К А Т Э К
проектно-исследовательская компания
Проекто-исследовательская компания
товарищество с ограниченной ответственностью

Арх.N32-4.6-2021

Строительство подводящего газопровода и газораспределительных сетей в селе Кызылсуат Целиноградского района Акмолинской области

Чертежи
Рабочий проект
Электрохимическая защита

200065-00-2020-06-17-4.6-ЭХЗ
1-пусковой комплекс

Том IV Книга 4.6

2021-2022 гг.

К А Т Э К

ПРОЕКТНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ КОМПАНИЯ

ТОВАРИЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ

Государственная лицензия 01 ГСЛ № 001227

Арх.№32-4.6-2021

«Строительство подводящего газопровода и газораспределительных сетей в селе Кызылсуат Целиноградского района Акмолинской области»

ЧЕРТЕЖИ

Рабочий проект

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА

200065-00-2020-06-17-4.6-ЭХЗ
1- пусковой комплекс

Том IV Книга 4.6

Генеральный директор **К. Нупов**

Главный инженер проекта **И. Ягафарова**

2021-2022

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Настоящий проект защиты газопровода от электрохимической коррозии выполнено в соответствии с Гост 9.602–2016, СН РК 3.05–01–2013.
Исходными данными послужили – планы газопровода, технические условия и геологические исследования проведенные в данном районе.
Защите подлежат: – стальные трубы газопровода Д 89мм, протяженностью 1.1км;
– футляры Д 159мм.
Согласно данных инженерных изысканий коррозионная активность грунта изменяется от низкой до высокой.
В соответствии с Техническими условиями и нормативной документацией необходимо предусмотреть защиту стальных труб газопровода и футляров от электрохимической коррозии.
Для защиты стальных труб газопровода проектом предусматривается установка автоматического выпрямителя марки В–ОПЕ–РА–ТМ1–40–24 и анодных заземлений из железокремнистых электродов.
Для защиты футляров предусматривается установка 3–х протекторов марки ПМ.ПСС–3.
Средства электрохимзащиты подключаются к газопроводу, футлярам и анодному заземлению через 5–ть контрольно–измерительных пункта.
Все работы по защите подземных металлических сооружений от коррозии должны выполняться в соответствии с разделами действующих СНиП и в обязательном порядке оформляться актами на скрытые работы.
Расположение оборудования электрозащиты и проложенные дренажные кабели находятся вне взрывоопасной зоны.

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

При производстве работ обеспечить сохранность зеленых насаждений и плодородный слой грунта.

ВЕДОМОСТЬ ССЫЛОЧНЫХ ДОКУМЕНТОВ

С. 5.905–17.07	Узлы и детали электрозащиты подземных инженерных сетей от коррозии	
С.7.402–5	Узлы и детали установок электрохимической защиты подземных трубопроводов от коррозии	
	Прилагаемые материалы	
200065–00–2020–06–17–4.6–ЭХЗ.СО	Спецификация оборудования, изделий и материалов	

ВЕДОМОСТЬ РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ

Лист	Наименование	Примечание
1	Общие данные	
2	План размещения средств электрозащиты . М 1:500.	
3	План размещения средств электрозащиты .УКЗ. М 1:500.	

Настоящий проект разработан в соответствии с государственными нормами, требованиями, правилами, стандартами и межгосударственными нормативами, действующими в Республике Казахстан.

Главный инженер проекта _____ Ягафарова

СВОДНАЯ СПЕЦИФИКАЦИЯ

п/п	Наименование видов работ	Ед. изм.	Кол–во Масса ед.кг	Серия
1	Установка автоматического выпрямителя В–ОПЕ–РА–ТМ1–40–24–У1 на постаменте.	уст.	1	С.5.905–17.07 СЗК 18.00
2	Присоединение кабеля к трубопроводу из стали повышенной прочности.	уст.	4	С.7.402–5 7.402–5.1–69
3	Установка КИП.	уст.	5	С.7.402–5 7.402–5.1–67
4	Оборудование КИП для измерения поляризационного потенциала.	уст.	5	С.7.402–5 7.402–5.1–58
5	Установка КИП на трубопроводе.	уст.	4	С.7.402–5 7.402–5.1–66
6	Анодное заземление из железокремнистых электродов L.=1.5м, n=10шт.	уст.	1	С.7.402–5 7.402–5.1–29
7	Плакатный трассоуказатель	уст.	3	
8	Кабель дренажный АВВГ–0.66 3х25 в траншее.	м	95	
9	Установка протекторов ПМ.ПСС–3 на защитном кожухе n=1шт.	уст.	3	С.7.402–5 7.402–5.1–59
10	Глина	$м^3$	0.75	

СОГЛАСОВАНО

Нуртазин	Ягафарова	
Технолог		
ГИП		

Взам. инв. | Подпись и дата | Инв.

