности, противопожарной и экологической безопасности проектируемых трубопроводов.

Основные технические решения по линейной части приняты по инженерно-геологическим и климатическим условиям района строительства, на основании задания на проектирование, с учетом гидравлического расчета водовода подтоварной воды. Принятые технические решения обеспечивают максимальную надежность и экологическую безопасность проектируемого трубопровода.

При выборе труб учитывались климатические характеристики района строительства. Выбор труб выполнен на основании расчета на прочность с учетом номенклатуры заводов-изготовителей.

С целью повышения надежности и безаварийности работы, проектной документацией для строительства низконапорных водоводов траншейным способом, предусмотрены трубы с заводским наружным трехслойным полимерным покрытием усиленного типа по [ГОСТ Р 51164-98](#) (конструкция № 1, таблица 1), футерованные внутри полиэтиленовой трубой. Для защиты внутреннего покрытия труб при монтаже от теплового воздействия при сварке, концы труб предусматриваются с наконечниками из коррозионностойкой стали, входящими в комплект поставки труб завода-изготовителя.

Принятые трубы обеспечивают высокую надежность на весь период эксплуатации. Срок эксплуатации, гарантированный заводом-изготовителем, составляет для стальных трубопроводов с внутренним покрытием – не менее 25 лет.

Проектной документацией принят подземный способ прокладки трубопроводов.

Разработку траншей выполнить согласно [СП 45.13330.2012](#).

Соединение труб – сварное встык. Соединение стальных труб и фасонных частей между собой контактной сваркой встык.

Для обслуживания трубопроводов и ликвидации аварий предусматривается полоса отвода земли для перемещения вездеходной техники.

Изн. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №
--------------	--------------	--------------

Изн.	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата	19z2015-PD-TKR1.2.TCH	Лист
							27

Надежность низконапорного водовода обеспечивается при соблюдении требований, направленных на обеспечение промышленной безопасности с учетом требований ФНиП «Правила безопасной эксплуатации внутрипромысловых трубопроводов», утвержденных приказом Ростехнадзора от 30.11.2017 № 515:

- конструкторские решения трубопровода (толщина стенки трубопровода, глубина заложения, применение защитного футляра (кожуха), наружное и внутреннее антикоррозионные изоляционные покрытия, средства электрохимзащиты) приняты согласно требованиям действующих норм;

- безопасность, в т. ч. пожарная, которая определяется назначением соответствующих безопасных расстояний от водовода до сооружений и трубопроводов, находящихся в зонах прохода водовода;

- качество строительства;

- стабильность положения низконапорного водовода в пространстве и во времени в течение всего срока эксплуатации.

Для особо опасных участков водовода проектной документацией предусматриваются специальные меры безопасности, снижающие риск аварии:

- увеличение толщины стенки трубопровода относительно расчетной;

- увеличение глубины залегания трубопровода при прохождении трассы водовода в сильнопучинистых грунтах;

- применение защитного кожуха (футляра) при пересечении автодорог;

- проведение предпусковой внутритрубной диагностики.

Инов. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №					19z2015-PD-TKR1.2.TCH	Лист
								28
			Изм	Кол.уч	Лист	№ док		Подп.

10 Основные требования к трассам водовода

Проектируемые промышленные низконапорные водоводы прокладываются преимущественно в одном коридоре с существующими коммуникациями, на минимально допустимом от них расстоянии согласно таблице 7 [ГОСТ Р 55990-2014](#), обеспечивающем сохранность существующих трубопроводов, ЛЭП и др. при строительстве, безопасность при проведении работ и надежность в процессе эксплуатации.

Расстояния от оси проектируемых водоводов до зданий, сооружений и других инженерных сетей приняты в зависимости от класса и диаметра трубопровода не менее значений, приведенных в таблице 6 [ГОСТ Р 55990-2014](#).

С учетом требований ФНиП «Правила безопасной эксплуатации внутрипромысловых трубопроводов», утвержденных приказом Ростехнадзора от 30.11.2017 № 515, выбор трассы и размещение объектов низконапорного водовода выполнен на основе результатов количественного анализа риска аварий с учетом природно-климатических особенностей территории, минимизации количества подводных переходов, распределения близлежащих мест заселения, гидрогеологических свойств грунтов, наличия близко расположенных производственных объектов, а также с учетом транспортных путей и коммуникаций, которые оказывают негативное влияние на безопасность трубопровода.

Инов. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №							Лист	
			19z2015-PD-TKR1.2.TCH							29
			Изм	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата		

11 Сведения о прокладке водовода

Прокладка водоводов – подземная. Водоводы, прокладываемые в глинистых и песчаных грунтах, укладываются на естественное основание. Обратная засыпка траншеи производится местным грунтом.

Соединение стальных футерованных труб осуществляется контактной сваркой встык.

При изготовлении футерованных труб, предназначенных под сварное соединение, внутрь трубы устанавливается наконечник из коррозионно-стойкой стали.

Наконечник состоит из стальной трубы с насечкой для опрессовки полиэтиленового покрытия. На стальной наконечник перед установкой наматывается алюминиевая фольга, играющая роль протекторной защиты полиэтилена при сварке стыка.

Для исключения повреждения проектируемых трубопроводов при эксплуатации устанавливается охранная зона в виде участка земли, ограниченного условными линиями, находящимися в 25 м от оси трубопровода с каждой стороны.

По трассе водоводов предусматривается установка указательных знаков, устанавливаемых на высоте $1,5 \div 2,0$ м от поверхности земли, в прямой видимости через 1000 м, на переходах через автодороги, на узле арматуры, на углах поворота и пересечениях с другими внутрипромысловыми трубопроводами и коммуникациями. Щит-указатель устанавливается в 1 метре от оси подземного проектируемого трубопровода или на его оси. Знак содержит следующую информацию:

- назначение, наименование трубопровода или входящего в его состав сооружения,
- местоположение оси трубопровода от основания знака,
- привязка знака на трассе (километр или пикет трассы),
- охранная зона трубопровода,
- номер телефона организации, эксплуатирующей трубопровод.

