

СТО ГАЗПРОМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ 9.2-2-2014

СТАНДАРТ ОАО "ГАЗПРОМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ"

Защита от коррозии

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА

Разработка проектной документации по электрохимической защите сетей газораспределения от коррозии

ОКС 75.200

Дата введения 2014-04-30

Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью "ГазРегионЗащита" (ООО "ГазРегионЗащита") при участии специалистов открытого акционерного общества "Газпром газораспределение" (ОАО "Газпром газораспределение")

2 ВНЕСЕН Отделом технического диагностирования и защиты от коррозии Управления по эксплуатации газораспределительных систем ОАО "Газпром газораспределение"

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом ОАО "Газпром газораспределение" от 28.04.2014 N 128

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает общие требования по проектированию электрохимической защиты от коррозии стальных подземных сооружений из углеродистых и низколегированных сталей, а также определяет требования к составу и содержанию проектной и рабочей документации по электрохимической защите от коррозии наружной поверхности подземных стальных трубопроводов и резервуаров сетей газораспределения (далее - стальные сооружения) ОАО "Газпром газораспределение".

1.2 Настоящий стандарт разработан в соответствии с требованиями ГОСТ Р 1.0, ГОСТ Р 1.4, ГОСТ 9.602, СТО ГАЗПРОМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ 1.1, СТО ГАЗПРОМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ 9.0-0, с учетом положений СТО Газпром 9.2-003, и предназначен для обязательного применения структурными подразделениями, филиалами, дочерними и зависимыми организациями ОАО "Газпром газораспределение" (далее - Общество), занимающимися проектированием, строительством (реконструкцией) и ремонтом средств электрохимической защиты.

1.3 Применение требований настоящего стандарта обязательно для сторонних организаций, выполняющих работы по проектированию и разработке нормативных документов по защите от коррозии объектов Общества. Договоры со сторонними организациями должны в обязательном порядке содержать ссылку на настоящий стандарт.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р 1.0-2012 Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения

ГОСТ Р 1.4-2004 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения

ГОСТ Р 21.1003-2009 Система проектной документации для строительства. Учет и хранение проектной документации

ГОСТ Р 21.1101-2009 Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации

ГОСТ Р 53865-2010 Системы газораспределительные. Термины и определения

ГОСТ Р 54983-2012 Системы газораспределительные. Сети газораспределения природного газа. Общие требования к эксплуатации. Эксплуатационная документация

ГОСТ Р 55472-2013 Системы газораспределительные. Требования к сетям газораспределения. Часть 0. Общие положения

ГОСТ Р 55474-2013 Системы газораспределительные. Требования к сетям газораспределения. Часть 2. Стальные газопроводы

ГОСТ 9.602-2005 Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования по защите от коррозии

ГОСТ 21.110-95 Система проектной документации для строительства. Правила выполнения спецификации оборудования, изделий и материалов

ГОСТ 21.404-85 Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах

ГОСТ 21.408-93 Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов

ГОСТ 34.201-89 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем

ГОСТ 16149-70 Защита подземных сооружений от коррозии блуждающим током поляризованными протекторами. Технические требования

ISO 8044:1999* Коррозия металлов и сплавов. Общие термины и определения

* Доступ к международным и зарубежным документам, упомянутым здесь и далее по тексту, можно получить, перейдя по ссылке на сайт <http://shop.cntd.ru>. - Примечание изготовителя базы данных.

СТО Газпром 9.2-003-2009 Защита от коррозии. Проектирование электрохимической защиты подземных сооружений

СТО ГАЗПРОМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ 1.0-2011 Система стандартизации ОАО "Газпром газораспределение". Основные положения

СТО ГАЗПРОМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ 1.1-2011 Система стандартизации ОАО "Газпром газораспределение". Стандарты ОАО "Газпром газораспределение". Порядок разработки, утверждения, учета, изменения и отмены

СТО ГАЗПРОМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ 9.0-0-2013 Защита от коррозии. Защита сетей газораспределения от коррозии. Основные положения

СТО ГАЗПРОМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ 9.2-1-2014 Защита от коррозии. Электрохимическая защита. Основные технические требования к электрохимической защите сетей газораспределения от коррозии

СТО ГАЗПРОМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ 9.4-1-2013 Защита от коррозии. Мониторинг технического состояния системы защиты от коррозии сетей газораспределения. Приборное обследование подземных стальных газопроводов на участках пересечения водных преград, железных и автомобильных дорог

Внимание! Дополнительную информацию см. в ярлыке "Примечания"

Примечание - При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов по соответствующим указателям, составленным на 1 января текущего года и информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменён (изменён), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменённым (изменённым) документом. Если ссылочный документ отменён без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины в соответствии с Федеральным законом [1], ГОСТ Р 53865, СТО ГАЗПРОМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ 1.0, СТО ГАЗПРОМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ 9.0-0, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 автоматизированное рабочее место; АРМ: Программно-технический комплекс автоматизированной системы, предназначенный для автоматизации деятельности определенного вида.

Примечание - Видами АРМ, например, являются АРМ оператора-технолога, АРМ проектировщика, АРМ бухгалтера и др.

[ГОСТ 34.003-90, статья 2.22]

3.2 анод: Электрод, на котором преобладает анодная реакция.

[ISO 8044:1999, статья 6.1.04]

3.3 анодная реакция: Электродная реакция, эквивалентная передаче положительного заряда от электродного проводника к электролиту.

Примечание - Ток протекает от электронного проводника к электролиту. Анодная реакция есть процесс окисления. Часто встречающийся при коррозии пример:



[ISO 8044:1999, статья 6.1.09]

3.4 защитная плотность тока: Плотность тока, необходимая для поддержания потенциала коррозии в защитном диапазоне потенциала.

[ISO 8044:1999, статья 6.4.09]

3.5 защитный диапазон потенциала: Диапазон значений потенциала коррозии, в котором достигается приемлемая для данного случая коррозионная стойкость.

[ISO 8044:1999, статья 6.4.07]

3.6 коррозионная стойкость: Способность металла сохранять работоспособность в данной коррозионной системе.

[ISO 8044:1999, статья 2.13]

3.7 окисление: Процесс, в котором реагент теряет один или более электронов.

[ISO 8044:1999, статья 6.1.10]

3.8 работоспособность (с учетом коррозии): Способность коррозионной системы или её элементов выполнять свои рабочие функции без сбоев, вызванных коррозией.

[ISO 8044:1999, статья 2.16]

3.9 телемеханическая система (система телемеханики): Совокупность устройств пунктов управления и контролируемых пунктов, периферийного оборудования, необходимых линий и каналов связи, предназначенных для совместного выполнения телемеханических функций.

3.10 система электрохимической защиты: Комплекс оборудования, обеспечивающий электрохимическую защиту и контроль сооружения от коррозии.

[СТО Газпром 9.2-002-2009, пункт 3.1.26]

3.11 электродная реакция: Реакция на границе фаз, эквивалентная переносу заряда между электронным проводником и электролитом.

[ISO 8044:1999, статья 6.1.05]

3.12 электролит: Среда, в которой электрический ток переносится ионами.

[ISO 8044:1999, статья 6.1.01]

4 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

АЗ - анодное заземление;

ВЛ - воздушная линия;

ГА - гальванический анод (протектор);

ГЗ - гальваническая (протекторная) защита;

КИП - контрольно-измерительный пункт;

КУ - контактное устройство;

- ЛЭП - линия электропередачи;
- СДЗ - станция дренажной защиты;
- СКЗ - станция катодной защиты;
- СТМ - система телемеханики;
- УДЗ - установка дренажной защиты;
- УКЗ - установка катодной защиты;
- УПЗ - установка гальванической (протекторной) защиты;
- ЭИС - электроизолирующее соединение;
- ЭХЗ - электрохимическая защита.

5 Общие положения

5.1 Проектирование системы ЭХЗ стальных сооружений от коррозии должно осуществляться в соответствии с требованиями [2]-[4], ГОСТ 9.602, настоящего стандарта и других нормативных документов, действующих на момент разработки проектной и рабочей документации.

5.2 Основные организационно-технические требования к ЭХЗ стальных сооружений Общества установлены СТО ГАЗПРОМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ 9.0-0.

5.3 Проектная и рабочая документация ЭХЗ стальных сооружений от коррозии (далее - проект ЭХЗ) должна быть оформлена в соответствии с требованиями ГОСТ 21.110, ГОСТ Р 21.1101.

5.4 Разработку проектов ЭХЗ строящихся и реконструируемых стальных сооружений следует выполнять на основании задания на проектирование (при подготовке проектной документации на основании договора) или технических условий, выданных организацией, эксплуатирующей стальные сооружения, и технических условий на присоединение к электрическим сетям, выданных электроснабжающей организацией.

Проекты на капитальный ремонт средств ЭХЗ стальных сооружений от коррозии следует выполнять на основании дефектной ведомости, составляемой по результатам обследования объекта.

5.5 Проекты ЭХЗ вновь строящихся стальных сооружений должны разрабатываться одновременно с разработкой проектов строительства (реконструкции) стального сооружения и входить составной частью (разделом) в проектную документацию строительства (реконструкции) стального сооружения.

Если проектом строительства (реконструкции) стального сооружения предусматривается ввод в действие средств ЭХЗ в сроки, не соответствующие требованиям ГОСТ 9.602, то в проекте должна быть предусмотрена временная ЭХЗ со сроками ввода, установленными по ГОСТ 9.602.

5.6 Решения по ЭХЗ эксплуатируемых стальных сооружений (ранее не требовавших ЭХЗ в соответствии с ГОСТ 9.602) и по капитальному ремонту существующей системы ЭХЗ стальных сооружений оформляются отдельным проектом ЭХЗ.

5.7 Основные технические решения по ЭХЗ стальных сооружений следует формировать на основе типовых проектных решений, приведенных в [5]-[8].

5.8 Разработка проектов ЭХЗ вновь строящихся и реконструируемых стальных сооружений должна основываться на данных изысканий по оценке коррозионной опасности, определяемой в соответствии с ГОСТ 9.602. В проекте необходимо учитывать возможные изменения условий коррозии стальных сооружений (изменение показателей коррозионной опасности, старение защитных покрытий, строительство новых и

реконструкцию существующих сетей газораспределения и др.).

5.9 Разработку проектов ЭХЗ существующих стальных сооружений, ранее не требовавших ЭХЗ в соответствии с ГОСТ 9.602, следует выполнять по результатам оценки коррозионных условий в местах их прокладки, а также при выявлении коррозионных повреждений в процессе мониторинга технического состояния газопроводов по ГОСТ Р 54983.

5.10 Проектирование средств ЭХЗ стальных сооружений следует осуществлять с учетом возможного влияния переменных токов, индуцированных от ЛЭП (ВЛ 110 кВ и выше) при их параллельном следовании, сближении или удалении, пересечении, а также при обрыве проводов (повреждении) ВЛ и в случаях возникновения атмосферных перенапряжений (грозовых разрядов).

5.11 Проектируемые средства ЭХЗ стальных сооружений Общества не должны оказывать вредного влияния на смежные подземные металлические коммуникации и сооружения.

5.12 При проектировании следует предусматривать оснащение средств ЭХЗ системой телемеханики (СТМ ЭХЗ).

5.13 Подключение катодной и анодной кабельных линий следует предусматривать через КУ.

Контактное устройство на защищаемом стальном сооружении следует совмещать с КИП.

5.14 Контрольно-измерительный пункт на защищаемом сооружении должен обеспечивать возможность измерения поляризационного потенциала "сооружение-земля".

5.15 Подключение кабельной линии внешней измерительной цепи СТМ ЭХЗ следует предусматривать через КУ, установленное на расстоянии не менее трех диаметров защищаемого трубопровода от места подключения катодной кабельной линии.

5.16 Для повышения эффективности электрохимической защиты в проектах следует предусматривать электроизолирующие вставки или соединения (ЭИС), преимущественно неразъемные по диэлектрику, которые следует предусматривать, как правило, на надземных участках газопроводов.

5.17 Определение параметров системы ЭХЗ стальных сооружений следует осуществлять расчетом или методом опытного включения.

Метод опытного включения средств ЭХЗ рекомендован к применению инструкцией [9] и приведен в приложении А.

5.18 Экспертиза проектов ЭХЗ проводится в соответствии с законодательством о градостроительной деятельности и о промышленной безопасности.

6 Исходные данные для разработки проектной документации

6.1 Исходными данными для разработки проекта ЭХЗ стальных сооружений являются:

- коррозионная агрессивность грунта по ГОСТ 9.602;
- данные о наличии источников блуждающих постоянных и переменных токов;
- сведения о наличии переменного тока на стальном сооружении, индуцируемого от ЛЭП (при проектировании ЭХЗ существующих стальных сооружений);
- сведения о глубине промерзания грунта и величина удельного электрического сопротивления грунта в предполагаемом месте размещения АЗ (результаты вертикального электрического зондирования для глубинных АЗ);
- сведения о состоянии защитного покрытия по результатам технического обследования (при проектировании ЭХЗ существующих стальных сооружений);

- сведения о наличии действующих средств ЭХЗ на существующих трубопроводах и смежных стальных сооружениях (тип, выходная мощность, величина рабочего тока и напряжения, месторасположение, протяженность зоны защиты);
- сведения о наличии источника электроснабжения проектируемых средств ЭХЗ (технические условия электросетевой организации);
- сведения о разности потенциалов "рельс-земля" (при прокладке трубопровода на расстоянии до 300 м от путей электрифицированного рельсового транспорта для определения возможности и выбора места подключения дренажной защиты);
- схема питания контактной сети электрифицированного транспорта;
- схема расположений (с указанием расстояния от проектируемого трубопровода) тяговых подстанций и отсасывающих пунктов электрифицированной железной дороги на участке её сближения с проектируемым стальным сооружением;
- максимальная сила тока нагрузки каждой тяговой подстанции и отсасывающих кабелей;
- значение падения напряжения в отсасывающем фидере.