Изм.	Кол.	Лист	Nдок.	Подпись	Дата
Разработал		Ржондковская			2021г
Проверил		Бакишев			2021г
Н. контр.		Ржондковская			2021г.
ГИП		Ягафарова			2021г.

200065–00–2020–06–17–4.6–ЭХЗ

«Строительство подводящего газопровода и газораспределительных сетей с. Кызылсуат Целиноградского района Акмолинской области»

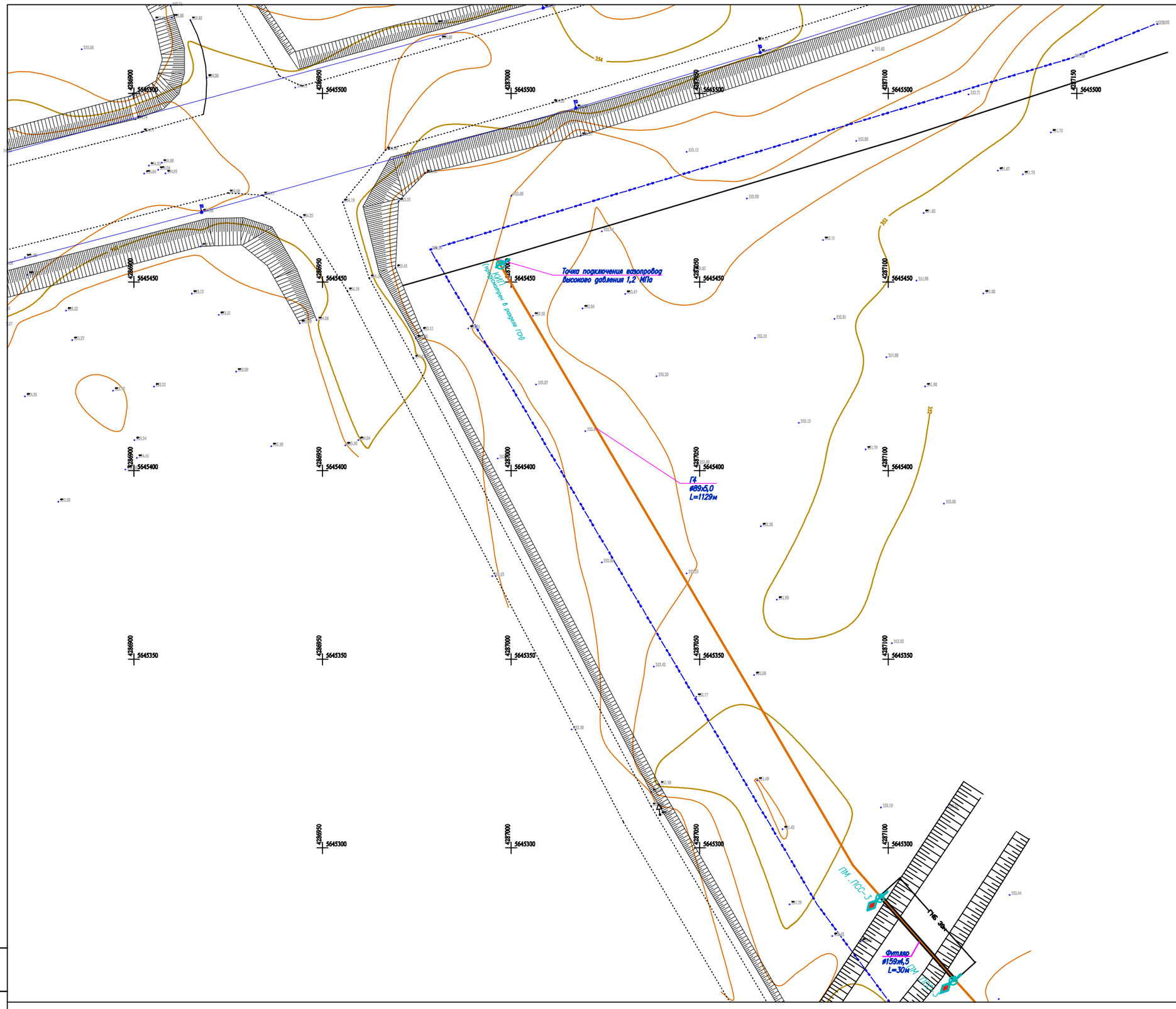
Защита газопровода от электрохимической коррозии