В соответствии с требованиями ФНиП в области промышленной безопасности «Правила безопасной эксплуатации внутрипромысловых трубопроводов» № 515 от 30 ноября 2017 г. по трассе водоводов имеются опасные участки:

- трасса низконапорного водовода «ПНС – куст № 111» проходит в сильнопучинистых грунтах на ПК0 ÷ ПК52+79,00, ПК59 ÷ ПК69+15,44;
- трасса низконапорного водовода «Точка врезки в водовод «ПНС - куст № 111» - куст № 104» проходит в сильнопучинистых грунтах на ПК0 ÷ ПК1+26,85;
- трасса низконапорного водовода «ПНС – куст № 111» проходит в торфяных грунтах на ПК62+19,60 ÷ ПК69+15,44;
- трасса низконапорного водовода «ПНС – куст № 111» на ПК 3+2,70 пересекает ручей без названия протяженностью 0,6 м;
- трасса низконапорного водовода «ПНС – куст № 111» пересекает автомобильные полевые и лесные дороги на ПК 1+43,90, ПК15+8,70, ПК21+64,40,

Взам. инв. №		Подл. и дата	Инов. № подл.							Лист
									19z2015-PD-TKR1.2.TCH	
	Изм	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата				

ПК32+81,30, ПК33+7,60, ПК43+73,90, ПК45+88,60, ПК49+19,60, ПК49+32,40,
ПК55+68,70 (по оси дороги).

Инва. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №							Лист
			19z2015-PD-TKR1.2.TCH						
Изм	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата				

12 Глубина заложения водовода

Минимальная глубина заложения промышленных низконапорных водоводов, транспортирующих подтоварную воду, принимается в зависимости от плотности (минерализации) воды, почвенных и климатических условий по табл.8 [ГОСТ Р 55990-2014](#).

При определении глубины укладки водовода учитывалась возможность уменьшения минерализации подтоварной воды и пересечения с существующими или проектируемыми подземными коммуникациями, проездами.

Глубина укладки водоводов, транспортирующих подтоварную воду, согласно п.9.3.1 [ГОСТ Р 55990-2014](#) и п.145 Руководства по безопасности «Рекомендации по устройству и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов» принята не менее 1,7 м до верха трубы (нормативной глубины промерзания глин) при сильнопучинистых грунтах.

Отдельные участки прокладки трассы трубопроводов сложены «слабыми» грунтами (торф сильноразложившийся ИГЭ-2а, суглинок текучепластичный ИГЭ-3а). Согласно п.7. технического отчета по результатам инженерно-геологических изысканий, а также таблицы 1 приложения 5 ВСН 51-3-85, грунты ИГЭ-2а являются надежным основанием для прокладки трубопроводов (категории А). Грунты ИГЭ-3а обладают достаточной несущей способностью (порядка 5 т/м², в зависимости от глубины прокладки) для восприятия веса наполненного продуктом трубопровода. Дополнительных мероприятий по увеличению несущей способности грунтов трассы низконапорных водоводов не требуется.

Изм	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата	19z2015-PD-TKR1.2.TCH	Лист
							32
Инва. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					

13 Решения по балластировке

Низконапорный водовод на ПК30+2,70 пересекает ручей без названия, на ПК12+10,46÷ПК12+33,44, ПК22+85,08÷ПК23+4,79, ПК29+93,99÷ПК30+7,07, ПК62+19,60÷ПК69+15,44 проходит по сырým участкам и болоту I типа.

В соответствии с п. 10.1.12 ГОСТ Р 55990-2014 данные участки водовода рассчитываются против всплытия (на устойчивость положения).

Расчет балластировки выполнен согласно ГОСТ Р 55990-2014, СП 36.13330.2012.

Выталкивающая сила воды, Н/м, приходящаяся на единицу длины полностью погруженного в воду трубопровода определяется по формуле:

$$q_e = \frac{\pi}{4} D_{н.и.}^2 \gamma_e g ,$$

Где:

$D_{н.и.}$ - наружный диаметр трубы с учетом изоляционного покрытия и футеровки, м;

γ_e - плотность воды с учетом растворенных в ней солей, кг/ м³;

$\gamma_e = 1178$ кг/м³;

$g = 9,81$ м/с².

Для трубопровода Ø89×5 выталкивающая сила воды $q_e = 42,17$ Н/м.

Вес трубопровода Ø89×5 без воды составляет 108,3 Н/м.

Для трубопровода Ø114×5 выталкивающая сила воды $q_e = 75,48$ Н/м.

Вес трубопровода Ø114×5 без воды составляет 140,87 Н/м.

Вес трубопровода больше выталкивающей силы воды, следовательно установка балластировочных устройств не требуется.

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №					Лист
			Изм	Кол.уч	Лист	№ док	

14 Размещение запорной арматуры

В соответствие с заданием на проектирование и требованиями [ГОСТ Р 55990-2014](#) на проектируемом водоводе предусмотрена установка запорной арматуры в узле арматуры, отключающем проектируемые низконапорные водоводы на куст № 111 и куст № 104.

Запорная арматура устанавливается надземно в узле арматуры.

Узел имеет металлическое сетчатое ограждение высотой не менее 2 м, калитку, замок. Конструкция ограждения решается в разделе КР. Уклоны поверхности в местах расположения узлов арматуры не превышают 15%, то есть выполнение вертикальной планировки площадок под узлы арматуры не требуется. Для удобства обслуживания, в пределах ограждения предусмотрена гравийная подсыпка.

К узлу управления запорной арматуры обеспечивается беспрепятственный доступ обслуживающего персонала. Площадка обслуживания должна содержаться в чистоте и исправном состоянии. Открывать и закрывать запорную арматуру разрешается по распоряжению ответственного лица с фиксацией в журнале осмотров или вахтенном журнале.