6.2 При разработке проекта ЭХЗ необходимы следующие графические материалы:

- ситуационный план в масштабе 1:2000 (1:1000):
 - а) для проектирования средств ЭХЗ новых сооружений - ситуационный план существующих и проектируемых подземных сооружений;
 - б) для проектирования средств ЭХЗ существующих сооружений - их ситуационный план с выделением тех сооружений, для которых проектируется ЭХЗ;
- топографическая съемка местности в масштабе 1:500 для размещения устройств системы ЭХЗ.

6.3 На ситуационном плане указываются:

- диаметры и протяженность стальных сооружений, подлежащих ЭХЗ;
- рельсовые сети электрифицированного транспорта;
- средства ЭХЗ, расположенные на существующих и смежных подземных сооружениях;
- источники и линии электроснабжения средств ЭХЗ;
- линии электропередачи напряжением выше 1 кВ;
- точки подключения к рельсовым путям отсасывающих кабелей и существующих СДЗ;
- данные о коррозионной агрессивности грунтов и зонах блуждающих токов.

7 Состав и содержание проектной документации

7.1 Проектная документация по ЭХЗ стального сооружения от коррозии, как правило, входит в состав проекта строительства (реконструкции, капитального ремонта) стального сооружения.

7.2 Состав разделов проектной документации по ЭХЗ стального сооружения от коррозии устанавливается с учетом требований [4].

Состав проектной документации на строительство (реконструкцию, капитальный ремонт) стального

сооружения, приведен в приложении Б.

В графе "Разработка технических решений по ЭХЗ" таблицы Б.1 (приложение Б) указаны разделы, которые не требуют разработки технических решений по ЭХЗ (разделы 3 и 6).

7.3 Раздел 1 "Пояснительная записка" в части ЭХЗ стальных сооружений от коррозии должен содержать:

- сведения о материале и конструкции защитного покрытия стального сооружения;
- описание условий эксплуатации защищаемого сооружения (сведения о коррозионной агрессивности грунта, об источниках блуждающих постоянных и переменных токов, о существующих средствах ЭХЗ и др.);
- заключение специализированной организации о гидрогеологических условиях для проектирования глубинных АЗ, включающее при необходимости геолого-геофизический разрез местности;
- краткое описание основных технических решений по ЭХЗ;
- намечаемые этапы строительства и планируемые сроки ввода средств ЭХЗ в эксплуатацию;
- сведения об источнике электроснабжения средств ЭХЗ и мероприятиях по энергосбережению;
- сведения о выполненных расчетах параметров ЭХЗ газопроводов и компьютерных программах, которые использовались при их выполнении;

Примечание - Выполненные при разработке проектной документации расчеты параметров ЭХЗ стальных сооружений в состав проектной документации не включаются, а оформляются в соответствии с требованиями к текстовым документам, хранятся в архиве проектной организации и представляются Заказчику или органам государственной экспертизы по их требованию.

- заверение проектной организации о соответствии разработанной проектной документации заданию на проектирование, требованиям технических регламентов, техническим условиям и разрешительным документам об использовании земельного участка для вновь строящегося сооружения и средств ЭХЗ;

Примечание - Разрешительные документы об использовании земельного участка для вновь строящегося сооружения и средств ЭХЗ оформляются в составе исходных данных для разработки проекта строительства сооружения.

- сведения о проведенных согласованиях проектной документации;
- перечень нормативно-правовых и нормативно-технических документов, используемых при разработке проектной документации в части ЭХЗ.

7.4 В разделе 2 "Проект полосы отвода" в графической части (на плане) должны быть указаны места размещения СКЗ, СДЗ, ГА, КИП, КУ, АЗ и трассы кабельных линий средств ЭХЗ.

7.5 Раздел 4 "Здания, строения и сооружения, входящие в инфраструктуру газопровода" должен содержать подраздел "Электрохимическая защита от коррозии".

7.5.1 В текстовой части подраздела указывается:

- характеристика площадки строительства (по данным ситуационного плана и результатам инженерных изысканий);
- обоснование выбора средств ЭХЗ и мест их размещения, включая временную ЭХЗ стального сооружения на период строительства;
- краткая техническая характеристика защищаемого стального сооружения и параметры работы средств ЭХЗ

(сводная таблица);

- описание технических решений по электроснабжению средств ЭХЗ с указанием источника электроснабжения и обоснованием принятой схемы электроснабжения, а также мероприятия по экономии электроэнергии;

- описание технических решений по исключению вредного влияния переменных токов, индуцированных от ЛЭП (ВЛ 110 кВ и выше) при их параллельном следовании, сближении или удалении, пересечении, а также при обрыве проводов (повреждении) ВЛ и в случаях возникновения атмосферных перенапряжений (грозовых разрядов);

- описание технических решений по молниезащите и заземлению средств ЭХЗ;

- описание СТМ средств ЭХЗ;

- перечень мероприятий по обеспечению безопасного выполнения работ по монтажу и эксплуатации средств ЭХЗ;

- рекомендации по организации эксплуатации средств ЭХЗ;

- технико-экономические показатели принятых технических решений;

- спецификация оборудования, изделий и материалов.

7.5.2 Графическая часть подраздела содержит:

- ситуационный план трассы стального сооружения (согласно 6.3);

- принципиальную электрическую схему электроснабжения средств ЭХЗ;

- схему электрических соединений устройств системы ЭХЗ;

- структурную схему СТМ средств ЭХЗ.

7.6 Раздел 5 "Проект организации строительства" должен содержать сведения по организации строительства системы ЭХЗ.

7.6.1 В текстовой части раздела указывается:

- описание мест расположения устройств системы ЭХЗ по трассе сооружения;

- сведения о расположении земельных участков, временно отводимых на период строительства для размещения строительных механизмов, хранения отвала и резерва грунта, в том числе растительного, площадок складирования материалов и изделий;

- обоснование потребности в основных строительных машинах, механизмах, транспортных средствах, электрической энергии, а также во временных зданиях и сооружениях;

- сведения об объемах и трудоемкости основных строительных и монтажных работ;

- перечень основных видов строительных и монтажных работ, подлежащих освидетельствованию с составлением соответствующих актов приемки;

- обоснование принятой продолжительности строительства;

- описание проектных решений и перечень мероприятий, обеспечивающих сохранение окружающей среды в период строительства;

- календарный план строительства, включая подготовительный период (сроки и последовательность строительства устройств системы ЭХЗ, выделение этапов строительства).

7.6.2 В графической части на плане полосы отвода указываются:

- существующие устройства системы ЭХЗ, расположенные в полосе отвода;
- земельные участки, временно отводимые на период строительства устройств системы ЭХЗ;
- площадки складирования материалов и изделий.

7.7 Раздел 7 "Мероприятия по охране окружающей среды" в текстовой части должен содержать:

- результаты оценки воздействия системы ЭХЗ на окружающую среду;
- перечень мероприятий, обеспечивающих сохранение окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов в период строительства и эксплуатации системы ЭХЗ, включая:

а) мероприятия по охране атмосферного воздуха от загрязнений;

б) мероприятия по охране и рациональному использованию земельных, водных ресурсов и почвенного покрова.

7.8 Раздел 8 "Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности" в текстовой части должен содержать:

- характеристику пожарной опасности средств ЭХЗ;
- сведения о категории средств ЭХЗ по взрывопожарной и пожарной опасности;
- описание и обоснование технических решений, обеспечивающих пожарную безопасность средств ЭХЗ;
- перечень организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности средств ЭХЗ;
- перечень мероприятий, обеспечивающих безопасность подразделений пожарной охраны при ликвидации пожара на средствах ЭХЗ.

7.9 Раздел 9 "Смета на строительство" должна содержать текстовую часть в составе пояснительной записки к сметной документации и следующую сметную документацию в части средств ЭХЗ:

- сводный сметный расчет стоимости строительства;
- объектные и локальные сметные расчеты (сметы);
- сметные расчеты на отдельные виды работ, включая пусконаладочные работы.

7.10 Состав проектной документации на строительство средств ЭХЗ существующего стального сооружения, а также на реконструкцию и капитальный ремонт существующей системы ЭХЗ, допускается изменять в зависимости от состава выполняемых работ. Решение о составе проектной документации определяется заказчиком в задании на проектирование.

7.11 Рабочая документация по ЭХЗ стального сооружения от коррозии разрабатывается в целях реализации в процессе строительства технических и технологических решений, принятых в проектной документации. В состав рабочей документации включаются документы в текстовой форме, рабочие чертежи и спецификации оборудования, изделий и материалов.

7.12 Рабочая документация должна содержать:

- общие данные;
- ситуационный план в соответствии с 6.3, с указанием пунктов измерения потенциалов "труба-земля" на стадии проведения пусконаладочных работ и зоны защиты каждого проектируемого и существующего средства ЭХЗ;

- план (в масштабе 1:500) размещения проектируемых средств ЭХЗ с привязкой их к местности;
- станций катодной защиты, СДЗ, ГА, АЗ и кабельных линий;
- контактных устройств на защищаемых сооружениях, АЗ и источниках блуждающих токов;
- ведомость размещения КИП с указанием порядкового номера согласно ситуационному плану и адреса места расположения;
- ведомость размещения ЭИС с указанием адреса места расположения;
- монтажные электрические схемы и установочные чертежи средств ЭХЗ;
- схемы автоматизации с указанием каналов телеизмерений, телесигнализации и телеуправления;
- схемы соединений и подключения внешних электрических цепей СТМ, а также таблицу соединений и подключений;
- спецификацию оборудования, изделий и материалов;
- другую рабочую документацию (при необходимости).

7.13 Допускается разрабатывать рабочую документацию (без разработки проектной документации) на строительство средств ЭХЗ существующего стального сооружения, а также на реконструкцию и капитальный ремонт существующей системы ЭХЗ.

7.14 При разработке проектной документации (текстовых и графических материалов) и рабочей документации (рабочих чертежей, схем) должны соблюдаться требования ГОСТ Р 21.1101, ГОСТ 34.201, ГОСТ 21.404, ГОСТ 21.408.

При разработке спецификаций оборудования, изделий и материалов должны соблюдаться требования ГОСТ 21.110.

8 Выбор средств электрохимической защиты

8.1 Выбор средств ЭХЗ вновь строящихся и существующих стальных сооружений должен осуществляться в соответствии с показателями критериев опасности коррозии, установленных СТО ГАЗПРОМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ 9.0-0 (раздел 5).

8.2 Проектирование электрохимической защиты стальных сооружений от коррозии должно выполняться в соответствии с требованиями ГОСТ 9.602 (раздел 7) и документами системы стандартизации ОАО "Газпром газораспределение" комплекса "Защита от коррозии".

8.3 Катодную защиту стальных сооружений от коррозии предусматривают в следующих случаях:

- при высокой коррозионной агрессивности грунта;
- при опасности биокоррозии;
- при наличии постоянных блуждающих токов - для вновь проектируемых стальных сооружений;
- при наличии опасного влияния постоянных блуждающих токов - для существующих стальных сооружений;
- при опасном воздействии блуждающего переменного тока;
- при опасном воздействии индуцированного переменного тока;
- при неэффективности дренажной защиты.

8.4 При проектировании катодной защиты применяются поверхностные и глубинные АЗ с горизонтальным и/или вертикальным расположением электродов в местах с минимальным удельным электрическим сопротивлением грунта, ниже глубины сезонного промерзания грунта и по возможности на участках без дорожного покрытия (газоны, скверы, пруды, пойменные участки рек и т.п.).

8.4.1 Поверхностные АЗ, в зависимости от размещения вдоль трассы защищаемого сооружения, могут быть сосредоточенными, распределенными и протяженными.

8.4.2 Сосредоточенные АЗ следует размещать на максимально возможное расстояние от защищаемого стального сооружения (в стесненных городских условиях рекомендуемое расстояние - не менее 30 м от защищаемого сооружения).

8.4.3 Распределенные и протяженные АЗ следует размещать вдоль защищаемого сооружения, как правило, на расстоянии не ближе четырех диаметров защищаемого сооружения.

8.4.4 Для эффективной катодной защиты и исключения вредного влияния на смежные коммуникации следует для размещения АЗ выбирать участки, на которых между защищаемым стальным сооружением и АЗ отсутствуют смежные сооружения.

8.4.5 В качестве АЗ применяются железокремнистые, магнетитовые, углеграфитовые, стальные, чугунные, электропроводные эластомеры и другие электроды, как правило, с коксовой засыпкой.

8.4.6 Определение оптимальных конструктивных параметров АЗ и числа электродов, обеспечивающих минимальные приведенные суммарные затраты (отнесенные к одному году эксплуатации), должно быть подтверждено технико-экономическим расчетом.

8.4.7 Анодные заземления не должны оказывать вредного влияния на окружающую среду.

8.4.8 Тип АЗ и количество электродов определяют по величине сопротивления растеканию тока на начальный момент эксплуатации в соответствии с приложением Д.

8.5 Гальваническая (протекторная) защита применяется для стальных сооружений, проложенных в грунтах с удельным электрическим сопротивлением не более 50 Ом·м, при наличии опасности почвенной коррозии, биокоррозии, коррозии переменными токами промышленной частоты и/или блуждающими постоянными токами:

- для отдельных участков трубопроводов небольшой протяженности (резервуаров), не имеющих электрических контактов с другими сооружениями, при отсутствии постоянных блуждающих токов или при наличии опасности постоянных блуждающих токов, если вызываемое ими среднее смещение потенциала от стационарного не превышает плюс 0,3 В (с применением вентильных устройств);

- в случаях, когда расчетные защитные токи относительно малы (менее или равны 1 А);

- для участков трубопроводов небольшой протяженности, электрически отсеченных от общей сети ЭИС;

- как дополнительное средство, когда существующие средства ЭХЗ не обеспечивают катодную поляризацию трубопровода по всей зоне защиты;

- для защиты от опасного влияния переменного тока.

8.5.1 Гальваническая защита может осуществляться одиночными или групповыми ГА.

8.5.2 Размещение ГА следует предусматривать в местах с минимальным удельным электрическим сопротивлением грунта, ниже глубины его промерзания. Допускается использовать искусственное снижение удельного электрического сопротивления грунта в местах установки ГА при исключении вредного влияния на окружающую среду.