Стадия	Лист	Листов
РП	1	3

Общие данные

КАТЭК проектно-исследовательская компания

Формат А3



п/п	Наименование видов работ	Ед. изм.	Кол-во Масса ед.кг	Серия
1	Установка протекторов ПМ.ПСС-3 на защитном кожухе n=1шт.	уст.	2	С.7.402-5 7.402-5.1-59
2	Присоединение кабеля к трубопроводу из стали повышенной прочности.	уст.	2	С.7.402-5 7.402-5.1-69
3	Установка КИП.	уст.	2	С.7.402-5 7.402-5.1-67
4	Оборудование КИП для измерения поляризационного потенциала.	уст.	2	С.7.402-5 7.402-5.1-58
5	Установка КИП на трубопроводе.	уст.	2	
6	Глина	$м^3$	0.5	

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

1. Для защиты футляра установить протекторы ПМ.ПСС-3 по черт. 7.402-5.1-59 С. 7.402-5.
2. Протекторы подключить через КИП по чертежам 1-58, 1-66, 1-67,1- 69 С. 7.402-5.
3. Протекторы уложить на расстоянии 3 м от футляра в глинистый раствор на 0.2м ниже глубины промерзания.

Условные обозначения

ПМ.ПСС-3 — Протекторная защита

Изм.	Кол.	Лист	N док.	Подпись	Дата
Разработал		Ржондковская			2021г
Проверил		Бакишев			2021г
Н. контр.		Ржондковская			2021г
ГИП		Ягофарова			2021г

200065-00-2020-06-17-4.6-ЭХЗ

«Строительство газопровода и газораспределительных сетей в селе Казылсуат Целиноградского района Акмолинской области