В качестве запорной арматуры на трубопроводах используются задвижки дисковые типа ЗД 80-40, PN21 МПа.

Рекомендуемый завод изготовитель ЗАО «Технология», г. Воткинск.

Характеристика запорной арматуры приведена в таблице Таблица 14.1

Таблица 14.1

Обозначение арматуры	Характеристика	Показатель
ЗД 80-40	Рабочее давление, МПа (кгс/см ²)	4,0 (40)
	Условный проход, мм	65
	Класс герметичности затвора по ГОСТ 9544-2015	A
	Привод	ручной
	Климатическое исполнение по ГОСТ 15150-69	УХЛ1
	Температура рабочей среды	Не более +120°C
	Исполнение по коррозионной стойкости	K1
	Тип присоединения	фланцевый
	Установленный срок службы	Не менее 30 лет

Информация о месте установки узлов арматуры приведена в таблице Таблица 14.2

Таблица 14.2

Номер узла арматуры	Место установки	Пикет

Взам. инв. №	Подп. и дата	Инва. № подл.					Лист
						19z2015-PD-TKR1.2.TCH	
Изм	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата	34	

Номер узла арматуры	Место установки	Пикет
Низконапорный водовод «ПНС – куст № 111»		
1	Отмыкание на куст № 111	ПК45+62,50
Низконапорный водовод «Точка врезки в водовод «ПНС-куст №111» - куст №104»		
1	Отмыкание на куст № 104	ПК0+00,00

Инов. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №

Изм	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата

19z2015-PD-TKR1.2.TCH

Лист

35

15 Переходы водоводов через естественные и искусственные преграды, пересечения с существующими коммуникациями

При пересечении с подземными коммуникациями водоводы прокладываются траншейным способом. Пересечение проектируемых водоводов с существующими коммуникациями предусматривается под углом не менее 60° согласно п. 8.10 [ГОСТ Р 55990-2014](#).

При пересечении водоводов с существующими коммуникациями, земляные работы по 2 метра в обе стороны необходимо производить вручную, расстояние по вертикали (в свету) между водоводом и подземными коммуникациями предусматривается не менее:

- 0,35м - для промышленных трубопроводов,
- 0,50м - для кабелей.

В соответствии с п.6.1.21 СП 45.13330.2017 при пересечении разрабатываемых траншей с действующими коммуникациями, незащищенными от механических повреждений, разработка грунта землеройными машинами предусматривается на следующих минимальных расстояниях:

- для подземных и воздушных линий связи, каналов и коллекторов - 0,5м от боковой поверхности и 0,5м над верхом коммуникаций с их предварительным обнаружением с точностью не более 0,25м;

- для силовых кабелей, магистральных трубопроводов и прочих подземных коммуникаций - 2м от боковой поверхности и 1м над верхом коммуникаций с их предварительным обнаружением с точностью не более 0,5м.

Оставшийся грунт разрабатывается с применением ручных безударных инструментов или специальных средств механизации.

Отметка верха трубопровода при пересечении водных преград принимается на 0,5 м ниже прогнозируемого предельного профиля размыва русла рек, определяемого на основании инженерных изысканий с учетом возможных деформаций русла в течение 25 лет после окончания строительства перехода, но не менее 1,0 м от естественных отметок дна водоема.

Защита трубопровода при пересечении водных преград выполняется по верху траншеи каменной наброской толщиной 25 см и шириной 3 м.

Участки промышленных низконапорных водоводов на переходах через автомобильные дороги прокладываются в защитных футлярах (кожухах) открытым способом. Футляры (кожухи) предусматриваются из стальных электросварных труб Ø377×10 и Ø325×10 группы В ст.10 класса прочности К34 по [ГОСТ 10704-91/ГОСТ 10705-80*](#). Защита изоляционного покрытия трубопровода в футляре предусмотрена с помощью спейсеров из полиамида, изготавливаемых по ТУ 2291-034-00203803.

Для герметизации пространства между футляром и трубопроводом предусмотрены манжеты резинотканевые по ТУ 2531-007-01297858-2002 с защитным укрытием манжет скальным листом по ТУ 2246-004-56755147-2006.

Пересечение проектируемых трубопроводов с автодорогами предусматривается под углом, близким к 90°, но не менее 60°. Глубина заложения

Изн. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №							Лист
			19z2015-PD-TKR1.2.TCH						
Изм	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата				

– не менее 1,4 м от верха покрытия дороги до верхней образующей защитного футляра, от дна кювета до верхней образующей защитного футляра – не менее 0,5 м. Концы футляра выводятся на расстояние не менее 5 м от бровки земляного полотна.

Пересечения проектируемых подземных водоводов с ВЛ выполнены в соответствии с требованиями п.п. 2.5.287, 2.5.288 ПУЭ.

Угол пересечения низконапорных водоводов с ВЛ не нормируется. Расстояние по горизонтали при пересечении, сближении и параллельном следовании проектируемого водовода от подземной части опоры ВЛ-35 кВ принимается в соответствии с таблицей 2.5.40 ПУЭ и составляет не менее 2 м.

При пересечении водоводов с ВЛ-35 кВ нагнетательный водовод прокладывается в защитном футляре (кожухе) из стальных электросварных труб $\varnothing 377 \times 10$ и $\varnothing 325 \times 10$ группы В ст.10 класса прочности К34 по [ГОСТ 10704-91/ГОСТ 10705-80*](#).

В местах пересечения проектируемых водоводов с автодорогами и подземными коммуникациями устанавливаются специальные знаки в соответствии с требованиями ФНиП в области промышленной безопасности «Правила безопасной эксплуатации внутрипромысловых трубопроводов» № 515 от 30 ноября 2017 г.