8.5.3 Одиночные ГА размещают на расстоянии не менее 4 м от стального сооружения. Удаление групповых ГА от стального сооружения определяют расчетом в соответствии с приложением Е.

8.5.4 Подключение ГА к защищаемому трубопроводу или футляру на участках переходов через естественные

и искусственные преграды следует осуществлять с использованием вентильных регулируемых электрических переключателей. Коммутация выводов от ГА и защищаемого сооружения должна выполняться на клеммной колодке КИП.

8.5.5 Для защиты стальных сооружений от коррозии блуждающими постоянными токами, как правило, используют поляризованную ГЗ.

Примечание - Технические требования к поляризованной ГЗ приведены в ГОСТ 16149.

8.6 Дренажную защиту от коррозии предусматривают на участках пересечения или сближения трассы подземного стального сооружения с рельсовой сетью электрифицированных на постоянном токе железных дорог или трамвайных путей при устойчивых отрицательных или знакопеременных значениях потенциала "рельс-земля".

Примечание - При удалении трассы стального сооружения от железных дорог или трамвайных путей на расстояние более 1000 м, а также при невозможности подключения к ним СДЗ, следует предусматривать установку СКЗ с автоматическим поддержанием защитного потенциала.

Если применение поляризованных дренажей неэффективно или неоправданно по технико-экономическим показателям, следует применять катодную защиту, дренажную защиту совместно с катодной защитой или защиту усиленными дренажами (требуется получение разрешения владельца на присоединение к рельсовой сети).

8.7 Проектом должны предусматриваться КИП (КУ), конструкция которых должна соответствовать их назначению.

Схемы и узлы коммутации средств ЭХЗ, защищаемых стальных сооружений, элементов контроля и диагностики должны соответствовать типовой проектной документации [5]-[8].

8.7.1 Контрольно-измерительные пункты устанавливают с интервалом:

- не более 200 м в пределах поселения;
- не более 500 м вне пределов поселения.

8.7.2 Установку КИП предусматривают:

- в пунктах подключения катодного кабеля к стальному сооружению (КУ);
- на концах заданных зон защиты средств ЭХЗ;
- в местах максимального сближения (удаления) защищаемого стального сооружения с АЗ;
- у мест пересечения трубопровода с рельсами электрифицированного транспорта;
- в местах наиболее приближенных к рельсам электрифицированного транспорта, высоковольтным кабелям и линиям электропередач;
- у одного конца стального футляра длиной не более 20 м и у обоих концов стального футляра длиной более 20 м.

8.7.3 Контрольно-измерительные пункты дополнительно предусматривают:

- в местах пересечения проектируемого стального сооружения с другими подземными металлическими сооружениями;
- при переходе через водные преграды шириной более 75 м.

Необходимость установки КИП решается проектной организацией.

8.7.4 Клеммная колодка КИП должна обеспечивать подключение необходимого количества кабелей, предназначенных для коммутации средств ЭХЗ, защищаемых стальных сооружений, элементов СТМ ЭХЗ.

Кабели должны иметь маркировку.

8.7.5 Контактные выводы КИП (КУ) предусматривают в защитном устройстве (стойка, колонка, колодец, ковер) с целью защиты от механических повреждений.

8.7.6 В населенных пунктах установку КИП предусматривают в коврах на бетонных и железобетонных основаниях.

8.7.7 Отметки крышек колодцев и коверов, установленных:

- в пределах усовершенствованного дорожного покрытия - должны соответствовать отметке дорожного покрытия;

- в местах отсутствия проезда транспорта и прохода людей - должны быть не менее чем на 0,5 м выше уровня земли.

8.7.8 При отсутствии усовершенствованного дорожного покрытия вокруг ковра предусматривают устройство отсыпки шириной не менее 0,7 м с уклоном 50%, исключающим проникновение поверхностных вод в грунт близ ковра.

8.7.9 В случае подземного исполнения КУ, их следует размещать в местах, исключающих попадание хлоридных антигололедных смесей.

8.8 Проектом должна предусматриваться установка ЭИС в соответствии с требованиями документов комплекса "Защита от коррозии" Системы стандартизации ОАО "Газпром газораспределение".

8.9 Оборудование и материалы, применяемые при разработке проектов ЭХЗ, должны отвечать техническим требованиям, установленным соответствующими стандартами Системы стандартизации ОАО "Газпром газораспределение".

9 Исключение вредного влияния катодной поляризации на смежные подземные коммуникации

9.1 Вредным влиянием проектируемых средств ЭХЗ стальных сооружений на смежные подземные металлические сооружения считают:

- уменьшение по абсолютной величине потенциала по отношению к минимальному или увеличение по абсолютной величине потенциала по отношению к максимальному защитному потенциалу на смежных металлических сооружениях, защищенных катодной поляризацией;

- появление опасности коррозии на смежных металлических сооружениях, ранее не требовавших ЭХЗ.

9.2 Для исключения вредного влияния проектируемой системы ЭХЗ стального сооружения на смежные металлические сооружения необходимо предусматривать следующие мероприятия:

- размещение АЗ от незащищаемого смежного металлического сооружения на расстояние, не менее чем в три раза превышающее расстояние между АЗ и защищаемым стальным сооружением;

- применение ЭИС;

- устройство совместной защиты;

- изменение месторасположения точки дренажа (КУ);

- изменение месторасположения АЗ;
- установка электрической перемычки между защищаемым сооружением и смежным металлическим сооружением с применением диодно-резисторного блока;
- применение ГЗ на смежном металлическом сооружении.

9.3 Наличие вредного влияния на смежные металлические сооружения устанавливается при пусконаладочных работах запроектированных средств ЭХЗ.

9.4 Электрические перемычки должны быть разъемными с выводом соединительных кабелей на клеммную панель КИП.

9.5 Прямые нерегулируемые электрические перемычки могут предусматриваться только для соединения сооружений одинакового назначения, проложенных на расстоянии не более 5 м друг от друга. Такие перемычки должны быть разъемными и могут выполняться из изолированных стальных полос (с изоляцией не хуже изоляции сооружения) сечением не менее 400 мм² (50 мм² по меди).

При расстоянии между сооружениями более 5 м для электрических перемычек следует предусматривать использование кабелей, имеющих общее сечение жил не менее 50 мм² по меди. Присоединение кабелей к сооружениям выполняется через контактные устройства.

Разъемные соединения должны быть выведены в защитное устройство (стойка, колонка, колодец, ковер).

9.6 Для включения в систему ЭХЗ сооружений, отличающихся от основного защищаемого сооружения продольной проводимостью и состоянием защитного покрытия (водопровод, теплотрасса и т.п.), следует использовать поляризованные (вентильные) регулируемые электрические перемычки.

9.7 При совместной защите трубопровода и футляра средствами ЭХЗ трубопровод и футляр соединяют через регулируемую вентильную перемычку.

При отдельной защите трубопровода и футляра средствами ЭХЗ, должна предусматриваться электрическая перемычка, нормальное состояние которой - разомкнутое.

10 Защита стальных участков полиэтиленовых газопроводов

10.1 При разработке проектов ЭХЗ стальных участков полиэтиленовых газопроводов сетей газораспределения должны соблюдаться требования, установленные для подземных стальных сооружений.

10.2 Допускается не предусматривать электрохимическую защиту стальных участков полиэтиленовых газопроводов в случаях, предусмотренных ГОСТ 9.602.

11 Расчет параметров электрохимической защиты

11.1 Рекомендуемые методики расчета параметров ЭХЗ приведены в приложениях В-Ж.

11.2 Для расчетов параметров ЭХЗ могут использоваться компьютерные программы по [9], а также аналогичные программы, используемые при проектировании.

12 Электроснабжение установок электрохимической защиты

12.1 Проектирование электроснабжения средств ЭХЗ (СКЗ, СДЗ) должно выполняться по техническим

условиям на присоединение к электрическим сетям, выданным электросетевой организацией в соответствии с Правилами [10].

12.2 Электроснабжение средств ЭХЗ, как правило, предусматривается от источников III категории надежности электроснабжения в соответствии с [11].

12.3 Разработка проектных решений по защитному заземлению и молниезащите средств ЭХЗ (СКЗ, СДЗ) должны предусматриваться в соответствии с [11]-[13].

13 Система телемеханики средств электрохимической защиты

13.1 В составе проекта ЭХЗ должен предусматриваться раздел СТМ ЭХЗ стальных сооружений.

13.2 Технические решения по СТМ ЭХЗ стальных сооружений должны предусматривать контроль и управление параметрами средств ЭХЗ, а также контроль защитного потенциала сооружения и состояния КИП (СТМ КИП) и обеспечивать передачу контролируемых параметров на АРМ ЭХЗ.

13.3 Систему телемеханики КИП, как правило, следует предусматривать:

- на концах заданных зон защиты средств ЭХЗ;
- в местах максимального сближения (удаления) защищаемого стального сооружения с АЗ;
- у мест пересечения трубопровода с рельсами электрифицированного транспорта;
- в местах наиболее приближенных к источникам блуждающих токов, высоковольтным кабелям и линиям электропередач.

13.4 Система телемеханики ЭХЗ должна соответствовать требованиям, предъявляемым к автоматизированным системам управления технологическим процессом распределения газа, установленным соответствующими стандартами ОАО "Газпром газораспределение".

14 Обеспечение временной электрохимической защиты сооружений на стадии строительства

14.1 Если проектом предусматриваются более поздние сроки окончания строительства средств ЭХЗ и ввода их в эксплуатацию, чем установленные ГОСТ 9.602, должна быть запроектирована временная ЭХЗ стальных сооружений со сроками ввода после укладки сооружения в грунт:

- в зонах опасного влияния блуждающих токов - не позднее одного месяца;
- в остальных случаях - не позднее шести месяцев.

14.2 Для временной ЭХЗ сооружения, как правило, применяют ГЗ.

14.3 Расчет ГЗ временной ЭХЗ сооружения следует проводить в соответствии с приложением Е.

14.4 Для временной ЭХЗ сооружения допускается размещать ГА в грунтах с удельным электрическим сопротивлением до 500 Ом·м.

Для сооружений, расположенных в грунтах с удельным электрическим сопротивлением грунта выше 150 Ом·м, временную ЭХЗ следует проектировать с учетом смещения поляризационного потенциала относительно стационарного потенциала сооружения не менее чем на 100 мВ.

14.5 На участках прокладки строящегося сооружения параллельно существующему сооружению, обеспеченному ЭХЗ, для временной защиты допускается подключать средства ЭХЗ существующего сооружения

по согласованию с его владельцем, не ухудшая параметров защиты сооружения.

15 Сметная документация

15.1 Состав сметной документации проекта ЭХЗ должен соответствовать 7.9.

15.2 Объектные и локальные сметные расчеты стоимости строительства, монтажа и пусконаладки средств ЭХЗ выполняются по следующим видам работ:

- строительство и монтаж системы ЭХЗ;
- монтаж СТМ ЭХЗ;
- пусконаладочные работы системы ЭХЗ;
- пусконаладочные работы СТМ ЭХЗ.

15.3 При разработке сметной документации следует руководствоваться федеральными и территориальными единичными расценками, требованиями документов [14]-[15] и требованиями ОАО "Газпром газораспределение" в области сметного нормирования и ценообразования.

16 Порядок согласования проектной документации

16.1 В ходе разработки проект ЭХЗ согласовывается с заинтересованными ведомствами и организациями в части:

- размещения устройств системы ЭХЗ (кабели, КУ, АЗ) и ГА в проезжей части, тротуарах, газонах с организациями, осуществляющими их эксплуатацию;
- подключения СКЗ и СДЗ к электрическим сетям переменного тока с организациями, эксплуатирующими эти сети;
- размещения СКЗ, СДЗ, ГА и устройств системы ЭХЗ (КУ, АЗ, воздушных и кабельных линий) с правообладателями земельных участков (землепользователями);
- подключения СДЗ к трамвайным путям, рельсовым путям электрифицированных железных дорог (выполнение опытного включения) с организациями, осуществляющими их эксплуатацию;
- соответствия техническим условиям с организациями их выдавшими;
- иные согласования с организациями и ведомствами в порядке, установленном местными органами исполнительной власти.

16.2 Результаты согласования должны оформляться соответствующими разрешительными документами организаций и ведомств или отметками о согласовании в проектной документации.

Приложение А
(справочное)

Метод опытного включения при проектировании электрохимической защиты существующего сооружения

А.1 Применение метода опытного включения средств ЭХЗ позволяет определить:

- способ защиты и основные параметры работы проектируемых средств ЭХЗ;
- места присоединения дренажных кабелей к защищаемым сооружениям, источникам блуждающих токов и места расположения АЗ;
- зону защиты проектируемых средств ЭХЗ;
- наличие (отсутствие) вредного влияния проектируемых средств ЭХЗ на смежные сооружения;
- необходимость осуществления совместной защиты существующего сооружения и смежных подземных металлических сооружений.

А.2 Объем измерений, выполняемых при опытном включении средств ЭХЗ, определяется организацией, разрабатывающей проект защиты существующего сооружения.

А.3 Для выполнения опытного включения должна разрабатываться программа работ, в которой указываются:

- режимы работы средств ЭХЗ при опытном включении;
- пункты измерений потенциалов на сооружении, подлежащем защите, и на смежных сооружениях;
- порядок размещения измерительных приборов и продолжительность измерения в каждом пункте измерения потенциалов.

Измерения потенциалов на смежных подземных металлических сооружениях выполняются в присутствии представителей организаций, осуществляющих эксплуатацию этих сооружений.

А.4 Для опытного включения используются СКЗ (СДЗ) заводского изготовления.

А.5 При проведении опытного включения средств ЭХЗ должны быть определены мероприятия, предусмотренные 9.2, по исключению вредного влияния на смежные сооружения.

А.6 При опытном включении СДЗ пункт подключения кабеля к сооружению выбирается на участке, где:

- средние значения положительных потенциалов стального сооружения по отношению к земле максимальные;
- расстояние от места присоединения к источнику блуждающих токов (рельсам, дроссель-трансформаторам, отсасывающим пунктам, тяговым подстанциям) минимальное;
- имеется возможность доступа к стальному сооружению без вскрытия грунта;
- наибольший диаметр стального сооружения при прочих равных условиях.