Защита газопровода от электрохимической коррозии

Стадия	Лист	Листов
РП	2	

План размещения средств электрозащиты. М 1:500

КАТЭК

Инв. N подл. | Подпись и дата | Взам.инв.N

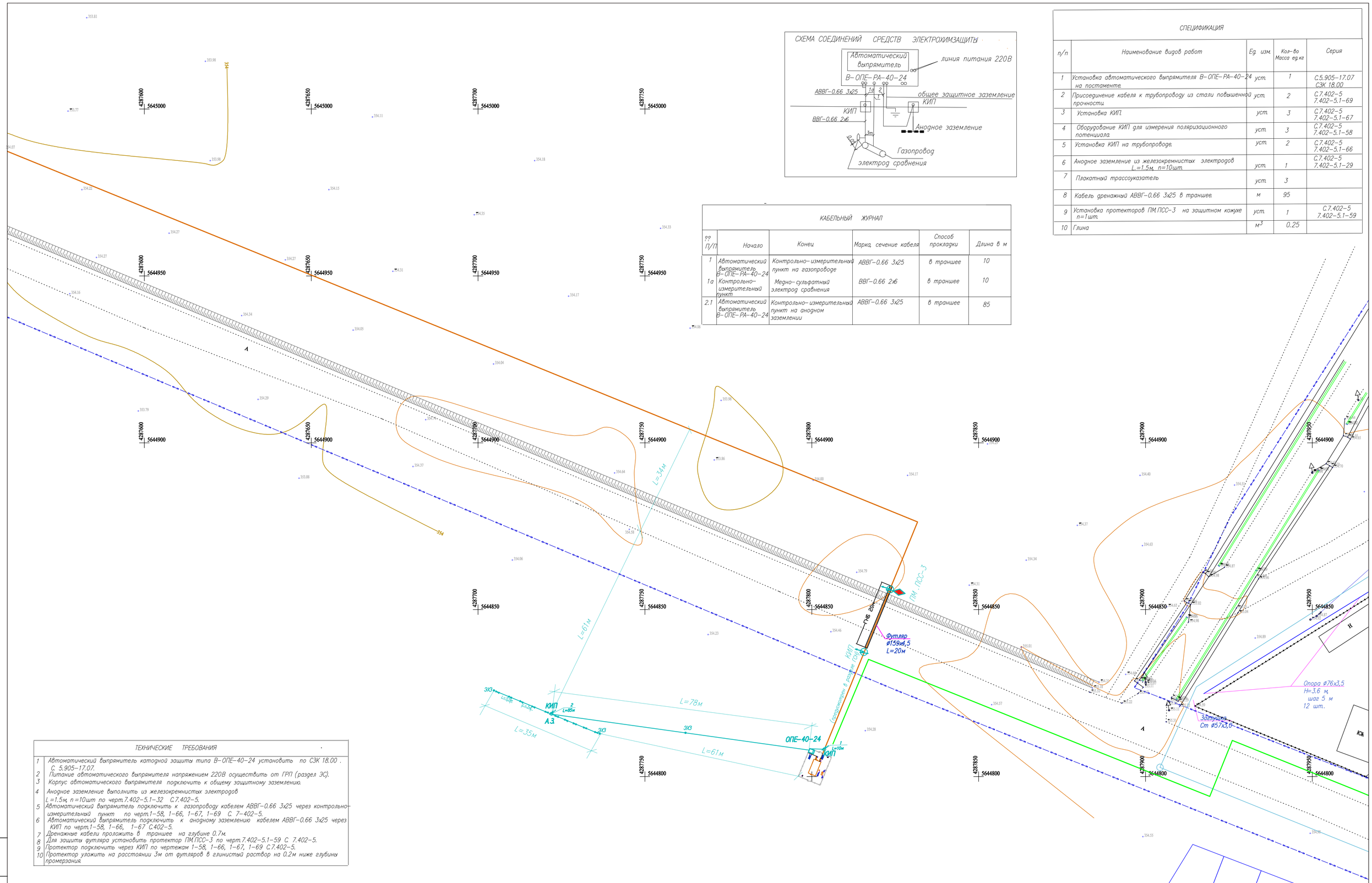


СХЕМА СОЕДИНЕНИЙ СРЕДСТВ ЭЛЕКТРОХИМЗАЩИТЫ

СПЕЦИФИКАЦИЯ

п/п	Наименование видов работ	Ед. изм.	Кол-во Масса ед.кг	Серия
1	Установка автоматического выпрямителя В-ОПЕ-РА-40-24 на постаменте.	уст.	1	С.5.905-17.07 СЗК 18.00
2	Присоединение кабеля к трубопроводу из стали повышенной прочности.	уст.	2	С.7.402-5 7.402-5.1-69
3	Установка КИП.	уст.	3	С.7.402-5 7.402-5.1-67
4	Оборудование КИП для измерения поляризационного потенциала	уст.	3	С.7.402-5 7.402-5.1-58
5	Установка КИП на трубопроводе.	уст.	2	С.7.402-5 7.402-5.1-66
6	Анодное заземление из железокремнистых электродов L_1=1,5м, n=10шт.	уст.	1	С.7.402-5 7.402-5.1-29
7	Плакатный трассоуказатель	уст.	3	
8	Кабель дренажный АВВГ-0.66 3х25 в траншее.	м	95	
9	Установка протекторов ПМ.ПСС-3 на защитном кожуже n=1шт.	уст.	1	С.7.402-5 7.402-5.1-59
10	Глина	$м^3$	0.25	

КАБЕЛЬНЫЙ ЖУРНАЛ

?? П/П	Начало	Конец	Марка, сечение кабеля	Способ прокладки	Длина в м
1	Автоматический выпрямитель В-ОПЕ-РА-40-24	Контрольно-измерительный пункт на газопроводе	АВВГ-0.66 3х25	в траншее	10
1а	Контрольно-измерительный пункт	Медно-сульфатный электрод сравнения	ВВГ-0.66 2х6	в траншее	10
2.1	Автоматический выпрямитель В-ОПЕ-РА-40-24	Контрольно-измерительный пункт на анодном заземлении	АВВГ-0.66 3х25	в траншее	85

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

1. Автоматический выпрямитель катодной защиты типа В-ОПЕ-40-24 установить по СЗК 18.00 . С. 5.905-17.07.
2. Питание автоматического выпрямителя напряжением 220В осуществить от ГРП (раздел ЭС).
3. Корпус автоматического выпрямителя подключить к общему защитному заземлению.
4. Анодное заземление выполнить из железокремнистых электродов L=1.5м, n=10шт по черт.7.402-5.1-32 С.7.402-5.
5. Автоматический выпрямитель подключить к газопроводу кабелем АВВГ-0.66 3х25 через контрольно-измерительный пункт по черт.1-58, 1-66, 1-67, 1-69 С. 7-402-5.
6. Автоматический выпрямитель подключить к анодному заземлению кабелем АВВГ-0.66 3х25 через КИП по черт.1-58, 1-66, 1-67 С.402-5.
7. Дренажные кабели проложить в траншее на глубине 0.7м.
8. Для защиты футляра установить протектор ПМ.ПСС-3 по черт.7.402-5.1-59 С. 7.402-5.
9. Протектор подключить через КИП по чертежам 1-58, 1-66, 1-67, 1-69 С.7.402-5.
10. Протектор уложить на расстоянии 3м от футляров в глинистый раствор на 0.2м ниже глубины промерзания.

Условные обозначения

- ЭХЗ — Плакатный трассоуказатель
- ПМ.ПСС-3 — Протекторная защита
- В-ОПЕ-40-24 — Автоматический выпрямитель
- А.З — Анодное заземление
- 1 — Кабель дренажный
- КИП — Контрольно-измерительный пункт

Изм.	Кол.	Лист	Nдок.	Подпись	Дата	200065-00-2020-06-17-4.6-ЭХЗ		
						«Строительство газопровода и газораспределительных сетей в селе Кызылсуат Целиноградского района Акмолинской области		
Разработал		Ржондковская			2021г.	Защита газопровода от электрохимической коррозии	Стадия	Лист	Листов
Проверил		Бакишев			2021г.		РП	3	
Н. контр.		Ржондковская			2021г.	План размещения средств электрозащиты УКЗ М 1:500	КАТЭК		
ГИП		Ягафарова			2021г.				