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №							Лист	
			19z2015-PD-TKR1.2.TCH							37
			Изм	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата		

16 Мероприятия по защите от коррозии

Для защиты от почвенной коррозии проектируемые водоводы приняты из стальных труб с заводским наружным трехслойным полимерным покрытием усиленного типа по [ГОСТ Р 51164-98](#) (конструкция № 1, таблица 1), а также предусмотрены средства электрохимзащиты.

Для защиты от коррозии сварных стыков в полевых условиях предусматривается их изоляция лентой антикоррозионной полимерно - асвольной. Рекомендуемый тип антикоррозионной ленты – «ЛИАМ-3» по [ГОСТ 52602-2006](#). Перед нанесением ленты «ЛИАМ-3» на сварные стыки наносится асвольная грунтовка по ТУ 2312-021-16802026-2000. Рекомендуемая методика нанесения изоляции на сварные стыки - инструкция НИЦ «Поиск».

Для защиты оборудования и неизолированного трубопровода от блуждающих токов, в местах опусков трубопровода в землю, предусмотрена установка изолирующего фланцевого соединения.

Для защиты футляров при переходах через автодороги от почвенной коррозии предусматриваются средства электрохимзащиты и наружная ленточно-полимерная изоляция усиленного типа по [ГОСТ Р 51164-98](#), номер конструкции 19, таблица 1.

Для защиты от атмосферной коррозии надземных участков стальных трубопроводов и арматуры предусматривается их окраска согласно СТП 09-001-2013 «Единая система защиты от коррозии и старения. Стандарт предприятия по применению фирменного стиля на объектах ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ». Книга вторая. Антикоррозийная защита статического оборудования и сооружений на объектах ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ».

Подготовка стальной поверхности под окрашивание выполняется абразивно-струйной очисткой. Гарантируемый срок службы лакокрасочного покрытия – не менее 5 лет.

Состав антикоррозийного покрытия – двухупаковочной эпоксидной грунтовкой ИЗОЛЭП-primer в 1 слой (1x140 мкм) по 1 слою одноупаковочной полиуретановой эмали Политон УР (1x60 мкм).

Инов. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №							Лист	
			19z2015-PD-TKR1.2.TCH							38
			Изм	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата		

17 Решения по теплоизоляции

В связи с тем, что в качестве рабочего агента для системы ППД Касибского нефтяного месторождения используется подтоварная вода с высокой степенью минерализации и пониженной температурой замерзания, также в связи с непрерывным круглосуточным режимом работы системы ППД, и исходя из опыта эксплуатации трубопроводов и оборудования системы поддержания пластового давления Заказчиком ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ» в Пермском Крае, все проектируемое оборудование системы ППД (устьевая арматура нагнетательной скважины), надземные участки трубопроводов и арматура предусматриваются без теплоизоляции.

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №							Лист
			Изм	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата	

18 Монтаж и испытание водовода

Строительство, монтаж и испытание трубопроводов выполнить в соответствии с [ГОСТ Р 55990-2014](#), [СНиП 12-04-2002](#), II часть ; [ВСН 011-88](#) и Правил безопасности в нефтяной и газовой промышленности (Приказ Ростехнадзора № 101 от 12.03.2013 г.).

С целью предупреждения загрязнения полости и снижения затрат на последующую очистку строительно-монтажные организации в процессе строительства принимают меры, исключающие попадание внутрь трубопровода воды, снега, грунта и посторонних предметов.

После окончания строительства трубопроводов производится контроль сварных соединений, очистка полости трубопроводов, и трубопроводы подвергаются гидравлическому испытанию на прочность и герметичность.

Работы по очистке полости и испытанию промысловых водоводов предусматриваются в соответствии с требованиями [ВСН 011-88](#) «Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Очистка полости и испытание».

Для водоводов очистка полости предусматривается промывкой водой. Необходимый объем воды для промывки и гидравлического испытания низконапорных водоводов предусматривается привозной с УППН.

Для подачи воды по трассе водовода предусмотрена установка задвижек с ковером.

Для слива воды в пониженных местах по трассе водоводов предусмотрено по 1 задвижке с ковером на каждый участок трубопровода.

Промывка считается законченной, когда из сливного патрубка выходит струя незагрязненной жидкости.

Промывка, как правило, совмещается с удалением воздуха и заполнением водой трубопровода для гидравлического испытания.

Давление и время испытания, объем контроля сварных стыков по водоводам и их участкам в соответствии с требованиями [ГОСТ Р 55990-2014](#) и «Рекомендаций по устройству и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов» приведены в таблице Таблица 18.1

Таблица 18.1

Наименование водовода или его участка (этапы испытаний)	Нормативный документ	Категория водовода (или его участка)	Параметры испытания на прочность гидравлическим способом		Количество сварных стыков, подлежащих контролю физическими методами, %		
			В верхней точке	Продолжительность испытания, час	Всего	Радиографический	Магнитографический или ультразвуковой
Низконапорный водовод, $P_{раб.}=1,05$ МПа							

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

Изм	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата	19z2015-PD-TKR1.2.TCH	Лист
							40