А.7 Непосредственное присоединение СДЗ не допускается:

- к отрицательным шинам тяговых станций трамвая, а также к сборке отрицательных линий этих подстанций;
- к участкам рельсовой сети, на которых выявлены анодные зоны;
- к рельсам депоовских путей (для усиленных дренажей).

А.8 Подключение усиленного дренажа к рельсовым путям электрифицированных железных дорог не должно приводить в часы интенсивного движения поездов к тому, чтобы в отсасывающем пункте появлялись устойчивые положительные потенциалы.

А.9 Подключение поляризованных и усиленных дренажей к рельсовым путям электрифицированных железных дорог с автоблокировкой, не должны нарушать нормальную работу рельсовых цепей системы централизованной блокировки во всех режимах.

Места и условия подключения поляризованных и усиленных дренажей должны согласовываться с соответствующими службами.

А.10 Среднечасовой ток всех СДЗ, подключенных к рельсовому пути или сборке отрицательных питающих линий тяговой подстанции магистральных участков электрифицированных дорог постоянного тока, не должен превышать 25% общей нагрузки данной тяговой подстанции.

А.11 При опытном включении средств ЭХЗ в качестве дренажного кабеля следует использовать кабели сечением 16-120 мм².

В местах присоединения дренажного кабеля к сооружению и элементам отсасывающей сети электрифицированного транспорта должен быть обеспечен надежный электрический контакт.

А.12 При опытном включении СДЗ должен быть охвачен период максимальных нагрузок электрифицированного транспорта.

А.13 Измерение тока дренажа, а также потенциалов защищаемого стального сооружения, смежных коммуникаций и рельсов электрифицированного транспорта производят в соответствии с режимами работы средств ЭХЗ, намеченными в разработанной программе (А.3).

Если по результатам измерений установлено, что зона эффективного действия поляризованного дренажа не распространяется на всю зону выявленной опасности, пункт дренирования перемещают или включают одновременно несколько поляризованных дренажей в различных пунктах.

При недостаточной эффективности принятых мер, проводят опытное включение усиленных дренажей или комплекса: поляризованного дренажа и СКЗ. Опытное включение СКЗ проводят после окончательного выбора параметров поляризованного дренажа.

А.14 При опытном включении СКЗ для размещения временных анодных заземлителей, как правило, выбирают участки, на которых проектом планируется монтаж стационарного анодного заземления.

А.15 При опытной защите, как правило, определяют ее основной параметр - среднее значение силы тока в цепи ЭХЗ.

Другие параметры защиты определяют расчетным методом при разработке проекта ЭХЗ.

Приложение Б (справочное)

Состав проектной документации на строительство (реконструкцию, капитальный ремонт) газопровода

Общий состав проектной документации по ЭХЗ при строительстве (реконструкции, капитальном ремонте) газопровода сети газораспределения приведен в таблице Б.1.

Таблица Б.1

Номер раздела	Наименование раздела	Технические решения по ЭХЗ
Раздел 1	Пояснительная записка	Разрабатываются
Раздел 2	Проект полосы отвода	Разрабатываются
Раздел 3	Технологические и конструктивные решения газопровода. Искусственные сооружения	Не разрабатываются
Раздел 4	Здания, строения и сооружения, входящие в инфраструктуру газопровода	Разрабатывается подраздел "Электрохимическая защита от коррозии"
Раздел 5	Проект организации строительства	Разрабатываются

Раздел 6	Проект организации работ по сносу (демонтажу) газопровода	Не разрабатываются
Раздел 7	Мероприятия по охране окружающей среды	Разрабатываются
Раздел 8	Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности	Разрабатываются
Раздел 9	Смета на строительство	Разрабатываются

Приложение В
(рекомендуемое)

Расчет параметров катодной защиты разветвленной сети трубопроводов

В.1 Основным расчетным параметром катодной защиты является средняя плотность защитного тока.

В.2 Если проектируемые трубопроводы будут иметь соединения с существующими сооружениями, оборудованными средствами ЭХЗ, необходимо расчетным путем проверить возможность защиты проектируемых трубопроводов существующими средствами ЭХЗ.

В.3 Исходными данными для расчета катодной защиты проектируемых трубопроводов являются их параметры и среднее удельное электрическое сопротивление грунта на территории вдоль трасс проектируемых трубопроводов.

В.4 Площадь поверхности S_{Γ} , м², всех газопроводов, электрически связанных между собой за счет технологических соединений или специальных перемычек, определяют по формуле

$$S_{\Gamma} = \pi \cdot \sum_{i=1}^n d_{i\Gamma} \cdot l_{i\Gamma} \cdot 10^{-3}, \quad (\text{B.1})$$

где $d_{i\Gamma}$ - диаметр i -го участка газопровода, мм;

$l_{i\Gamma}$ - длина i -го участка газопровода, имеющего диаметр $d_{i\Gamma}$, м;

n - общее число соответствующих участков газопровода.

В.5 Площадь поверхности всех водопроводов $S_{\text{В}}$, м², которые электрически контактируют между собой за счет технологических соединений или специальных перемычек, определяют по формуле

$$S_{\text{В}} = \pi \cdot \sum_{i=1}^m d_{i\text{В}} \cdot l_{i\text{В}} \cdot 10^{-3}, \quad (\text{B.2})$$

где $d_{i\text{В}}$ - диаметр i -го участка водопровода, мм;

$l_{i\text{В}}$ - длина i -го участка водопровода, имеющего диаметр $d_{i\text{В}}$, м;

m - общее число соответствующих участков водопровода.

Суммарная площадь поверхности S , м², всех электрически связанных газопроводов и водопроводов равна

$$S = S_{\Gamma} + S_{\text{В}}, \quad (\text{B.3})$$

где S_{Γ} - площадь поверхности всех газопроводов, м²;

$S_{\text{В}}$ - площадь поверхности всех водопроводов, м².

В.6 Среднее удельное электрическое сопротивление грунта ρ , Ом·м, вдоль трасс проектируемых электрически связанных газопроводов и водопроводов определяется по формуле

$$\rho = \frac{\left(\sum_{i=1}^n \rho_{iГ} \cdot l_{iГ} + \sum_{i=1}^m \rho_{iВ} \cdot l_{iВ} \right)}{L_{Г} + L_{В}}, \quad (B.4)$$

где $\rho_{iГ}$ - среднее удельное электрическое сопротивление грунта вдоль длины i -го участка газопровода, Ом·м;
 $l_{iГ}$ - длина i -го участка газопровода, м;

$\rho_{iВ}$ - среднее удельное электрическое сопротивление грунта вдоль длины i -го участка водопровода, Ом·м;

$l_{iВ}$ - длина i -го участка водопровода, м;

$L_{Г}$ - суммарная длина газопроводов на данной территории, м;

$L_{В}$ - суммарная длина водопроводов на данной территории, м.

V.7 Вычисляется доля площади поверхности газопроводов $a_{Г}$ и водопроводов $a_{В}$, %, в суммарной площади их поверхностей

$$a_{Г} = \left(\frac{S_{Г}}{S} \right) \cdot 100, \quad (B.5)$$

$$a_{В} = \left(\frac{S_{В}}{S} \right) \cdot 100, \quad (B.6)$$

где $S_{Г}$ - площадь поверхности всех газопроводов, м²;

S - суммарная площадь поверхности всех электрически связанных газопроводов и водопроводов, м²;

$S_{В}$ - площадь поверхности всех водопроводов, м².

V.8 Вычисляется площадь поверхности газопроводов $b_{Г}$ и водопроводов $b_{В}$, м²/га, приходящаяся на единицу площади территории $S_{тер}$, га, где размещены проектируемые трубопроводы

$$b_{Г} = \left(\frac{S_{Г}}{S_{тер}} \right), \quad (B.7)$$

$$b_{В} = \left(\frac{S_{В}}{S_{тер}} \right), \quad (B.8)$$

где $S_{Г}$ - площадь поверхности всех газопроводов, м²;

$S_{тер}$ - площадь территории, где размещены проектируемые газопроводы и водопроводы, м²;

$S_{В}$ - площадь поверхности всех водопроводов, м².

V.9 Средняя плотность защитного тока для всех электрически связанных газопроводов и водопроводов j , мА/м², вычисляется по формуле

$$j = 30 - 10^{-3} \cdot (100 \cdot a_{В} + 3,0 \cdot b_{В} + 34 \cdot b_{Г} + 5 \cdot \rho). \quad (B.9)$$

При отсутствии водопроводов средняя плотность защитного тока газопроводов $j_{Г}$, мА/м², вычисляется по формуле

$$j_r = 20 + 10^{-3} \cdot (100 \cdot a_B - 34 \cdot b_r - 5 \cdot \rho), \quad (\text{B.10})$$

где a_B - доля площади поверхности водопроводов, %;

b_B - площадь поверхности, водопроводов на единицу площади территории, где размещены проектируемые трубопроводы, м²/га;

b_r - площадь поверхности газопроводов на единицу площади территории, где размещены проектируемые трубопроводы, м²/га;

ρ - среднее удельное электрическое сопротивление грунта, Ом·м;

a_r - доля площади поверхности газопроводов, %.

V.10 Если расчетное значение j или j_r меньше 6 мА/м², средняя плотность защитного тока принимается равной 6 мА/м².

V.11 Суммарная сила тока J , А, необходимого для катодной защиты проектируемых газопроводов и водопроводов, определяется по формуле

$$J = 1,3 \cdot 10^{-3} \cdot j \cdot S, \quad (\text{B.11})$$

где j - средняя плотность защитного тока для всех электрически связанных газопроводов и водопроводов, мА/м²;

S - суммарная площадь поверхности всех электрически связанных газопроводов и водопроводов, м².

При отсутствии водопроводов, сила тока для проектируемой сети газопроводов J_r , А, вычисляется по формуле

$$J_r = 1,3 \cdot 10^{-3} \cdot j_r \cdot S_r, \quad (\text{B.12})$$

где j_r - средняя плотность защитного тока для всех газопроводов, мА/м²;

S_r - площадь поверхности всех газопроводов, м².

V.12 Количество УКЗ определяют из условий оптимального размещения анодных заземлителей (наличие площадок, удобных для их размещения), наличия источников электроснабжения и т.д. При этом значение тока, необходимого для катодной защиты, на конечный период эксплуатации одной УКЗ допускается принять равным 25 А. Количество УКЗ определяют по следующему соотношению: $\frac{J}{25}$, или $\frac{J_r}{25}$.

V.13 После размещения УКЗ, на совмещенном плане необходимо рассчитать зону действия каждой из них. Для этой цели определяют радиус действия R_i , м, каждой УКЗ по формуле

$$R_i = 60 \sqrt{\frac{J}{j \cdot K}}, \quad (\text{B.13})$$

где J - суммарная сила тока, необходимого для катодной защиты, А;

j - средняя плотность защитного тока, мА/м², определенная по формуле (B.9) или (B.10);

K - коэффициент приведения площади поверхности всех электрически связанных газопроводов и водопроводов к единице площади поверхности территории, м²/га, рассчитывается по формуле (B.14)

$$K = \frac{S}{S_{\text{тер}}}, \quad (\text{В.14})$$

где S - суммарная площадь поверхности всех электрически связанных газопроводов и водопроводов, м²;
 $S_{\text{тер}}$ - площадь территории, га.

В.14 Если площади кругов, радиусы действия каждого из которых равны R_1 , а центры находятся в точках размещения анодных заземлителей, не охватывают всей территории $S_{\text{тер}}$, необходимо изменить или места расположения УКЗ, или их токи и вновь выполнить проверку по формуле (В.13).

В.15 Мощность СКЗ выбирается так, чтобы номинальный выходной ток был на 30% выше расчетного, с учетом старения изоляционных покрытий и анодных заземлителей, а также возможного развития сети трубопроводов.

Пример расчета совместной катодной защиты сети газопроводов и водопроводов

1. На территории площадью 10 га после завершения строительства будут размещены газопроводы и водопроводы диаметрами и длинами, приведенными в таблице В.1.

Таблица В.1

Газопроводы		Водопроводы	
$d_{\text{гр}}$, мм	$l_{\text{гр}}$, м	$d_{\text{вб}}$, мм	$l_{\text{вб}}$, м
200	750	200	450
150	640	100	520
100	400	300	80
89	150	150	170

2. Площадь поверхности всех газопроводов $S_{\text{г}}$ определяют по формуле (В.1)

$$S_{\text{г}} = 3,14 \cdot 10^{-3} \cdot (200 \cdot 750 + 150 \cdot 640 + 100 \cdot 400 + 89 \cdot 150) = 940 \text{ м}^2,$$

площадь поверхности всех водопроводов $S_{\text{в}}$ определяют по формуле (В.2)

$$S_{\text{в}} = 3,14 \cdot 10^{-3} \cdot (200 \cdot 450 + 100 \cdot 520 + 300 \cdot 80 + 150 \cdot 170) = 601 \text{ м}^2.$$

3. Суммарная площадь поверхности всех электрически связанных газопроводов и водопроводов S рассчитывается по формуле (В.3)

$$S = S_{\text{г}} + S_{\text{в}} = 940 + 601 = 1541 \text{ м}^2.$$

4. Определяем удельное электрическое сопротивление грунта у электрически связанных газопроводов и водопроводов $\rho_{\text{гр}}$ и $\rho_{\text{вб}}$ вдоль каждого из участков. Результаты заносим в таблицу В.2.