Взам.инв.N | Подпись и дата | Инв. N подл.

Позиция.	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка, обозначение документа, опросного листа	Код оборудования изделия, материала	Поставщик	Единица измерения	Количество	Масса ед-цы, кг.	Примечание
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
	I. Оборудование							
1	Автоматический выпрямитель мощностью 1 кВт	В-ОПЕ-РА-ТМ1-40-24 ТУ 3415-032-73892839-2006			компл.	1		
2	Постамент для преобразователя катодной защиты	ПСКЗ-РА			компл.	1		
3	Анодный заземлитель железокремнистый, длина электрода – 1.5 м, кол-во штук в комплекте – 10	АЗЖК-РА-10			компл.	1		
4	Контрольно-измерительный пункт со стойкой из полимерного материала с квадратным сечением со стороной 208мм, длиной 2400мм.	КИП.ПСС-4-10-4.СКТ. ТУ 3663-003-73892839-2006			компл.	2		
5	Контрольно-измерительный пункт со стойкой из полимерного материала с квадратным сечением со стороной 208мм, длиной 2400мм с блоком защиты БСЗ-10 для подключения протекторов.	КИП.ПСС-10-4-БСЗ-10.ПР. ТУ 3663-003-73892839-2006			компл.	3		
6	Электрод сравнения неполяризующийся медно-сульфатный	ЭНЕС-4М-РА ТУ 3435-016-73892839-2010			компл.	5		
7	Плакатные трассоуказатели	ПТ-1 ТУ 3663-003-73892839-2006			компл.	3		
8	Протектор магниевый (с кабелем КГН-хл-ЭХЗ-1-6 в комплекте)	ПМ.ПСС-3 ТУ 1714-010-73892839-2008			компл.	3		
	II. Материалы							
1	Кабель силовой с алюминиевыми жилами в ПВХ изоляции сечением 3х25 мм2. ГОСТ 31996-2012	АВВГ-0.66 3х25	243-110-0506		м	95		
2	Кабель силовой с медными жилами в ПВХ изоляции сечением 2х6 мм2(для подключения ЭНЕС). ГОСТ 31996-2012	ВВГ-0,66 2х6	243-105-0404		м	55		
3	Металлоконструкции				кг	0.046		
4	Лента лв-40-230-20х0х55				кг	0.15		
5	Битум БНИ-IV-3				кг	3		

Подпись и дата | Взам. инв. | Инв.

Изм.	Кол.	Лист	Nдок.	Подпись	Дата
Разработал		Ржондковская			2021г
Проверил		Бакишев			2021г
Н. контр.		Ржондковская			2021г.
ГИП		Ягафарова			2021г.

200065-00-2020-06-17-4.6-ЭХЗ.СО

«Строительство подводящего газопровода и газораспределительных сетей с. Кызылсуат Целиноградского района Акмолинской области»

Защита газопровода от электрохимической коррозии

Стадия	Лист	Листов
РП	1	1

Спецификация оборудования, изделий и материалов

КАТЭК

Формат А3

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
АҚМОЛА ОБЛЫСЫ
ЦЕЛИНОГРАД АУДАНЫ
ҚЫЗЫЛ СУАТ
АУЫЛДЫҚ ОКРУГІ
ӘКІМІ

РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН
АКИМ
КЫЗЫЛСУАТСКОГО
СЕЛЬСКОГО ОКРУГА
ЦЕЛИНОГРАДСКОГО РАЙОНА
АКМОЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ

ӨКІМ

Қызыл суат ауылы

20 21 жылғы 15.10.

РАСПОРЯЖЕНИЕ

село Кызылсуат

от 15.10. 20 21 года № 67

О предоставлении ГУ « Отдел строительства Целиноградского района » право временного безвозмездного долгосрочного землепользования на земельный участок для проектирование и строительство газораспределительных сетей

1. Предоставить в соответствии с Законом Республики Казахстан «О местном государственном управлении и самоуправлении в РК », с подпунктом 11, пункта 1, статьи 48 Земельного кодекса Республики Казахстан, на основании протокола земельной комиссии по вопросам предоставления земельных участков № 30 от 11 августа 2021 года ГУ «Отдел строительства Целиноградского района» право временного безвозмездного долгосрочного землепользования на земельный участок сроком на 5 лет протяженность- 59060м для проектирование и строительство газораспределительных сетей(публичный сервитут) расположенный по адресу Кызылсуатский сельский округ,село Кызылсуат.

2. В десятидневный срок заключить с ГУ «Отдел земельных отношений Целиноградского района» договор аренды земельного участка.

3. ГУ «Отдел земельных отношений Целиноградского района» внести соответствующие изменения в земельно-учетную документацию;

4. По истечении срока, признать данное распоряжение утратившим силу.