Наименование водовода или его участка (этапы испытаний)	Нормативный документ	Категория водовода (или его участка)	Параметры испытания на прочность гидравлическим способом		Количество сварных стыков, подлежащих контролю физическими методами, %		
			В верхней точке	Продолжительность испытания, час	Всего	Радиографический	Магнитографический или ультразвуковой
-промысловая часть (в 1 этап)	Таблица 21 ГОСТ Р 55990-2014	Н	I этап 1,1 P _{раб} (1,155 МПа)	12	100	100	-
- участки перехода через автомобильные дороги общего пользования и подъездные дороги к промышленным предприятиям IV, V категории, внутренние автомобильные дороги промышленных предприятий и организаций (в 2 этапа: первый этап - после укладки и засыпки, второй этап – одновременно с испытанием трубопровода)	Таблица 21 ГОСТ Р 55990-2014	С	I этап 1,25 P _{раб} (1,3125 МПа)	6	100	100	-
			II этап 1,1 P _{раб} (1,155 МПа)	12	100	100	-
- узлы линейной запорной арматуры, а также примыкающие к ним участки трубопроводов длиной 250 м, - трубопроводы на участках подхода к площадкам НС в пределах 250 м от ограждения (в 2 этапа: первый этап - после укладки и засыпки, второй этап – одновременно с испытанием трубопровода)	Таблица 21 ГОСТ Р 55990-2014	С	I этап 1,25 P _{раб} (1,3125 МПа)	6	100	100	-
			II этап 1,1 P _{раб} (1,155 МПа)	12	100	100	-
- пересечения с нефтепроводами, нефтепродуктопроводами, газопроводами и канализационными коллекторами на длине 200 м по обе стороны от пересечения (в 1 этап)	Таблица 21 ГОСТ Р 55990-2014	Н	I этап 1,1 P _{раб} (1,155 МПа)	6	100	100	-

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

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата

Наименование водовода или его участка (этапы испытаний)	Нормативный документ	Категория водовода (или его участка)	Параметры испытания на прочность гидравлическим способом		Количество сварных стыков, подлежащих контролю физическими методами, %		
			В верхней точке	Продолжительность испытания, час	Всего	Радиографический	Магнитографический или ультразвуковой
Переходы через водные преграды (в 1 этап)	Таблица 21 ГОСТ Р 55990-2014	Н	I этап 1,1 P _{раб} (1,155 МПа)	12	100	100	-

Проверку на герметичность участка или трубопровода в целом производят после испытания на прочность путем снижения испытательного давления до проектного рабочего и его выдержки в течение времени, необходимого для осмотра трассы, но не менее 12 ч.

Вода после промывки и испытания трубопроводов перекачивается в спецавтотехнику и вывозится на существующие очистные сооружения НГСП-1212 «Чашкино».

Проектные решения по проведению промывки и испытания трубопроводов приведены в разделе ПОС данного проекта.

При гидравлических испытаниях и удалении воды из трубопроводов после испытаний устанавливаются зоны безопасности согласно таблице Таблица 18.2 и обозначаются на местности предупредительными знаками.

Таблица 18.2

Условный диаметр трубопровода, мм	Радиус опасной зоны в обе стороны от трубопровода, м	Радиус опасной зоны в направлении возможного отрыва заглушки от торца трубопровода, м
80	100	900
100	100	900

По завершении строительства, испытания на прочность и проверки на герметичность низконапорных водоводов осуществляется комплексное опробование. Заполнение трубопровода транспортируемой средой и его работа после заполнения в течение 72 часов считаются комплексным опробованием трубопровода. Заполнение и комплексное опробование проводится в соответствии с планом мероприятий.

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

											Лист
											42
Изм	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата	19z2015-PD-TKR1.2.TCH					

19 Противокарстовые мероприятия

В соответствие с отчетом по инженерным изысканиям «Строительство и обустройство скважин Касибского месторождения (кусты №№ 104, 111)», карстовые явления по трассе проектируемых низконапорных водоводов отсутствуют.

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №					Лист	
								19z2015-PD-TKR1.2.TCH
			Изм	Кол.уч	Лист	№ док		

20 Показатели и характеристики технологического оборудования и устройств линейного объекта

Для обслуживания трубопровода и ликвидации аварий предусматривается полоса отвода земли для перемещения вездеходной техники.

Надежность низконапорных водоводов обеспечивается при соблюдении следующих требований:

- конструкторские решения трубопровода (толщина стенки трубопровода, глубина заложения, изоляционные покрытия и т.д.) приняты согласно требованиям действующих норм;

- безопасность, в т. ч. пожарная, которая определяется назначением соответствующих безопасных расстояний от нефтепровода до сооружений и трубопроводов, находящихся в зонах прохождения нефтепровода;

- качество строительства;

- стабильность положения низконапорных водоводов в пространстве и во времени в течение всего срока эксплуатации.

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №							Лист	
			19z2015-PD-TKR1.2.TCH							44
			Изм	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата		

21 Перечень мероприятий по энергосбережению

В данной проектной документации отсутствуют проектируемые источники потребления электроэнергии, поэтому мероприятия по энергосбережению не предусматриваются.

Инов. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №							Лист
									45
Изм	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата	19z2015-PD-TKR1.2.TCH			

22 Обоснование количества и типов оборудования, в том числе грузоподъемного, транспортных средств и механизмов, используемых в процессе строительства линейного объекта

Сведения об оборудовании, грузоподъемных, транспортных средствах и механизмах, используемых в процессе строительства, приведены в томе 5.3 (19z2015-PD-POS3).

Инов. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №					Лист
			Изм	Кол.уч	Лист	№ док	

23 Сведения о численности и профессионально-квалификационном составе персонала с распределением по группам производственных процессов, число и оснащенность рабочих мест

Обслуживание скважин кустовых площадок №№ 104, 111 и система ППД Касибского месторождения находятся в зоне ответственности бригады по добыче нефти и газа № 1207 ЦДНГ-12 ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ».

Дополнительной численности для обслуживания проектируемых объектов не требуется.

Обслуживание проектируемых сооружений предусматривается периодическим объездом бригадой по добыче нефти и газа № 1207.

Численность бригады по добыче нефти и газа № 1207 – 45 чел., в том числе:

- мастер по добыче нефти, газа и конденсата – 2 чел.;
- оператор по добыче нефти и газа 6 разряда – 1 чел.;
- оператор по добыче нефти и газа 5 разряда – 12 чел.;
- оператор по добыче нефти и газа 4 разряда – 30 чел.

Организация и оснащение рабочих мест соответствует требованиям нормативных и правовых актов по охране труда и обеспечивает удобство, оперативность и надежность обслуживания проектируемых сооружений и трубопроводов.