Таблица В.2 - Длины и удельное электрическое сопротивление грунта у электрически связанных газопроводов и водопроводов

Газопроводы		Водопроводы	
$l_{\text{гр}}$, м	$\rho_{\text{гр}}$, Ом·м	$l_{\text{вб}}$, м	$\rho_{\text{вб}}$, Ом·м
400	60	350	60
40	10	30	10

450	70	500	75
210	35	300	50
400	50	40	45
440	40		

Суммарная длина газопроводов (по любой из таблиц В.1 или В.2)

$$L_{\Gamma} = \sum_1^n l_{\Gamma} = 750 + 640 + 400 + 150 = 1940 \text{ м},$$

Суммарная длина водопроводов

$$L_{\text{В}} = \sum_1^m l_{\text{В}} = 450 + 720 + 80 + 170 = 1220 \text{ м}.$$

5. Определяем среднее удельное электрическое сопротивление грунта ρ вдоль электрически связанных газопроводов и водопроводов, используя данные таблицы В.2, по формуле (В.4)

$$\rho = \left[\frac{1}{(1940 + 1220)} \right] \cdot [(60 \cdot 400 + 10 \cdot 40 + 70 \cdot 450 + 35 \cdot 210 + 50 \cdot 400 + 40 \cdot 440) + (60 \cdot 350 + 10 \cdot 30 + 75 \cdot 500 + 50 \cdot 300 + 45 \cdot 40)] = 56 \text{ Ом}\cdot\text{м}$$

6. Вычисляем доли площади поверхности газопроводов a_{Γ} и водопроводов $a_{\text{В}}$ в суммарной поверхности всех трубопроводов по формулам (В.5) и (В.6)

$$a_{\Gamma} = \left(\frac{940}{1541} \right) \cdot 100 = 61 \%,$$

$$a_{\text{В}} = \left(\frac{601}{1541} \right) \cdot 100 = 39 \%.$$

7. Вычисляем коэффициенты площади поверхности газопроводов и водопроводов на единицу площади территории, где размещены проектируемые трубопроводы по формулам (В.7) и (В.8)

$$b_{\Gamma} = \frac{940}{10} = 94 \text{ м}^2/\text{га},$$

$$b_{\text{В}} = \frac{601}{10} = 60,1 \text{ м}^2/\text{га}.$$

8. Вычисляем среднюю плотность защитного тока для всех электрически связанных газопроводов и водопроводов по формуле (В.9)

$$j = 30 \cdot 10^{-3} \cdot (100 \cdot 39 + 3,0 \cdot 60,1 + 34 \cdot 94 + 5 \cdot 56) = 22,6 \text{ mA}/\text{м}^2.$$

9. Суммарную силу защитного тока вычисляем по формуле (В.11)

$$J = 1,3 \cdot 10^{-3} \cdot 22,6 \cdot 1541 = 45,3 \text{ А}.$$

10. С учетом В.13, принимаем ток УКЗ равным 25 А и количество УКЗ равным 2.

11. Коэффициент приведения площади поверхности всех электрически связанных газопроводов и водопроводов к единице площади поверхности территории рассчитываем по формуле (В.14)

$$K = \frac{1541}{10} = 154,1 \text{ м}^2/\text{га}.$$

12. Радиус действия каждой СКЗ рассчитываем по формуле (В.13)

$$R_1 = R_2 = 60 \sqrt{\frac{25}{22,6 \cdot 10^{-3} \cdot 154,1}} = 161 \text{ м.}$$

По совмещенному плану круги с центрами в местах расположения АЗ и радиусами по 161 м охватывают всю территорию размещения проектируемых газопроводов и водопроводов (при этом каждая УКЗ охватывает по 8,14 га из 10 га). Следовательно, изменять количество и расположение УКЗ не требуется.

Приложение Г (рекомендуемое)

Расчет параметров катодной защиты протяженного линейного участка трубопровода

Г.1 Расчет электрических характеристик трубопровода

Г.1.1 Электрические характеристики защищаемых трубопроводов являются основными параметрами, определяющими распределение защитного тока. К первичным электрическим параметрам трубопровода относятся:

- переходное сопротивление R_{Π} , Ом·м²;
- продольное сопротивление R_{Γ} , Ом/м.

Г.1.2 Исходные данные для определения электрических характеристик трубопроводов:

- диаметр трубы D_T , м;
- толщина стенки трубы δ_T , м;
- марка стали трубы;
- переходное электрическое сопротивление изоляции $R_{\text{из}}$, Ом·м²;
- среднее удельное электрическое сопротивление грунта ρ_{Γ} , Ом·м;
- глубина укладки трубопровода H_T , м.

Г.1.2.1 Диаметр трубопровода, толщину стенки трубы, марку стали трубы и глубину его укладки определяют по проектной документации.

Г.1.2.2 Переходное электрическое сопротивление защитного покрытия для вновь строящихся и реконструируемых трубопроводов определяют в зависимости от типа защитного покрытия по таблице Г.1.

Таблица Г.1 - Переходное электрическое сопротивление защитного покрытия строящихся и реконструируемых трубопроводов

Тип защитного покрытия	Начальное переходное электрическое сопротивление защитного покрытия уложенного в траншею и засыпанного трубопровода, Ом·м ²	Коэффициент*, γ , 1/год
Заводские или базовые двух-, трехслойные полиэтиленовые и полипропиленовые покрытия усиленного типа	$3 \cdot 10^5$	0,05

Базовые ленточные полимерные и ленточные полимерно-битумные или полимерно-асмольные покрытия весьма усиленного типа	$2 \cdot 10^5$	0,05
Заводские или базовые двух-, трехслойные полиэтиленовые и полипропиленовые покрытия весьма усиленного типа	$5 \cdot 10^5$	0,05
Базовые мастичные покрытия усиленного и весьма усиленного типа	$5 \cdot 10^4$	0,08
* коэффициент, характеризующий скорость изменения переходного электрического сопротивления защитного покрытия во времени. Примечание - Таблица Г.1 откорректирована в соответствии с ГОСТ 9.602 (Таблицы 7 и 8).		

Г.1.2.3 Переходное электрическое сопротивление защитного покрытия эксплуатируемых трубопроводов определяют по результатам изысканий. Порядок определения переходного электрического сопротивления защитного покрытия приведен в [17].

Г.1.3 Вторичными электрическими параметрами трубопровода являются постоянная распространения тока, входное и характеристическое сопротивление, которые определяют расчетным путем.

Г.1.3.1 Продольное электрическое сопротивление трубопровода R_T , Ом/м, вычисляют по формуле

$$R_T = \frac{\rho_T}{\pi \cdot (D_T - \delta_T) \cdot \delta_T}, \quad (\text{Г.1})$$

где ρ_T - удельное электрическое сопротивление материала трубы, Ом·м (определяют в зависимости от марки стали по таблице Г.2);

D_T - диаметр трубы, мм;

δ_T - толщина стенки трубы, м.

Таблица Г.2 - Удельное электрическое сопротивление различных марок трубной стали

Марка трубной стали	Удельное электрическое сопротивление трубной стали, Ом·м
17ГС, 17Г2СФ, 08Г2СФ	$2,45 \cdot 10^{-7}$
18Г2, СТ3	$2,18 \cdot 10^{-7}$
18Г2САФ, 18ХГ2САФ	$2,63 \cdot 10^{-7}$
15ГСТЮ	$2,81 \cdot 10^{-7}$
Данные о марке стали отсутствуют	$2,45 \cdot 10^{-7}$

Продольное электрическое сопротивление стальных трубопроводов R_T , в зависимости от удельного электрического сопротивления трубной стали, определяют по Г.1.3.2.

Г.1.3.2 Значения продольного электрического сопротивления трубопровода R_T при различной толщине стенки трубы приведены в таблицах Г.3-Г.4.

Таблица Г.3 - Толщина стенки трубы от 4 до 9,5 мм при условии ($\rho_T = 2,45 \cdot 10^{-7}$ Ом·м; $t = 20^\circ\text{C}$)

Диаметр трубы, $D_T, \text{ м}$	Толщина стенки трубы $\delta_T \cdot 10^{-3}, \text{ м}$										
	4,0	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5
0,146	137,0	111,0	101,0	92,8	86,0	80,2	75,1	70,6			
0,152	132,0	106,0	96,8	89,0	82,5	76,8	72,0	67,7			
0,159	126,0	101,0	92,4	85,0	78,7	73,3	68,6	64,6			
0,168	119,0	95,7	87,3	80,2	74,3	69,2	64,8	60,9			
0,180	111,0	89,1	81,3	74,7	69,2	64,4	60,3	56,7			
0,194	103,0	82,5	75,2	69,1	64,0	59,6	55,8	52,4			
0,219	90,7	72,9	66,4	61,0	56,5	52,6	49,2	46,2			
0,245	80,9	65,0	59,2	54,4	50,3	46,8	43,8	41,1			
0,273	72,5	58,2	53,0	48,7	45,0	41,9	39,2	36,8			
0,299	66,1	53,1	48,3	44,4	41,0	38,2	35,7	33,5			
0,325	60,7	48,7	44,4	40,7	37,7	35,0	32,8	30,8			
0,377	52,3	41,9	38,2	35,0	32,4	30,1	28,1	26,4	24,9		
0,426	46,2	37,0	33,7	30,9	28,6	26,6	24,8	23,3	22,0	20,8	
0,530		29,7	27,0	24,8	22,9	21,3	19,9	18,7	17,6	16,6	
0,720					16,8	15,6	14,6	13,7	12,9	12,2	11,6
0,820							12,8	12,0	11,3	10,7	10,1
1,020										8,57	8,12

Примечание - Для расчетов значение R_T принимают равным величине, указанной в таблице и умноженной на 10^{-6} . Например, для труб диаметром 0,82 м и толщиной стенки 8 мм продольное электрическое сопротивление равно $12,0 \cdot 10^{-6}$ Ом/м.

Таблица Г.4 - Толщина стенки трубы от 10 до 20 мм при условии ($\rho_T = 2,45 \cdot 10^{-7}$ Ом·м; $t = 20^\circ\text{C}$)

Диаметр трубы, $D_T, \text{ м}$	Толщина стенки трубы $\delta_T \cdot 10^{-3}, \text{ м}$										
	10,00	10,5	11,0	11,5	12,0	12,5	14,0	15,0	16,0	17,0	20,0
0,72	11,00	10,50	10,00								
0,82	9,63	9,18	8,76	8,39							
1,02	7,72	7,36	7,03	6,72	6,45	6,19	5,54	5,17	4,85	4,57	
1,22			5,86	5,61	5,38	5,17	4,62	4,31	4,05	3,81	3,25
1,42							3,96	3,70	3,47	3,27	2,79
1,62							3,47	3,24	3,04	2,86	2,44

Примечание - Для расчетов, значение R_T принимается равным величине, указанной в таблице и умноженной на 10^{-6} . Например, для труб диаметром 1,02 м и толщиной стенки 12 мм продольное электрическое сопротивление равно $6,45 \cdot 10^{-6}$ Ом/м.

Г.1.3.3 При изменяющейся толщине стенки трубы вдоль трубопровода расчет продольного электрического сопротивления производят по средней ее величине $\delta_{T, \text{ср.}}$, м, по формуле

$$\delta_{T, \text{ср.}} = \frac{\sum \delta_{T_i} \cdot l_i}{\sum l_i}, \quad (\text{Г.2})$$

где δ_{T_i} - толщина стенки трубы i -го участка трубопровода, м;

l_i - длина i -го участка трубопровода с толщиной стенки δ_{T_i} , м.

Г.1.3.4 Переходное электрическое сопротивление трубопровода $R_{\text{п}}$, Ом·м², вычисляют по формуле

$$R_{\pi} = R_{\text{кз}} + R_{\text{п}}, \quad (\text{Г.3})$$

где $R_{\text{кз}}$ - переходное электрическое сопротивление защитного покрытия трубопровода, Ом·м²;
 $R_{\text{п}}$ - сопротивление растеканию тока трубопровода, Ом·м².

Г.1.3.5 Сопротивление растеканию тока трубопровода $R_{\text{п}}$, Ом·м², вычисляют по формуле

$$R_{\text{п}} = \frac{\rho_{\text{г}} \cdot D_{\text{т}}}{2} \cdot \ln \frac{0,4 \cdot R_{\text{п}}}{D_{\text{т}}^2 \cdot H_{\text{т}} \cdot R_{\text{т}}}, \quad (\text{Г.4})$$

где $\rho_{\text{г}}$ - среднее удельное электрическое сопротивление грунта, Ом·м;
 $D_{\text{т}}$ - диаметр трубы, м;

$H_{\text{т}}$ - глубина укладки трубопровода, м;

$R_{\text{т}}$ - продольное электрическое сопротивление трубопровода, Ом/м.

Г.1.3.6 Сопротивление растеканию тока трубопровода на единицу длины $R_{\text{п}}^1$, Ом·м, вычисляют по формуле

$$R_{\text{п}}^1 = \frac{\rho_{\text{г}}}{2 \cdot \pi} \cdot \ln \frac{0,4 \cdot \pi \cdot R_{\text{п}}^1}{D_{\text{т}} \cdot H_{\text{т}} \cdot R_{\text{т}}}, \quad (\text{Г.5})$$

где $\rho_{\text{г}}$ - среднее удельное электрическое сопротивление грунта, Ом·м;
 $D_{\text{т}}$ - диаметр трубы, м;

$H_{\text{т}}$ - глубина укладки трубопровода, м;

$R_{\text{т}}$ - продольное сопротивление трубопровода, Ом/м.

Среднее удельное электрическое сопротивление грунта $\rho_{\text{г}}$, Ом·м, вычисляют по формуле

$$\rho_{\text{г}} = \frac{(\sum l_i)^2}{\left(\sum_{i=1}^n \frac{l_i}{\sqrt{\rho_{\text{г}i}}} \right)^2}, \quad (\text{Г.6})$$

где l_i - длина i -го участка газопровода, м;

$\rho_{\text{г}i}$ - удельное электрическое сопротивление грунта i -го участка газопровода, Ом·м;

n - общее число соответствующих участков газопровода.