5. Настоящее распоряжение вступает в силу и вводится в действие со дня подписания.

Аким **У.Сальменов**

000049

РАСЧЕТ КАТОДНОЙ ЗАЩИТЫ УКЗ

Исходные данные:

1. Д – диаметр газопровода – 89 (мм)
2. б – толщина стенки газопровода – 5 (мм)
3. $\rho_г$ –среднее удельное сопротивления грунта – 100 (Ом.м)
4. Н - глубина укладки газопровода - 1,20 (м)
5. $R_{из}$ - сопротивление изоляции 300000 (Ом.м^2)

1. Продольное сопротивление газопровода

$R_т = R_т^{/} \times [1 + \beta \times (t^0 - 20)]$ (Ом/м)

где: $R_т^{/}$ - продольное сопротивление при 20^{0}С (Ом/м)

β=0,0093 (1/ ^{0}С) - температурный коэффициент электрического сопротивления стали при 20^{0}С

t^0= + 45^{0}С - максимальная эксплуатационная температура

$$R_т^{/} = \frac{\rho_т}{(Д - б) \times б \times \pi}$$ (Ом/м), где: $\rho_т$ = 0,245 (Ом * мм^2/м) – для стали

$$R_т^{/} = \frac{0,245}{3,14 \times (89 - 5) \times 5} = 0,000186$$ (Ом/м)

$$R_т = 0,000186 \times [1 + 0,0093 \times (45 - 20)] = 0,000229$$ (Ом/м)

2. Переходное сопротивление “труба - земля”

$R_{пер}(t) = R_г + R_{из} \times e^{-\gamma t}$ (Ом.м^2) , где:

$$R_г = \frac{\rho_г \times Д}{2} \times Ln \frac{0,4 \times R_г}{Д^2 \times H \times R_т}$$ (Ом.м^2)

При $\rho_г$ меньше или равном 50 (Ом.м) $R_г$ принимается = 0

$R_г$ = 0 (Ом.м^2)

$R_{из}$ = 300000 (Ом.м^2) - для полимерного покрытия усиленного типа.

γ = 0,06 (1/год) - коэффициент, характеризующий скорость изменения сопротивления изоляции во времени.

На начальный срок эксплуатации газопровода:

t = 1 (год)

$R_{пер}(t)_н$ = 0 + 300000 x 0,9418 = 282540 (Ом.м^2)

На конечный срок эксплуатации газопровода:

t = 30 (лет) - срок службы газопровода

$R_{пер}(t)_к$ = 0 + 300000 x 0,1653 = 49590 (Ом.м^2)

3. Переходное сопротивление на единицу длины сооружения

$$R^{/}_{пер}(t) = \frac{R_{пер}(t)}{\pi \times Д \times 10^{-3}}$$ (Ом.м)

$$R^{/}_{пер}(t)_н = \frac{282540}{}$$ = 1011021 (Ом.м)

$$R'_{пер}(t)_к = \frac{3{,}14 \times 89 \times 0{,}001}{49590 \times 3{,}14 \times 89 \times 0{,}001} = 177449 \quad (Ом.м)$$

4. Постоянная распространения тока вдоль газопровода

$$\alpha = \sqrt{\frac{R_т}{R'_{пер}(t)}} \; ; \quad \alpha_н = \sqrt{\frac{0{,}000229}{1011021}} = 0{,}00002 \quad ({}^1/_м)$$

$$\alpha_к = \sqrt{\frac{0{,}000229}{177449}} = 0{,}00004 \quad ({}^1/_м)$$

5. Входное сопротивление

$$Z_{вх}(t) = \frac{\sqrt{R'_{пер}(t) \times R_т}}{2} \; (ом) \qquad Z_{вх}(t)_н = \frac{\sqrt{1011021 \times 0{,}000229}}{2} = 7{,}6074 \; (Ом)$$

$$Z_{вх}(t)_к = \frac{\sqrt{177449 \times 0{,}000229}}{2} = 3{,}1871 \; (Ом)$$

6. Длина защитной зоны одной катодной установки

$$L = \frac{2}{\alpha} \times Ln \frac{2 \times \pi \times Z_{вх}(t) \times У}{K \times (Um / Uo) \times (2 \times \pi \times Z_{вх}(t) \times У + \rho_г)} \quad (м) \quad где:$$