Постоянные рабочие места на проектируемых объектах (площадках скважин) не предусматриваются.

Временные рабочие места (зоны обслуживания) – узел арматуры, запорная арматура на нагнетательной скважине. Проектной документацией предусматривается организация 3 непостоянных рабочих места (рабочей зоны) с пребыванием не более 1 часа в смену (2 часов в сутки).

Основными обязанностями операторов является периодическое наблюдение за ходом технологического процесса, снятие показаний приборов.

Оснащение инструментом и оборудованием должно соответствовать «Табелю оснащенности рабочих мест в ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ». Дополнительное оснащение рабочих мест не предусматривается.

Мелкий ремонт выполняется бригадой по добыче нефти и газа, обслуживающей месторождение.

Текущий ремонт оборудования узлов и агрегатов выполняется выездными бригадами баз промысла, расположенными на площадках ЦДНГ-12 и сервисными организациями.

Персонал бригады по добыче нефти и газа № 1207 базируется в опорном пункте бригады, где имеются раздевалка, сантехнический узел, комната приема пищи.

В здании опорного пункта бригады имеется необходимое количество душевых и санузлов для требуемого количества работающих. Также работающие обеспечены местами в сушилке, необходимым количеством шкафчиков для чистой и рабочей одежды.

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

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата	19z2015-PD-TKR1.2.TCH	Лист
							47

К кустам скважин предусматривается автодорога для проезда техники, на территории кустов скважин предусмотрены проезды и площадки обслуживания.

Обслуживающий персонал снабжается переносными газоанализаторами, при помощи которых производится контроль рабочей среды во время обслуживания оборудования и при производстве ремонтных работ.

Персонал, обслуживающий непостоянные рабочие места, приезжает с опорного пункта бригады на специальном транспорте с утепленным кузовом закрытого фургонного типа, оборудованным складным столом, системой отопления, биотуалетом, запасом бутилированной питьевой воды и влажными одноразовыми салфетками, обеспечивающим соблюдение санитарно-гигиенических условий для персонала. Температура воздуха в салоне составляет 20-25°C. Применение данного спецтранспорта обеспечивает доступность туалетов (не далее 150 м), запас питьевой воды и помещение для обогрева при обслуживании объектов проектирования.

Сооружения системы ППД не являются источниками загрязнения атмосферного воздуха, следовательно вредные выбросы в атмосферу от проектируемых сооружений системы ППД отсутствуют (смотри раздел 14 данного тома).

Сооружения системы ППД не являются источниками образования отходов, отходы при их эксплуатации отсутствуют (смотри раздел 14 данного тома).

Общая оценка условий труда каждого работника, занятого эксплуатацией трубопроводов системы ППД, в соответствии с Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерий и классификация условий труда приведена в томе 3.4.

Медицинское обслуживание работников осуществляется в здравпункте, расположенном в здании административно-бытового корпуса ЦДНГ № 12, и в ближайших медицинских учреждениях. Горячее питание организуется в комнате приема пищи опорного пункта бригады.

Инов. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №					Лист
Изм	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата	19z2015-PD-TKR1.2.TCH	48

24 Перечень мероприятий, обеспечивающих соблюдение требований по охране труда при эксплуатации производственных объектов

С целью создания нормальных санитарно-гигиенических условий, соблюдения правил охраны труда и снижения степени риска предприятия предусматриваются следующие мероприятия:

- герметизированная схема транспорта воды;
- трубопроводы и арматура приняты стальные на давление, превышающее технологическое;
- повышенная толщина стенки трубопроводов относительно расчетной;
- надземные стальные трубопроводы, оборудование и арматура покрываются краской для защиты от атмосферной коррозии в соответствии с СТП 09-001-2013 «Стандарт предприятия по применению фирменного стиля на объектах ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ».
- система неразрушающего контроля соединений стальных трубопроводов и несущих конструкций;
- испытание оборудования и трубопроводов после монтажа и ремонта;
- расположение проектируемых сооружений и трубопроводов с учетом требований действующих норм и правил;
- устройство подъездов ко всем технологическим объектам;
- ремонт трубопровода производится только после его отключения и сброса давления;
- оснащение проектируемых объектов первичными средствами пожаротушения;
- заземление оборудования и трубопроводов;
- переносные газоанализаторы, при помощи которых производится контроль рабочей среды во время обслуживания оборудования и при производстве ремонтных работ;
- обязательный контроль качества выполнения строительно-монтажных работ;
- согласно паспортным данным заводов-изготовителей срок службы запорной арматуры – не менее 30 лет, трубопроводов с заводским антикоррозионным покрытием – не менее 25 лет, стальных трубопроводов – не менее 20 лет;
- предусмотренные проектной документацией арматура и трубопроводы имеют сертификаты соответствия.

Для соблюдения правил техники безопасности и охраны труда проектируемые сооружения оснащаются приборами контроля давления и расхода.

Инов. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №							Лист	
			19z2015-PD-TKR1.2.TCH							49
			Изм	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата		

25 Обоснование принятых в проектной документации автоматизированных систем управления технологическими процессами, автоматических систем по предотвращению нарушения устойчивости и качества работы линейного объекта

По техническим условиям заказчика не предусматриваются автоматизированные системы управления. Контроль состояния трубопровода осуществляется наружным осмотром и по показаниям приборов, измеряющих давление.

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №					Лист	
								19z2015-PD-TKR1.2.TCH
			Изм	Кол.уч	Лист	№ док		

26 Описание решений по организации ремонтного хозяйства, его оснащенность

Объемы ремонтных работ на трубопроводах и сроки их выполнения определяются по результатам осмотров, диагностических обследований, ревизий, по прогнозируемым режимам транспортировки воды, установленным предельным рабочим давлениям, анализу эксплуатационной надежности, актов-предписаний надзорных органов в соответствии с местными условиями и требованиями безопасности. Организация ремонтных работ на трубопроводах осуществляется в соответствии с “Системой технического обслуживания и ремонта промышленных трубопроводов ООО “ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ”, а также в соответствии с иными действующими нормативными документами. Ремонт трубопроводов подразделяется на планово-предупредительный и аварийный.