Г.1.3.7 Прогнозирование изменения во времени переходного электрического сопротивления трубопровода на единицу длины $R_{\pi}^1(t)$, Ом·м, вычисляют по формуле

$$R_{\pi}^1(t) = R_{\text{п}}^1 + R_{\text{кз}0}^1 \cdot e^{-\gamma t}, \quad (\text{Г.7})$$

где R_{π}^1 - сопротивление растеканию тока трубопровода на единицу длины, Ом·м;

γ - коэффициент, характеризующий скорость изменения переходного электрического сопротивления защитного покрытия во времени, в соответствии с таблицей Г.1;

t - срок эксплуатации трубопровода, год;

$R_{из0}^1$ - начальное значение переходного электрического сопротивления защитного покрытия трубопровода, Ом·м, вычисляемое по формуле

$$R_{из0}^1 = \frac{R_{из0}}{\pi \cdot D_T}, \quad (Г.8)$$

где $R_{из0}$ - начальное значение переходного электрического сопротивления защитного покрытия уложенного в траншею и засыпанного трубопровода, Ом·м², в соответствии с таблицей Г.1;

D_T - диаметр трубопровода, м.

На рисунке Г.1 приведена зависимость изменения переходного электрического сопротивления защитного покрытия от времени эксплуатации трубопровода, на основании которой можно прогнозировать необходимую величину защитного тока для участка трубопровода.

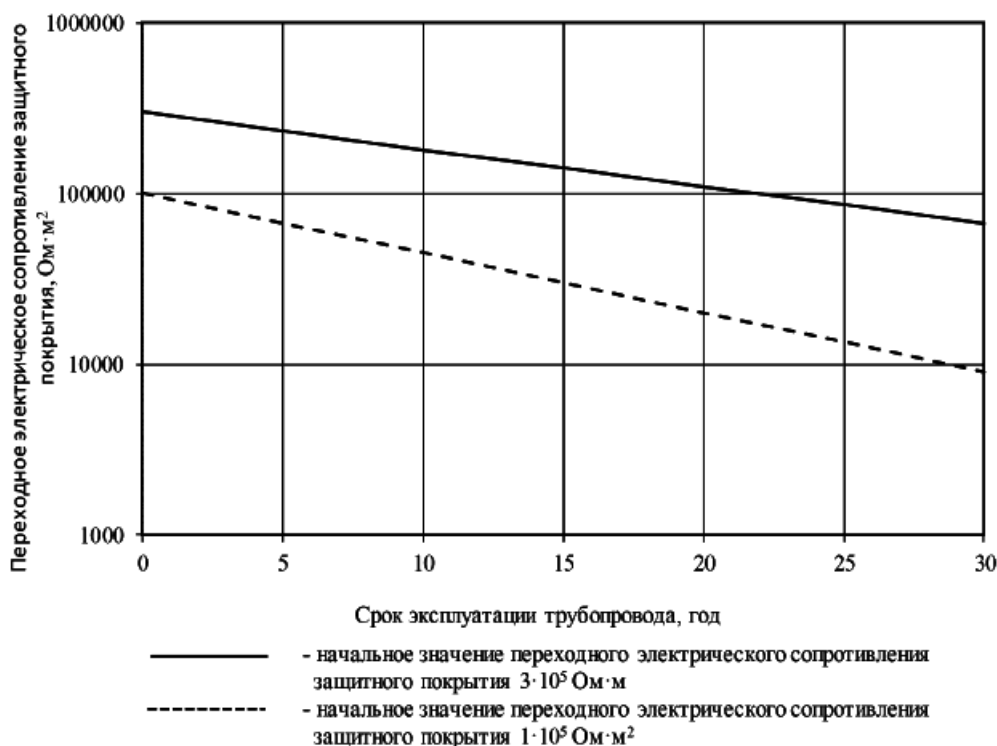


Рисунок Г.1 - Прогнозное изменение переходного электрического сопротивления защитного покрытия в зависимости от времени эксплуатации трубопровода

Г.1.4 Постоянную распространения тока вдоль трубопровода α , 1/м, вычисляют по формуле

$$\alpha = \sqrt{\frac{R_T}{R_{\pi}}}, \quad (Г.9)$$

где R_T - продольное электрическое сопротивление трубопровода, Ом/м;

R_{π} - переходное электрическое сопротивление трубопровода, Ом·м².

Постоянную распространения тока вдоль трубопровода как функцию времени $\alpha(t)$, 1/м, вычисляют по формуле

$$\alpha(t) = \sqrt{\frac{R_T}{R_{II}^1(t)}}, \quad (\text{Г.10})$$

где R_T - продольное электрическое сопротивление трубопровода, Ом/м;

$R_{II}^1(t)$ - прогнозируемое изменение во времени переходного электрического сопротивления трубопровода на единицу длины, Ом·м.

Г.1.5 Характеристическое сопротивление трубопровода Z , Ом, вычисляют по формуле

$$Z = \sqrt{R_T \cdot R_{II}^1}, \quad (\text{Г.11})$$

где R_T - продольное электрическое сопротивление трубопровода, Ом/м;

R_{II}^1 - сопротивление растеканию тока трубопровода на единицу длины, Ом·м.

Г.1.5.1 Если точка дренажа УКЗ разделяет трубопровод на плечи с различными электрическими параметрами, то характеристические сопротивления правого Z_{II} , Ом, и левого Z_{III} , Ом, плеча трубопровода вычисляют по формулам

$$Z_{II} = \sqrt{R_{III} \cdot R_{III}^1}, \quad (\text{Г.12})$$

$$Z_{III} = \sqrt{R_{II} \cdot R_{II}^1}, \quad (\text{Г.13})$$

где R_{III} и R_{II} - продольное электрическое сопротивление правого и левого плеч трубопровода соответственно, Ом/м;

R_{III}^1 и R_{II}^1 - переходное электрическое сопротивление правого и левого плеч трубопровода соответственно, Ом·м.

Входное сопротивление трубопровода Z_{BT} , Ом, вычисляют по формуле

$$Z_{BT} = \frac{Z_{II} \cdot Z_{III}}{Z_{II} + Z_{III}}, \quad (\text{Г.14})$$

где Z_{II} - характеристическое сопротивление правого плеча, Ом;

Z_{III} - характеристическое сопротивление левого плеча, Ом.

Если характеристические сопротивления правого и левого плеч трубопровода одинаковы, то входное сопротивление Z_{BT} , Ом, вычисляют по формуле

$$Z_{BT} = \frac{1}{2} \sqrt{R_T \cdot R_{II}^1}, \quad (\text{Г.15})$$

где R_T - продольное электрическое сопротивление трубопровода, Ом/м;

R_{II}^1 - сопротивление растеканию тока трубопровода на единицу длины, Ом·м.

Г.1.5.2 Входное сопротивление трубопровода как функцию времени эксплуатации $Z_{BT}(t)$, Ом, вычисляют по формуле

$$Z_{BT}(t) = \frac{1}{2} \sqrt{R_T \cdot R_{II}^1(t)}, \quad (\text{Г.16})$$

где R_T - продольное электрическое сопротивление трубопровода, Ом/м;

$R_T^1(t)$ - прогнозирование изменения во времени переходного электрического сопротивления трубопровода на единицу длины, Ом·м.

Г.2 Расчет параметров установки катодной защиты

Г.2.1 На основании рассчитанных электрических параметров трубопровода определяют количество УКЗ, их электрические параметры, количество и тип анодных заземлителей, удаление анодных заземлений от защищаемых объектов.

Г.2.2 Основными параметрами УКЗ являются сила тока и длина защитной зоны, создаваемая этой УКЗ. При расчете необходимо учитывать изменение переходного сопротивления во времени. Расчет выполняют на начальный и конечный срок эксплуатации УКЗ.

Г.2.3 Расчет параметров УКЗ сводится к определению их количества и мощности СКЗ. Количество УКЗ определяется длиной защитной зоны, мощность СКЗ зависит, в основном, от требуемого защитного тока и сопротивления анодного заземления.

Г.2.4 Количество УКЗ N , шт., необходимое для защиты трубопровода длиной L , м, вычисляют по формуле

$$N = \frac{L}{L_3}, \quad (\text{Г.17})$$

где L_3 - длина защитной зоны одной УКЗ, м.

Г.2.5 Длину защитной зоны L_3 , м, вычисляют по формуле

$$L_3 = \frac{2}{\alpha(t)} \ln \frac{U_{\text{тзо}}}{k \cdot U_{\text{тзм}}}, \quad (\text{Г.18})$$

где $\alpha(t)$ - постоянная распространения тока вдоль трубопровода как функция времени;

$U_{\text{тзо}}$ - смещение разности потенциалов "труба-земля" в точке дренажа, В, вычисляют по формуле

$$U_{\text{тзо}} = |U_o| - |U_e|; \quad (\text{Г.19})$$

k - коэффициент, учитывающий взаимовлияние соседних УКЗ (для одиночной УКЗ $k = 1$; для СКЗ, работающей рядом с соседними, $k = 2$);

$U_{\text{тзм}}$ - минимальное смещение разности потенциалов "труба-земля", В, вычисляют по формуле

$$U_{\text{тзм}} = |U_m| - |U_e|; \quad (\text{Г.20})$$

где U_o - максимальный защитный потенциал, В;

U_m - минимальный защитный потенциал, В;

U_e - естественный потенциал "труба-земля", В.

Примечания

1 Если значение U_e неизвестно, его принимают равным минус 0,55 В.

2 Значения минимальных и максимальных потенциалов принимают в соответствии с ГОСТ 9.602 (Таблица 9).

Г.2.6 Силу тока I , А, УКЗ вычисляют на начальный и конечный период эксплуатации по формуле

$$I = \frac{2 \cdot U_{\text{тзо}}}{Z_{\text{вТ}}(t)}, \quad (\text{Г.21})$$

где $U_{\text{тзо}}$ - смещение разности потенциалов "труба-земля" в точке дренажа, В;

$Z_{\text{вТ}}(t)$ - входное сопротивление трубопровода, как функция времени эксплуатации, Ом.

Г.2.7 Напряжение на выходе УКЗ U , В, вычисляют по формуле

$$U = I \cdot [Z_{\text{вТ}}(t) + R_{\text{л}} + R_{\text{з}}], \quad (\text{Г.22})$$

где I - сила тока на конечный период эксплуатации УКЗ, А;

$Z_{\text{вТ}}(t)$ - входное сопротивление трубопровода, как функция времени эксплуатации, Ом;

$R_{\text{л}}$ - общее электрическое сопротивление кабелей, соединяющих станцию катодной защиты с трубопроводом и анодным заземлением, Ом;

$R_{\text{з}}$ - сопротивление растеканию току анодного заземления, Ом.

Сила тока I в формулах (Г.21) и (Г.22) должна быть вычислена на конечный период эксплуатации катодной установки.

Г.2.8 Электрическое сопротивление дренажной линии $R_{\text{л}}$, Ом, вычисляют по формуле

$$R_{\text{л}} = \rho_{\text{к}} \cdot \frac{y + y_{\text{с}}}{S_{\text{тп}}}, \quad (\text{Г.23})$$

где $\rho_{\text{к}}$ - удельное электрическое сопротивление материала токоведущих жил кабеля, Ом·м;

y - длина кабеля от СКЗ до АЗ, м;

$y_{\text{с}}$ - длина кабеля от СКЗ до защищаемого сооружения, м;

$S_{\text{тп}}$ - сечение токоведущих жил кабеля, м².

Примечание - удельное электрическое сопротивление меди - $1,8 \cdot 10^{-8}$ Ом·м.

Г.2.9 Мощность СКЗ P , Вт, вычисляют по формуле

$$P = I \cdot U, \quad (\text{Г.24})$$

где I - сила тока на конечный период эксплуатации УКЗ, А;

U - выходное напряжение на конечный период эксплуатации УКЗ, В.

Г.2.10 Выбор типа СКЗ катодной защиты выполняют в соответствии с результатами расчета силы тока, напряжения на выходе СКЗ и мощности.

Приложение Д
(рекомендуемое)

Расчет параметров анодного заземления

Д.1 Выбор типа АЗ осуществляют с учетом следующих факторов:

- силы тока УКЗ;
- свойств грунта в месте размещения заземления (удельное электрическое сопротивление грунта, глубина промерзания);
- расположения защищаемого объекта и других подземных металлических сооружений по отношению к АЗ.

Д.2 Переходное электрическое сопротивление одного заземлителя R_{pl} зависит от удельного электрического сопротивления грунта, геометрических размеров электродов и их взаимного расположения. Переходное электрическое сопротивление одного электрода заземления принимают равным величине его сопротивления растеканию тока. Переходное электрическое сопротивление протяженного АЗ принимают равным его входному сопротивлению.

Начальное сопротивление растеканию тока анодного заземления R_{pl} в различных грунтах рекомендуется выбирать из таблицы Д.1.

Таблица Д.1 - Значения начальной величины сопротивления растеканию тока для различных условий применения АЗ

Грунт	Удельное сопротивление грунта, Ом·м	Сопротивление растеканию тока анодного заземления, не более, Ом
Солончаки, соры	менее 10	4,0
Болота, влажные глины, суглинки	от 10 до 50	
Супесь	от 50 до 100	
Пески	от 100 до 500	
Скальный грунт, сухие пески	более 500	10,0
Вечномерзлый грунт	более 500	

Д.3 Конкретное место монтажа и тип АЗ определяют исходя из удельного электрического сопротивления грунта, результатов вертикального электрического зондирования, топографических особенностей местности, условий землеотвода и удобства подъезда. Для протяженных кабельных анодов (в том числе на основе эластомерных материалов) условия применения определяют в соответствии с рекомендациями предприятия-изготовителя.

Д.4 Расчет параметров анодного заземления включает определение количества электродов и их срок эксплуатации.

Д.5 Количество электродов N_z , шт., в поверхностном заземлении определяют с учётом их расположения.

Д.5.1 При вертикальном или горизонтальном расположении электродов, их количество определяют по формуле

$$N_z = \frac{R_{pl}}{0,7 \cdot R_p}, \quad (Д.1)$$

где R_{pl} - сопротивление растеканию тока одного электрода, Ом;

R_p - сопротивление растеканию тока заземления, состоящего из N электродов, Ом.

Д.5.2 При комбинированном заземлении из вертикальных электродов, соединенных горизонтальным электродом, их количество определяют по формуле

$$N_3 = \frac{1,7 \cdot R_{в1} \cdot R_{г} - 1,4 \cdot R_{п} \cdot R_{в1}}{R_{п} \cdot R_{г}}, \quad (Д.2)$$

где $R_{в1}$ - сопротивление растеканию тока одного вертикального электрода, Ом;

$R_{г}$ - сопротивление растеканию тока одного горизонтального электрода, Ом;

$R_{п}$ - сопротивление растеканию тока заземления, состоящего из N электродов, Ом.