Um – минимальная наложенная защитная разность потенциалов « труба - земля» -	0,85 (В)
Uo – максимальная наложенная защитная разность потенциалов « труба - земля» в точке дренажа -	1,15 (В)
У – расстояние между газопроводом и анодным заземлением -	95 (м)
К - коэффициент для нескольких станций -	1

$$L = \frac{2}{0{,}00004} \times Ln \frac{2 \times 3{,}14 \times 3{,}1871 \times 95}{1 \times (0{,}85 / 1{,}15) \times (2 \times 3{,}14 \times 3{,}1871 \times 95 + 100)} =$$

$$= 13976{,}5 \quad (м) = 14{,}0 \quad (км)$$

7. Сила тока катодной установки

$$I = \frac{Uo}{Z_{вх} + p / (2 \times \pi \times У)} \quad (A) \; ;$$

$$I_н = \frac{1{,}15}{7{,}6074 + 100 / (2 \times 3{,}14 \times 95)} = 0{,}15 \quad (A)$$

$$I_к = \frac{1{,}15}{3{,}1871 + 100 / (2 \times 3{,}14 \times 95)} = 0{,}34 \quad (A)$$

8. Сопротивление растеканию электрода А.З.

$$R_{э1} = \frac{0{,}16\rho_{А.З.}}{Lэ}\left(Ln\frac{2Lэ}{d_a} + 0{,}5 \times Ln\frac{4h + Lэ}{4h - Lэ} + \frac{\rho_a}{\rho_{А.З.}} \times Ln\frac{d_a}{dэ}\right) \quad (Ом),$$

где:

h - расстояние от уровня земли до середины электрода -	1,5 (м)
d_a - диаметр активатора -	0,2 (м)
dэ - диаметр электрода без активатора -	0,1 (м)
Lэ - длина электрода -	1,5 (м)
ρ_a - удельное электрическое сопротивление активатора	1,6 (Ом.м)
$\rho_{А.З.}$ - измеренное удельное электрическое сопротивление грунта в месте размещения А.З. -	80 (Ом.м)

$$R_{э1} = \frac{0{,}16 \times 80}{1{,}5}\left(Ln\frac{2 \times 1{,}5}{0{,}2} + 0{,}5 \times Ln\frac{4 \times 1{,}5 + 1{,}5}{4 \times 1{,}5 - 1{,}5} + \frac{1{,}6}{80} \times Ln\frac{0{,}2}{0{,}1}\right) = 25{,}41 \quad (Ом)$$

9. Плотность анодного тока на каждый заземлитель

$$I_{А.З.} = \frac{G}{25\ q\ Кнс} \quad (А),$$ где:

G - полезная масса А.З.-	20 (кг)
q - электрохимический эквивалент материала заземления (кг/А.год)	0,1 (кг/А.год)
Кнс - коэффициент неравномерности растворения А.З. -	2

$$I_{А.З.} = \frac{20}{25 \times 0{,}1 \times 2} = 4{,}00 \ (А)$$

10. Количество заземлителей в А.З. (расчетное)

$$N = \frac{I_{А.З.нач} + I_{А.З.кон}}{2\ I_{А.З.}} \quad (шт)$$

На конечный период эксплуатации

$$I_{А.З.кон} = \frac{V_м}{Кс\ R_{э1}} \quad (А), \qquad I_{А.З.кон} = \frac{40}{1{,}1 \times 25{,}41} = 1{,}43 \quad (А)$$

где :	$V_м$ - максимальное напряжение на выходе станции -	40 (В)
	Кс - коэффициент запаса по сопротивлению -	1,1
	$N_д$ - количество заземлителей -	10 (шт)

На начальный период : $I_{А.З.\ Нач.} = 2\ N_д\ I_{А.З.} - I_{А.З.кон}$;

$$I_{А.З.\ Нач} = 2 \times 10 \times 4{,}00 - 1{,}43 = 78{,}6 \ (А) \ ;$$

$$N = \frac{78{,}6 + 1{,}43}{2 \times 4{,}0} = 10 \quad (шт)$$

11. Максимально возможная сила тока А.З.

$$I_{А.З.О.} = \frac{V_м\ Кс}{R_{э1}\ N} \quad (А),$$ где:

Кс -	2
$V_м$ - максимальное напряжение	24 (В)

$$\frac{24 \times 2}{}$$

$$I_{А.З.О.} = \frac{}{25{,}41 \times 10} = 0{,}19 \text{ (А)}$$

12. Сопротивление растеканию составленное из N электродов

$$R_э = \frac{R_{э1}}{N\ \eta} \text{ (Ом)},$$ где: η - коэффициент экранирования - 1,1

$$R_э = \frac{25{,}41}{10 \times 1{,}1} = 2{,}310 \text{ (Ом)}$$

13. Сопротивление А.З.