Планово-предупредительный ремонт выполняется в соответствии с программами текущего и капитального ремонтов, утверждаемыми Первым Заместителем Генерального директора - Главным инженером ООО “ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ”.

Текущий ремонт – минимальный по объему и содержанию плановый ремонт, осуществляемый в процессе эксплуатации и заключающийся в систематически и своевременно проводимых работах по предупреждению преждевременного износа линейных сооружений, по устранению мелких повреждений и неисправностей. Текущий ремонт подразделяется на:

- профилактический, количественно и качественно определенный и планируемый заранее по объему и выполнению;
- непредвиденный, выявленный в процессе эксплуатации и выполненный в срочном порядке.

К текущему ремонту трубопроводов относятся:

- ликвидация мелких повреждений земляного покрова над трубопроводами;
- устройство и очистка водоотводных канав, вырубка кустарников;
- очистка внутренних полостей трубопроводов от парафина, грязи, воды и воздуха;
- проверка состояния и ремонт изоляции трубопроводов шурфованием;
- ревизия и ремонт запорной арматуры, связанные с заменой сальника и смазки;
- ремонт ограждений, береговых укреплений, переходов трубопроводов через водные преграды;
- проверка фланцевых соединений, крепежа, уплотнительных колец;
- замер толщин стенок трубопроводов ультразвуковым толщиномером;
- подготовка линейных объектов трубопроводов к эксплуатации в осенне-зимних условиях, в период весеннего паводка и устранение мелких повреждений, причиненных весенним паводком;
- окраска линейных сооружений.
- Мероприятия по текущему ремонту трубопроводов проводятся в основном без остановки перекачки.

Инов. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №

Изм	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата	19z2015-PD-TKR1.2.TCH	Лист
							51

Капитальный ремонт – наибольший по объему и содержанию плановый ремонт, который проводится при достижении предельных величин износа в линейных сооружениях и связан с полной разборкой, восстановлением или заменой изношенных или неисправных составных частей сооружений.

К капитальному ремонту линейной части трубопроводов относятся:

- все работы, выполняемые при текущем ремонте;
- вскрытие траншей трубопроводов, осмотр и частичная замена изоляции;
- ремонт или замена дефектных участков трубопроводов и запорной арматуры, их переиспытание и электрификация арматуры;
- замена фланцевых соединений, кронштейнов, опор и хомутов с последующим креплением трубопроводов к ним;
- просвечивание сварных швов;
- продувка или промывка, испытание трубопроводов на прочность и плотность;
- окраска надземных частей трубопроводов;
- ремонт колодцев и ограждений;
- берегоукрепительные и дноукрепительные работы на переходах трубопроводов через водные преграды;
- сооружение защитных кожухов на пересечениях с автомобильными дорогами;
- ремонт и сооружение новых защитных противопожарных сооружений.

Техническое обслуживание и текущий ремонт трубопроводов осуществляются силами ООО “ЦТС” согласно составленных и утвержденных месячных планов работ. Текущий ремонт выполняется в соответствии с планом организационно-технических мероприятий согласованных с директором ООО “ЦТС” и утвержденных Первым Заместителем Генерального директора - Главным инженером ООО “ЛУКОЙЛ-ПЕРМЬ”.

Капитальный ремонт трубопроводов выполняется силами сторонних специализированных организаций. Капитальный ремонт трубопроводов выполняется в соответствии с проектно-сметной документацией.

Ремонты трубопроводов должны осуществляться в соответствии с требованиями действующей нормативно-технической документации. На используемые для выполнения ремонтных работ материалы и изделия должны быть документы (паспорта, сертификаты), удостоверяющие их качество и соответствие условиям применения.

Работы по ликвидации аварий и инцидентов на трубопроводах выполняются силами бригады оперативно-ремонтных работ ООО “ЦТС”, а последствия аварий и инцидентов – совместно, силами ЦДНГ № 12 и ООО “ЦТС”.

Все аварийно-восстановительные работы должны выполняться с соблюдением действующих норм и правил по промышленной безопасности, охране труда и охране окружающей среды. Все оборудование, транспорт и имущество, предназначенное для выполнения аварийно-восстановительных работ, должно находиться в постоянной исправности и готовности к немедленному выезду и применению. Закрепленную для этих целей технику использовать не по назначению запрещается. Техническое оснащение бригады

Изн. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №

Изн.	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата	19z2015-PD-TKR1.2.TCH	Лист
							52

оперативно-ремонтных работ устанавливается РД 39-0147103-376-86. Количество и специальности персонала бригады должны соответствовать действующим нормативам на выполнение ремонтных работ, а также количеству водителей, машинистов и мотористов, необходимых для эксплуатации транспортных и ремонтных технических средств. При определении численности персонала предусматривается возможность замены рабочих при выполнении несложных работ и совмещения профессий работниками высокой квалификации.

Сведения о проведенных ремонтных работах в пятнадцатидневный срок должны быть внесены в исполнительную техническую документацию и паспорта (эксплуатационные журналы) трубопроводов.

Инов. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №							Лист	
										19z2015-PD-TKR1.2.TCH
			Изм	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата		

27 Обоснование технических решений по строительству в сложных инженерно-геологических условия

Так как условие проверочного расчета устойчивости трубопровода с учетом морозного пучения выполняется (смотри п.9.2.4), то дополнительные мероприятия против морозного пучения не требуются.