Д.5.3 Сопротивление растеканию тока одного поверхностного заземлителя $R_{пл}$, Ом, зависит от его расположения и наличия коксовой засыпки заземлителя. Расчет производится по следующим формулам:

- при вертикальном расположении электрода заземлителя

$$R_{пл} = \frac{\rho_{г}}{2 \cdot \pi \cdot l_3} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l_3}{d_3} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot h + l_3}{4 \cdot h - l_3} \right), \quad (Д.3)$$

- при горизонтальном расположении электрода заземлителя, когда $l_3 < h$, то есть для короткого электрода

$$R_{пл} = \frac{\rho_{г}}{2 \cdot \pi \cdot l_3} \cdot \ln \frac{2 \cdot l_3}{d_3}, \quad (Д.4)$$

- при горизонтальном расположении электрода анодного заземлителя, когда $l_3 > 12h$ (протяженного электрода)

$$R_{пл} = \frac{\rho_{г}}{\pi \cdot l_3} \cdot \ln \frac{l_3}{\sqrt{d_3 \cdot h}}, \quad (Д.5)$$

где $\rho_{г}$ - удельное электрическое сопротивление грунта, Ом·м;

l_3 - длина электрода заземлителя, м;

d_3 - диаметр электрода заземлителя, м;

h - глубина (до середины заземлителя) заложения электрода заземлителя, м.

- при горизонтальном расположении электрода, когда $l_3 > h$ и $l_3 \gg d_3$ в коксовой засыпке

$$R_{пл} = \frac{\rho_{г}}{2 \cdot \pi \cdot l_3} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l_a}{d_a} + \ln \frac{l_a + \sqrt{l_a^2 + 16 \cdot h^2}}{4 \cdot h} + \frac{\rho_a}{\rho_{г}} \cdot \ln \frac{d_a}{d_3} \right), \quad (Д.6)$$

- при горизонтальном расположении электрода, когда $l_3 > 12h$ в коксовой засыпке

$$R_{пл} = \frac{\rho_{г}}{\pi \cdot l_a} \cdot \left(\ln \frac{l_a}{\sqrt{d_a \cdot h}} + \frac{\rho_a}{2\rho_{г}} \cdot \ln \frac{d_a}{d_3} \right), \quad (Д.7)$$

где $\rho_{г}$ - удельное электрическое сопротивление грунта, Ом·м;

l_3 - длина электрода заземлителя, м;

l_a - длина электрода заземлителя в коксовой засыпке, м;

d_a - диаметр электрода заземлителя в коксовой засыпке, м;

h - глубина (до середины заземлителя) заложения электрода заземлителя, м;

ρ_a - сопротивление коксовой засыпки, Ом;

d_3 - диаметр электрода заземлителя, м.

Д.6 Исходными данными для проектирования глубинного анодного заземления являются данные, указанные в Д.1, и данные о геоэлектрическом разрезе: мощность и удельное электрическое сопротивление верхних пластов земли на глубине установки заземления.

Длину рабочей части глубинного анодного заземления l_3 , м, вычисляют по формуле

$$l_3 = \frac{3,5 \cdot \rho_i}{\pi \cdot R_3}, \quad (Д.8)$$

где ρ_i - удельное электрическое сопротивление i -го слоя земли, имеющего максимальное удельное электрическое сопротивление из всех слоев, в которых предполагается размещение анодного заземления, Ом·м;

R_3 - сопротивление растеканию глубинного анодного заземления (таблица Д.1), Ом.

Д.7 Срок эксплуатации анодного заземления T_p , год, проверяют по формуле:

а) для подповерхностного анодного заземления

$$T_p = \frac{G_3 \cdot k_k}{q_3 \cdot I_{3,ср}}, \quad (Д.9)$$

где G_3 - масса материала электродов заземления (без коксовой засыпки), кг;

k_k - коэффициент использования массы заземлителя (принимают равным 0,77);

q_3 - скорость растворения материала электродов анодного заземления, кг/А·год;

$I_{3,ср}$ - средняя сила тока, стекающего с заземления, за планируемый период эксплуатации заземления А, вычисляемая по формуле

$$I_{3,ср} = \frac{I_n + 3,0 \cdot I_k}{4}, \quad (Д.10)$$

где I_n - сила тока в начальный период планируемого срока работы анодного заземлителя, А;

I_k - сила тока в конечный период планируемого срока работы анодного заземлителя, А.

б) для глубинных и протяженных анодных заземлений

$$T_p = \frac{G_{зк} \cdot k_k}{q_3 \cdot I_{3,ср} \cdot k_r}, \quad (Д.11)$$

где $G_{зк}$ - масса рабочей части заземления в k -ом слое грунта, имеющем минимальное удельное электрическое сопротивление из всех n слоев, кг;

k_k - коэффициент использования массы заземлителя (принимают равным 0,77);

$i_{з}$ - скорость растворения материала электродов анодного заземления, кг/А·год;

$I_{з.ср}$ - средняя сила тока, стекающего с заземления, за планируемый период эксплуатации заземления, А;

$k_{г}$ - коэффициент неоднородности грунта, определяемый по формуле

$$k_{г} = \frac{l_{зк}}{\rho_{к} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{l_{зи}}{\rho_i}}, \quad (Д.12)$$

где $l_{зк}$ - длина рабочей части заземления, находящейся в k -ом слое грунта, имеющем минимальное удельное электрическое сопротивление из всех n слоев грунта, м;

$\rho_{к}$ - удельное электрическое сопротивление k -го слоя грунта, имеющего минимальное удельное электрическое сопротивление из всех n слоев, Ом·м;

$l_{зи}$ - длина рабочей части заземления, находящейся в i -ом слое грунта, м;

ρ_i - удельное электрическое сопротивление i -го слоя грунта, Ом·м;

n - число слоев грунта пересекаемых рабочей части заземления.

Если срок эксплуатации анодного заземления, определённый по а)–б) Д.7 окажется меньше проектного, необходимо выполнить одно из следующих условий:

- увеличить количество электродов;
- увеличить массу электродов;
- увеличить рабочую длину заземления $l_{з}$ формула (Д.8) на коэффициент $k_{Т}$.

Коэффициент $k_{Т}$ определяется по формуле

$$k_{Т} = \frac{T - T_{р}}{T}, \quad (Д.13)$$

где T - планируемый срок эксплуатации, год;

$T_{р}$ - расчетный срок эксплуатации, год.

В случае увеличения количества электродов, их массы или длины, необходимо повторно выполнить расчет сопротивления растеканию тока АЗ в соответствии с формулами (Д.3)–(Д.7).

Приложение Е (рекомендуемое)

Расчет параметров гальванической (протекторной) защиты

Е.1 Для гальванической (протекторной) защиты подземных сооружений рекомендуется использовать ГА на основе магниевых сплавов. Комплектные магниевые протекторы типа ПМ, применяемые для защиты подземных сооружений от коррозии, представляют собой магниевые аноды, упакованные вместе с активатором в хлопчатобумажные мешки.

Основные характеристики комплектных магниевых протекторов приведены в таблице Е.1.

Таблица Е.1 - Технические характеристики комплектных магниевых протекторов типа ПМ У

Тип протектора	Характеристики магниевых анодов, в составе комплектного протектора		Значения коэффициентов А и В для расчета сопротивления растеканию тока комплектных магниевых протекторов	
	Масса, кг	Рабочая поверхность, м ²	А, 1/м	В, Ом
ПМ 10 У	10	0,23	0,47	0,18
ПМ 20 У	20	0,35	0,41	0,15

Е.2 Исходными данными для проектирования ГЗ являются:

- переходное электрическое сопротивление защитного покрытия;
- диаметр и протяжённость стального сооружения;
- удельное электрическое сопротивление грунта на участке размещения ГА;
- электрохимические характеристики ГА.

При технико-экономическом обосновании допускается применение других ГА, разрешенных к применению в ОАО "Газпром газораспределение".

Е.3 Расчет УПЗ заключается в определении:

- силы тока в цепи "ГА-труба";
- длины участка трубопровода, защищаемого ГА;
- количества ГА в группе (для групповых ГА);
- расстояния между групповыми ГА и трубопроводом;
- срока эксплуатации ГА.

Е.3.1 Силу тока в цепи "ГА-труба" I_{Π} , А, вычисляют по формуле

$$I_{\Pi} = \frac{|U_{\Pi}| - |U_e| - 1,15 \cdot U_{\text{тзм}} - 0,064 \cdot S_{\Pi}}{R_{\text{пт}}}, \quad (\text{E.1})$$

где U_{Π} - стационарный потенциал ГА, В;

U_e - естественная разность потенциалов "труба-земля", В;

$U_{\text{тзм}}$ - минимальная защитная наложенная разность потенциалов "труба-земля", В;

0,064 - поправочный коэффициент, В/м²;

S_{Π} - рабочая поверхность ГА в соответствии с таблицей Е.1, м²;

$R_{\text{пт}}$ - сопротивление цепи "ГА-труба", Ом.

Если значения U_{Π} и U_e неизвестны, то разность потенциалов ($U_{\Pi} - U_e$) для ГА на основе магния рекомендуется принимать равной 1,0 В.

Е.3.2 Электрическое сопротивление цепи "ГА-труба" $R_{\text{пт}}$, Ом, вычисляют по формуле

$$R_{\text{пт}} = R_{\text{тп}} + R_{\text{рп}}, \quad (\text{E.2})$$

где $R_{\text{тп}}$ - электрическое сопротивление провода, соединяющего ГА с трубопроводом, Ом;

$R_{\text{рп}}$ - сопротивление растеканию тока одного ГА, Ом.

Е.3.3 Электрическое сопротивление медного кабеля, соединяющего ГА с трубопроводом $R_{\text{тп}}$, Ом, вычисляют по формуле

$$R_{\text{тп}} = \rho_{\text{к}} \cdot \frac{l_{\text{п}}}{S_{\text{п}}}, \quad (\text{E.3})$$

где $\rho_{\text{к}}$ - удельное электрическое сопротивление провода, Ом·м;

$l_{\text{п}}$ - длина соединительного кабеля, м;

$S_{\text{п}}$ - сечение токоведущих жил кабеля, м².

Е.3.4 При расчете сопротивления растеканию магниевых протекторов $R_{\text{рп}}$, Ом, типа ПМ 10 У, ПМ 20 У применяют формулу

$$R_{\text{рп}} = A \cdot \rho_{\text{г}} + B, \quad (\text{E.4})$$

где A и B - коэффициенты, в соответствии с таблицей Е.1;

$\rho_{\text{г}}$ - удельное электрическое сопротивление грунта, Ом·м.

Е.3.5 Длину участка трубопровода, защищаемого одним ГА на конец планируемого периода защиты трубопровода $l_{\text{зп}}$, м, вычисляют по формуле

$$l_{\text{зп}} = \frac{I_{\text{п}} \cdot R_{\text{пн}} \cdot e^{-\gamma T}}{1,15 \cdot \pi \cdot U_{\text{тзм}} \cdot D_{\text{т}}}, \quad (\text{E.5})$$

где $I_{\text{п}}$ - сила тока в цепи "ГА-труба", А;

$R_{\text{пн}}$ - начальное значение переходного электрического сопротивления трубопровода, Ом·м²;

γ - коэффициент, характеризующий скорость изменения переходного электрического сопротивления защитного покрытия во времени, согласно таблице Г.1 (приложение Г);

T - планируемый срок эксплуатации ГА, год;

$U_{\text{тзм}}$ - минимальная защитная наложенная разность потенциалов "труба-земля", В;

$D_{\text{т}}$ - диаметр трубы, м.

Е.3.6 Начальное значение переходного электрического сопротивления трубопровода $R_{\text{пн}}$, Ом·м², вычисляют по формуле

$$R_{\text{пн}} = R_{\text{изн}} + R_{\text{р}}, \quad (\text{E.6})$$

где $R_{\text{изн}}$ - начальное переходное электрическое сопротивление защитного покрытия трубопровода, Ом·м², согласно таблице Г.1 (приложение Г);

R_p - сопротивление растеканию тока трубопровода, Ом·м².

Е.3.7 Количество ГА, необходимое для защиты участка трубопровода N_{Π} , шт., определяют по формуле

$$N_{\Pi} = \frac{l_3}{l_{3п}}, \quad (E.7)$$

где l_3 - длина участка трубопровода, требующего защиты от коррозии, м;

$l_{3п}$ - длина участка трубопровода, защищаемого одним ГА на конец планируемого периода защиты трубопровода, м.

Е.3.8 Расчетный срок эксплуатации ГА T_{Π} , год, вычисляют по формуле

$$T_{\Pi} = \frac{m_{\Pi} \cdot q \cdot \eta_{\Pi} \cdot \eta_{\kappa}}{8760 \cdot I_{п.ср}}, \quad (E.8)$$

где m_{Π} - масса ГА в соответствии с таблицей Е.1, кг;

q - теоретическая токоотдача материала ГА (2330 А·ч/кг);

η_{Π} - коэффициент полезного действия ГА (для сплава МП 1 $\eta_{\Pi} = 0,65$, для сплава МП 2 $\eta_{\Pi} = 0,60$);

η_{κ} - коэффициент использования материала ГА ($\eta_{\kappa} = 0,90$);

$I_{п.ср}$ - средняя сила тока в цепи "ГА-труба" за планируемый срок эксплуатации ГА, А.