$R_{А.З.} = R_э + R_{пр.з.}$ (Ом), где:

$R_{пр.з}$ - удельное сопротивление соединительных проводов

$$R_{пр.з} = \frac{p\ L}{S} \text{ (Ом)},$$ где:

p - удельное сопротивление материала: p_{CU} - 0,0175 (Ом.мм^2/м)

S - сечение провода 10 (мм^2)

L -длина провода 100 (м)

$$R_{пр.з} = \frac{0{,}0175 \times 100}{10} = 0{,}175 \text{ (Ом)}$$

$$R_{А.З.} = 2{,}310 + 0{,}175 = 2{,}485 \text{ (Ом/м)}$$

14. Действительное требуемое количество заземлителей

$$N_{А.З} \geq \frac{R_{э1}}{\eta\ R_{А.З.}} \text{ (шт)},$$ где: η - коэффициент экранирования - 1,1

$$N_{А.З.} \geq \frac{25{,}41}{1{,}1 \times 2{,}485} = 9 \text{ (шт)}$$

15. Переходное сопротивление А.З.

$R_з = R_{А.З.} + R_{Зп} + R_{ЗМ}$ (Ом), где: $R_{Зп}$ - поляризационное сопротивление

$$R_{Зп} = \frac{U_{3\text{-}3}}{I_{А.З.0}} \text{ (Ом)},$$ $$R_{Зп} = \frac{2}{0{,}2} = 10{,}58 \text{ (Ом)}$$

$U_{3\text{-}3}$ - поляризационная составляющая падения напряжения на заземлении для:

$U_{3\text{-}3}$ - 2 (В)

$I_{А.З.0}$ - сила тока в цепи А.З. - 0,2 (А)

$R_{Зм}$ - сопротивление материала заземления 0,02 (Ом)

$R_З = 2{,}48 + 10{,}58 + 0{,}02 = 13{,}09$ (Ом)

16. Требуемое напряжение на выходе катодной станции

$V = I\ (Z_{вх} + R_{пр} + R_э)$ (В), где: $R_{пр} = R_{пр1} + R_{пр2} + R_{пр.3} + R_{пр.з.}$ (Ом)

$$R_{пр\ 1\text{-}3} = \frac{pL}{S} \text{ (Ом)}$$

$R_{пр1}$ - сопротивление кабеля от СКЗ до газопровода

$$0{,}0175 \times 10$$

$$R_{пр1} = \frac{\quad}{3 \times 25} = 0{,}002 \text{ (Ом)}$$

$R_{пр2}$ - сопротивление кабеля от СКЗ до А.З.

$$R_{пр2} = \frac{0{,}0175 \times 85}{3 \times 50} = 0{,}010 \text{ (Ом)}$$

$R_{пр3}$ - сопротивление соединительного кабеля А.З.

$$R_{пр3} = \frac{0{,}0175 \times 35}{1 \times 10} \quad 0{,}061 \text{ (Ом)}$$

$R_{пр.з.}$ - сопротивление кабеля заземлителей

$R_{пр.з.}$ = 0,18 (Ом)

$V = 0{,}34 \times (3{,}187 + 0{,}249 + 2{,}310) = 1{,}97$ (В)

17. Мощность катодной станции

$W = I\ V$ (Вт) ; $W = 0{,}34 \times 1{,}97 = 0{,}7$ (Вт)

18.Срок службы А.З.

$$T = \frac{NG\,K_1}{K_2\,q\,I_{ср\ А.З.}} \text{ (год) ; где:}$$

G - вес заземления 10 300 (кг)

K_1 - коэффициент использования массы заземления 0,8

K_2 - коэффициент неоднородности грунта 1,3

$$I_{ср.\ А.З.} = \frac{I_{А.З.\ нач} + I_{А.З.кон}}{2} \quad ; \quad I_{ср.\ А.З.} = \frac{78{,}57 + 1{,}43}{2} = 40 \text{ (А)}$$

$$T = \frac{1 \times 300 \times 0{,}8}{1 \times 0{,}1 \times 40} = 46 \text{ лет}$$

Для защиты газопровода
предусматривается преобразователь катодной защиты с параметрами I=40А, V=24В, мощностью 1кВТ и анодное заземление предусмотрено из железокремнистых электродов в количестве 10 шт.

РАСЧЕТ ЗАЩИТЫ ФУТЛЯРОВ

Исходные данные:

I.Футляры на газопроводе:

Д -диаметр футляра - 159 мм

L - длина футляра: 20 30 м

Количество протекторов:

$N = \frac{I}{0,14}$ (шт.), где: 0,14 (А) - ток одного протектора марки ПМ.ПСС-3 ,

I - необходимый ток для защиты футляра (А)

$I = j \times S$ (А), $j = 0,006$ (А/м^2) - защитная плотность тока,

S - площадь поверхности футляра (м кв.)

$S = \pi \times Д \times 10^{-3} \times L$ (м^2)

L - длина футляра (м), Д - диаметр футляра (мм)

I. Количество протекторов:

1) $N = \frac{0,006 \times 3,14 \times 159 \times 0,001 \times 20}{0,14} = 1$ (шт.)

2) $N = \frac{0,006 \times 3,14 \times 159 \times 0,001 \times 30}{0.14} = 2$ (шт.)