Отдельные участки прокладки трассы трубопроводов сложены «слабыми» грунтами (торф сильноразложившийся ИГЭ-2а, суглинок текучепластичный ИГЭ-3а). Согласно п.7. технического отчета по результатам инженерно-геологических изысканий, а также таблицы 1 приложения 5 ВСН 51-3-85, грунты ИГЭ-2а являются надежным основанием для прокладки трубопроводов (категории А). Грунты ИГЭ-3а обладают достаточной несущей способностью (порядка 5 т/м², в зависимости от глубины прокладки) для восприятия веса наполненного продуктом трубопровода. Дополнительных мероприятий по увеличению несущей способности грунтов трассы низконапорных водоводов не требуется.

Инов. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №							Лист	
										19z2015-PD-TKR1.2.TCH
			Изм	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата		

Таблица регистрации изменений

Таблица регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в док.	Номер док.	Подпись	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулирован ных				

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата

Взам. инв. №

Подл. и дата

Инв. № подл.

19z2015-PD-TKR1.2.TCH

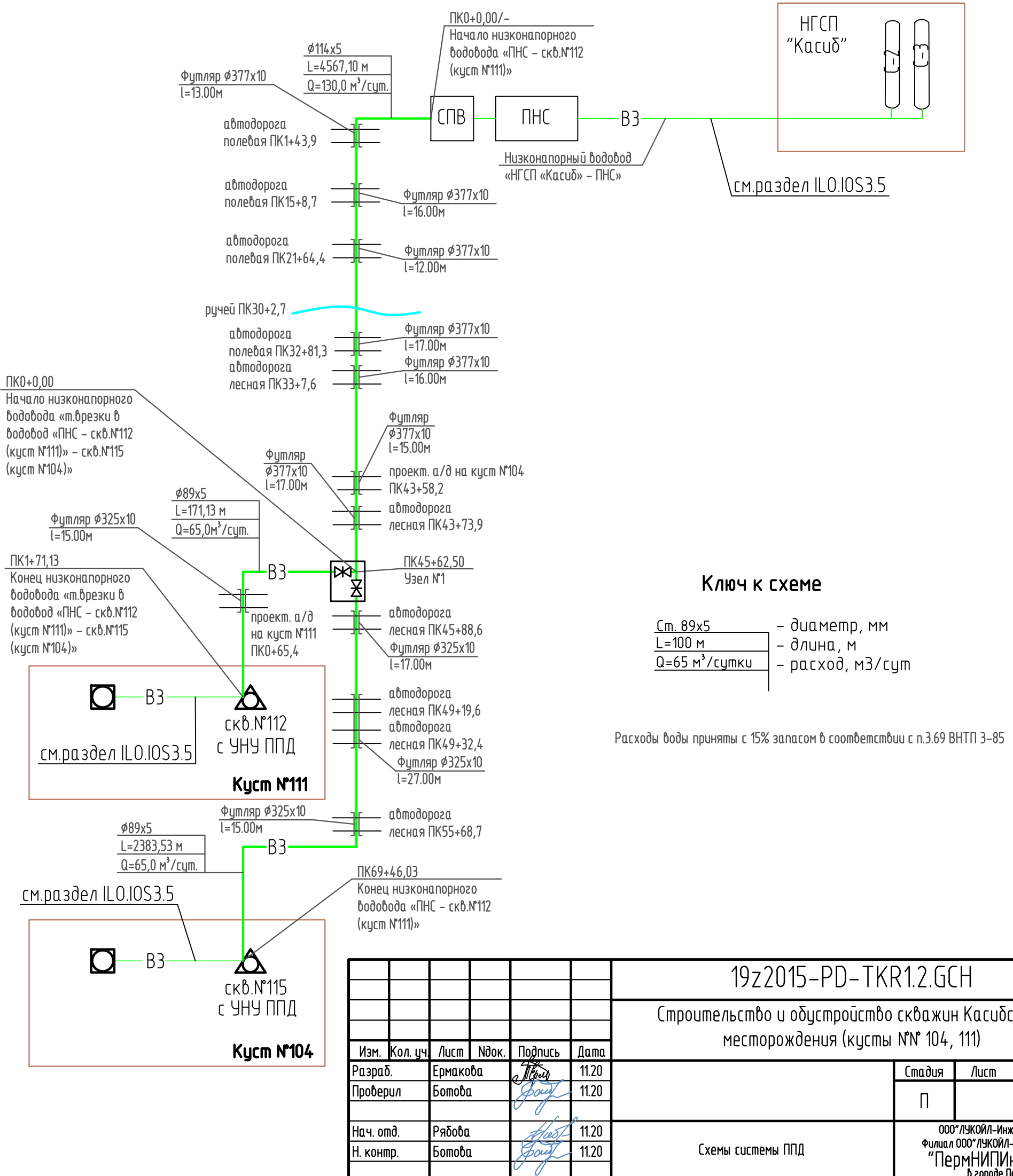
Лист

55

Условные обозначения и изображения

Условные обозначения	Наименование
	Проектируемые:
□	Куст скважин
□	Водозаборная скважина
△	Нагнетательная скважина
СПВ	Система подготовки воды
ПНС	Подпорная насосная станция
	Проектируемые водоводы:
— ВЗ —	Низконапорный водовод

Принципиальная схема системы ППД проектируемых кустов №№111, 104 Касибского месторождения



Согласовано	
Инв.Н. подл.	
Подпись и дата	
Взам. инв.Н	

19z2015-PD-TRK1.2.GCH					
Строительство и обустройство скважин Касибского месторождения (кусты №№ 104, 111)					
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разраб.		Ермакова		<i>[Signature]</i>	11.20
Проверил		Ботова		<i>[Signature]</i>	11.20
Нач. отд.		Рябова		<i>[Signature]</i>	11.20
Н. контр.		Ботова		<i>[Signature]</i>	11.20
				Схемы системы ППД	
			Стадия	Лист	Листов
			П		1
ООО "ЛУКОЙЛ-Инжиниринг" Филиал ООО "ЛУКОЙЛ-Инжиниринг" "ПермНИПнефть" в городе Перми					