Е.3.9 Среднюю силу тока в цепи "ГА-труба" $I_{п.ср}$, А, вычисляют по формуле

$$I_{п.ср} = \frac{|U_{\Pi}| - |U_e| - 0,064 \cdot S_{\Pi}}{\gamma \cdot T \cdot R_{\Pi T}} \cdot \ln \frac{R_{\Pi T} + \pi \cdot R_{\Pi T} \cdot D_T \cdot l_{3п} \cdot e^{\gamma T}}{R_{\Pi} + \pi \cdot R_{\Pi T} \cdot D_T \cdot l_{3п}}, \quad (E.9)$$

где U_{Π} - стационарный потенциал ГА, В;

U_e - естественная разность потенциалов "труба-земля", В;

0,064 - поправочный коэффициент, В/м²;

S_{Π} - площадь рабочей поверхности ГА в соответствии с таблицей Е.1, м²;

γ - коэффициент, характеризующий скорость изменения переходного электрического сопротивления защитного покрытия во времени, согласно таблице Г.1 (приложение Г);

T - планируемый срок эксплуатации ГА, год;

$R_{\Pi T}$ - электрическое сопротивление цепи "ГА-труба", Ом;

$R_{\Pi T}$ - начальное значение переходного электрического сопротивления трубопровода, Ом·м²;

D_T - диаметр трубы, м;

$l_{3п}$ - длина участка трубопровода, защищаемого одним ГА на конец планируемого периода эксплуатации ГА, м;

R_{Π} - переходное электрическое сопротивление трубопровода, Ом·м².

Если расчётный срок эксплуатации ГА $T_{\text{п}}$ получается меньше планируемого T , необходимо длину участка трубопровода, защищаемого одним ГА $l_{\text{зп}}$, пересчитать, используя величину расчетного срока эксплуатации $T_{\text{п}}$.

Количество ГА необходимо устанавливать согласно вновь полученной длине защитной зоны $l_{\text{зп}}$.

Е.3.10 При расчете групповых УПЗ определяют следующие параметры:

- количество ГА в группе;
- расстояние между ГА в группе;
- расстояние между групповой УПЗ и трубопроводом.

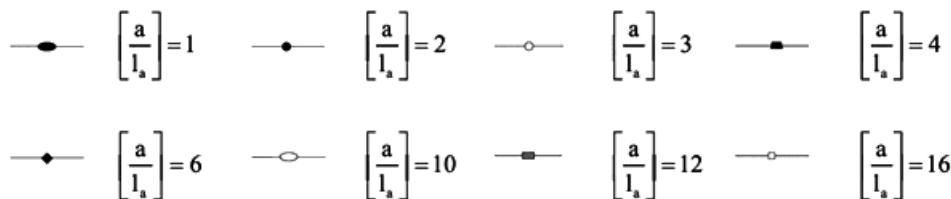
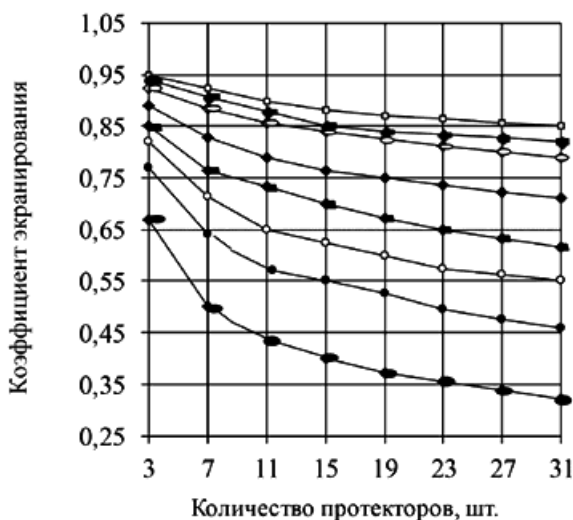
Е.3.11 Количество групповых УПЗ, необходимое для защиты участка трубопровода ϵ_N , шт., вычисляют по формуле

$$N = \frac{l_3}{\eta_3 \cdot l_{\text{зп}}}, \quad (\text{E.10})$$

где l_3 - длина участка трубопровода, требующего защиты от коррозии, м;

η_3 - коэффициент экранирования ГА в групповой УПЗ, определяемый по рисунку Е.1;

$l_{\text{зп}}$ - длина участка трубопровода, защищаемого одним ГА на конец планируемого периода эксплуатации ГА, м.



a - расстояние между протекторами; l_a - длина протектора, м.

Рисунок Е.1 - Коэффициент экранирования ГА в групповой УПЗ в зависимости от отношения расстояния между

ними и длиной ГА $\left[\frac{a}{l_a} \right]$

Е.3.12 Количество ГА в группе для обеспечения защиты трубопровода N , шт., должно быть

$$N \geq F \cdot \frac{R_{рп}}{R_{пк}} \cdot e^{\gamma T_{п}}, \quad (E.11)$$

где $R_{рп}$ - сопротивление растеканию одного ГА, Ом;

$R_{пк}$ - начальное значение переходного электрического сопротивления трубопровода, Ом·м²;

$T_{п}$ - расчётный срок эксплуатации ГА, год;

γ - коэффициент, характеризующий скорость изменения переходного электрического сопротивления защитного покрытия во времени, согласно таблице Г.1 (приложение Г);

F - поправочный коэффициент, вычисляемый по формуле

$$F = \frac{1,15 \cdot \pi \cdot U_{тзм} \cdot D_{т} \cdot l_{з}}{\eta_{з} \cdot (U_{п} - U_{е} - k \cdot U_{тзм} - 0,064 \cdot S_{п})}, \quad (E.12)$$

где $U_{тзм}$ - минимальная защитная наложенная разность потенциалов "труба-земля", В;

$D_{т}$ - диаметр трубы, м;

$l_{з}$ - длина участка трубопровода, требующего защиты от коррозии, м;

$\eta_{з}$ - коэффициент экранирования ГА в групповой УПЗ, определяемый по рисунку Е.1;

$U_{п}$ - стационарный потенциал ГА, В;

$U_{е}$ - естественная разность потенциалов "труба-земля", В;

k - коэффициент приведения площади поверхности всех трубопроводов к единице площади поверхности территории, м²/га;

0,064 - поправочный коэффициент, В/м²;

$S_{п}$ - рабочая поверхность ГА в соответствии с таблицей Е.1, м².

Е.3.13 Расстояние между группой ГА и трубопроводом $y_{пк}$, м, вычисляют по формуле

$$y_{пк} = \frac{0,5 \cdot I_{пк} \cdot \rho_{г} \cdot D_{т} \cdot l_{з}}{\pi \cdot D_{т} \cdot l_{з} \cdot U_{тз0} - I_{пк} \cdot R_{пк}}, \quad (E.13)$$

где $I_{пк}$ - сила тока групповой УПЗ в начальный период, А;

$\rho_{г}$ - удельное электрическое сопротивление грунта, Ом·м;

$D_{т}$ - диаметр трубы, м;

$l_{з}$ - длина участка трубопровода, требующего защиты от коррозии, м;

$U_{\text{тзо}}$ - смещение разности потенциалов "труба-земля" в точке дренажа, В;

$R_{\text{пн}}$ - переходное электрическое сопротивление трубопровода в начальный период, Ом·м².

Е.3.14 Силу тока групповой УПЗ $I_{\text{пн}}$, А, рассчитывают по формуле

$$I_{\text{пн}} = I_{\text{п}} \cdot N_{\text{пн}} \cdot \eta_3, \quad (\text{Е.14})$$

где $I_{\text{п}}$ - сила тока в цепи "ГА-труба", А;

$N_{\text{пн}}$ - количество ГА в группе, шт.;

η_3 - коэффициент экранирования ГА в групповой УПЗ, определяемый по рисунку Е.1.

Приложение Ж (рекомендуемое)

Расчет параметров дренажной защиты

Ж.1 При расчете параметров дренажной защиты определяются:

- сила тока дренажа;
- сечение дренажного кабеля;
- номинальная мощность СДЗ.

Ж.2 Силу тока через электрический дренаж $I_{\text{д}}$, А, вычисляют, исходя из условия, что ток утечки из рельсов электрифицированной железной дороги составляет не более 20% от токов нагрузки тяговой подстанции, по формуле

$$I_{\text{д}} = 0,2 \cdot I_{\text{пн}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (\text{Ж.1})$$

где $I_{\text{пн}}$ - сила тока нагрузки тяговой подстанции, А;

K_1 - коэффициент, учитывающий расстояние между трубопроводом и рельсами электрифицированной железной дороги, определяют в соответствии с таблицей Ж.1;

K_2 - коэффициент, учитывающий расстояние от трубопровода до тяговой подстанции, определяют в соответствии с таблицей Ж.1;

K_3 - коэффициент, учитывающий количество параллельно уложенных трубопроводов, определяют в соответствии с таблицей Ж.2.

Таблица Ж.1

Расстояние, м	Величина коэффициента	
	K_1	K_2
До 500 включительно	0,90	0,90
Свыше 500 до 1000 включительно	0,70	0,60

Таблица Ж.2

Количество параллельных трубопроводов	Величина коэффициента K_3
1	0,75
2	0,85
3	0,93
4	0,97
Более 4	1,00

Ж.3 Сечение дренажного кабеля следует определять из условия, что сумма падения напряжения в кабеле и наложенного потенциала трубы не должна превышать величину разности потенциалов между трубопроводом и рельсом.

Ж.4 Сечение дренажного кабеля S_d , мм², вычисляют по формуле

$$S_d = \frac{I_d \cdot \rho_m \cdot l_k}{\Delta U_d}, \quad (\text{Ж.2})$$

где I_d - сила тока, протекающего через электрический дренаж, А;

ρ_m - удельное электрическое сопротивление кабеля, Ом·м;

l_k - длина дренажного кабеля, м;

ΔU_d - допустимое падение напряжения в дренажной цепи, В.

Ж.5 Падение напряжения в дренажной цепи ΔU_d , В, при подключении дренажного кабеля к фидеру вычисляют по формуле

$$\Delta U_d = \Delta U_k + \Delta U_{\phi}, \quad (\text{Ж.3})$$

где ΔU_k - допустимые значения падения напряжения в дренажном кабеле, В, определяемые в соответствии с таблицей Ж.3;

ΔU_{ϕ} - падение напряжения в отсасывающем фидере, В.

При обычных условиях эксплуатации электрифицированных железных дорог, для расчёта падения напряжения в дренажной цепи, падение напряжения в отсасывающем фидере составляет 6В. В остальных случаях падение напряжения определяется по данным Регионального Управления электрифицированных железных дорог.

Таблица Ж.3 - Допустимые значения падения напряжения в дренажном кабеле

Участок кабельной линии	Длина кабеля, м	Допустимые значения падения напряжения, В
Между отсасывающим пунктом железной дороги и трубопроводом	200	10
	500	11
	1000	12
	2000	13
Между трубопроводом и электрифицированной железной дорогой при подключении к средней точке путевого дросселя	200	-
	500	3

	1000	5
	2000	6

Библиография

- [1] Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. N 184-ФЗ "О техническом регулировании"
- [2] Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. N 384-ФЗ "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений"
- [3] Технический регламент о безопасности сетей газораспределения и газопотребления (утвержден постановлением Правительства РФ от 29 октября 2010 г. N 870)
- [4] Постановление Правительства РФ от 16 февраля 2008 г. N 87 "О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию"
- [5] Серия 5.905-32.07 Узлы и детали электрозащиты подземных инженерных сетей от коррозии (ОАО "Мосгазниипроект", 2007 г.)
- [6] Серия 5.905-17.07 Узлы и детали электрозащиты подземных инженерных сетей от коррозии (ОАО СПКБ "Газпроект", 2007 г.)
- [7] УПР.ЭХЗ-01-2007 Узлы и детали установок электрохимической защиты подземных коммуникаций от коррозии (ДАОО "Газпроектинжиниринг", г.Воронеж, 2007 г.)
- [8] УПР.ЭХЗ-02-2007 Типовые схемы электрохимической защиты от коррозии (ДАОО "Газпроектинжиниринг", г.Воронеж, 2007 г.)
- [9] РД 153-39.4-091-01 Инструкция по защите городских подземных газопроводов от коррозии (утверждена приказом Минэнерго России N 375 от 29 декабря 2001 г.)
- [10] Постановление Правительства РФ от 27 декабря 2004 г. N 861 "Об утверждении Правил недискриминационного доступа к услугам по передаче электрической энергии и оказания этих услуг, Правил недискриминационного доступа к услугам по оперативно-диспетчерскому управлению в электроэнергетике и оказания этих услуг, Правил недискриминационного доступа к услугам администратора торговой системы оптового рынка и оказания этих услуг и Правил технологического присоединения энергопринимающих устройств потребителей электрической энергии, объектов по производству электрической энергии, а также объектов электросетевого хозяйства, принадлежащих сетевым организациям и иным лицам, к электрическим сетям"
- [11] Правила устройства электроустановок (ПУЭ) - издание седьмое. Раздел 1 "Общие правила". Глава 1.2 "Электроснабжение и электрические сети". Глава 1.7 "Заземление и защитные меры электробезопасности" (Утверждены Приказом Минэнерго России от 8 июля 2004 г. N 204)
- [12] РД 34.21.122-87 Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений (утверждена Главтехуправлением Минэнерго СССР 12 октября 1987 г.)
- [13] СО 153-34.21.122-2003 Инструкция по устройству молниезащиты зданий, сооружений и промышленных коммуникаций (утверждена приказом Минэнерго России от 30 июня 2003 г. N 280)
- [14] МДС 81-35.2004 Методика определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации (утверждена постановлением Госстроя России от 05 марта 2004 г. N 15/1)
- [15] ГСН 81-05-01-2001 Сборник сметных норм затрат на строительство временных зданий и сооружений (утвержден постановлением Госстроя России от 07 мая 2001 г. N 45)
- [16] ГСН 81-05-02-2007 Сборник сметных норм дополнительных затрат при производстве строительно-монтажных работ в зимнее время (принят Федеральным агентством по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству 28 марта 2007 г.)
- [17] Руководство по эксплуатации систем противокоррозионной защиты трубопроводов* (утверждено ОАО "Газпром" 23 февраля 2004 г.).

* Документ является авторской разработкой. За дополнительной информацией обратитесь по ссылке. -
 Примечание изготовителя базы данных.

Ключевые слова: разработка проектной документации, электрохимическая защита, сети газораспределения, подземные стальные сооружения

Электронный текст документа
подготовлен АО "Кодекс" и сверен по:
рассылка