# Национальный стандарт России

**ГОСТ Р ИСО 13623 : 2009**

# Нефтяная и газовая промышленность - системы трубопроводного транспорта

# (первая редакция)

Под общей редакцией Красулина И.Д.

# © ISO 2000

# Все права защищены. Если не указано иное, любую часть этой публикации запрещается воспроизводить или использовать в любой форме и любыми средствами, будь они электронные или механические, включая фотокопирование и микрофильмирование, без письменного разрешения ISO, *получаемого по приведенному ниже адресу*, или входящей в ISO организации в стране заявителя.

### Содержание

[Содержание 2](#_Toc185216466)

[Предисловие 5](#_Toc185216467)

[Введение 6](#_Toc185216468)

[1. Область применения 7](#_Toc185216469)

[2. Нормативная документация 8](#_Toc185216470)

[3. Термины и определения 10](#_Toc185216471)

[4. Общие положения 11](#_Toc185216472)

[4.1. Охрана труда, техника безопасности и защита окружающей среды 11](#_Toc185216473)

[4.2. Обеспечения уровня компетентности 11](#_Toc185216474)

[4.3. Соответствие требованиям 11](#_Toc185216475)

[4.4. Протоколы 12](#_Toc185216476)

[5. Проектирование систем трубопроводов 12](#_Toc185216477)

[5.1. Определение системы 12](#_Toc185216478)

[5.2. Классификация продуктов 12](#_Toc185216479)

[5.3. Гидравлический анализ 13](#_Toc185216480)

[5.4. Регулирование давления и защита от превышения давления 13](#_Toc185216481)

[5.5. Требования к эксплуатации и техническому обслуживанию 13](#_Toc185216482)

[5.6. Безопасность для населения и защита окружающей среды 14](#_Toc185216483)

[6. Проектирование трубопровода 14](#_Toc185216484)

[6.1. Принципы проектирования 14](#_Toc185216485)

[6.2. Выбор маршрута 14](#_Toc185216486)

[6.3. Нагрузки и воздействия 16](#_Toc185216487)

[6.4. Требования к прочности 19](#_Toc185216488)

[6.5. Устойчивость 24](#_Toc185216489)

[6.6. Выбор безопорных пролетов трубопровода 24](#_Toc185216490)

[6.7. Требования к испытаниям под давлением 24](#_Toc185216491)

[6.8. Деятельность других участников землепользования. 26](#_Toc185216492)

[6.9. Пересечение преград и сближение 27](#_Toc185216493)

[6.10. Неблагоприятные условия в грунте и на морском дне 28](#_Toc185216494)

[6.11. Задвижки для секционирования 29](#_Toc185216495)

[6.12. Контроль целостности 29](#_Toc185216496)

[6.13. Проектирование внутренней очистки скребками 29](#_Toc185216497)

[6.14. Сборные узлы 30](#_Toc185216498)

[6.15. Установка опор и анкерных креплений 31](#_Toc185216499)

[6.16. Морские стояки 32](#_Toc185216500)

[7. Проектирование станций и терминалов 32](#_Toc185216501)

[7.1. Выбор местоположения 32](#_Toc185216502)

[7.2. Схема размещения 33](#_Toc185216503)

[7.3. Охрана 33](#_Toc185216504)

[7.4. Безопасность 34](#_Toc185216505)

[7.5. Окружающая среда 34](#_Toc185216506)

[7.6. Здания 34](#_Toc185216507)

[7.7. Оборудование 34](#_Toc185216508)

[7.8. Трубная обвязка 35](#_Toc185216509)

[7.9. Система аварийного отключения 36](#_Toc185216510)

[7.10. Электрооборудование 36](#_Toc185216511)

[7.11. Резервуары-хранилища и рабочие резервуары 36](#_Toc185216512)

[7.12. Нагревательные и охладительные устройства 36](#_Toc185216513)

[7.13. Замерное оборудование и приборы регулирования давления 36](#_Toc185216514)

[7.14. Системы контроля и связи 37](#_Toc185216515)

[8. Материалы и покрытия 37](#_Toc185216516)

[8.1. Общие требования к материалам 37](#_Toc185216517)

[8.2. Магистральные трубы 40](#_Toc185216518)

[8.3. Узлы 40](#_Toc185216519)

[8.4. Покрытия 41](#_Toc185216520)

[9. Защита от коррозии 42](#_Toc185216521)

[9.1. Общие положения 42](#_Toc185216522)

[9.2. Оценка внутренней коррозионной активности среды 43](#_Toc185216523)

[9.3. Снижение внутренней коррозии 43](#_Toc185216524)

[9.4. Оценка наружной коррозии 45](#_Toc185216525)

[9.5. Снижение наружной коррозии 46](#_Toc185216526)

[9.6. Программы и методы контроля 51](#_Toc185216527)

[9.7. Оценка результатов контроля и проверки 52](#_Toc185216528)

[9.8. Документации по борьбе с коррозией 52](#_Toc185216529)

[10. Строительство 53](#_Toc185216530)

[10.1. Общие положения 53](#_Toc185216531)

[10.2. Подготовка наземного маршрута 54](#_Toc185216532)

[10.3. Подготовка маршрута для подводного трубопровода 54](#_Toc185216533)

[10.4. Сварка и стыковка 54](#_Toc185216534)

[10.5. Защитные покрытия 56](#_Toc185216535)

[10.6. Прокладка наземного трубопровода 56](#_Toc185216536)

[10.6. Врезки 57](#_Toc185216537)

[10.7. Монтаж в море 58](#_Toc185216538)

[10.8. Очистка полости и проверка проходным шаблоном 60](#_Toc185216539)

[10.9. Обследование по окончании строительства 61](#_Toc185216540)

[10.10. Строительный журнал (исполнительная документация) 61](#_Toc185216541)

[11. Испытания 61](#_Toc185216542)

[11.1. Общие положения 61](#_Toc185216543)

[11.2. Безопасность 62](#_Toc185216544)

[11.3. Процедуры 62](#_Toc185216545)

[11.4. Критерии приемки 63](#_Toc185216546)

[11.5. Испытания после проведения соединения испытанных участков 63](#_Toc185216547)

[11.6. Оборудование для испытаний 64](#_Toc185216548)

[11.7. Документация и протоколы испытаний 64](#_Toc185216549)

[11.8. Сброс использованной для испытания жидкости 65](#_Toc185216550)

[11.9. Защита трубопровода после испытаний 65](#_Toc185216551)

[12. Наладка и ввод в эксплуатацию 65](#_Toc185216552)

[12.1. Общие положения 65](#_Toc185216553)

[12.2. Процедуры очистки 65](#_Toc185216554)

[12.3. Процедуры сушки 66](#_Toc185216555)

[12.4. Функциональные испытания оборудования и систем 66](#_Toc185216556)

[12.5. Документация и протоколы 66](#_Toc185216557)

[12.6. Процедуры пуска и подача транспортируемого продукта 66](#_Toc185216558)

[13. Эксплуатация, техническое обслуживание и консервация 67](#_Toc185216559)

[13.1. Управление 67](#_Toc185216560)

[13.2. Эксплуатация 70](#_Toc185216561)

[13.3. Техническое обслуживание 71](#_Toc185216562)

[13.4. Изменение проектных условий 77](#_Toc185216563)

[13.5. Консервация 79](#_Toc185216564)

[Приложение А](#_Toc185216565) [(нормативное)](#_Toc185216566) [Оценка безопасности трубопровода 79](#_Toc185216567)

[Приложение В](#_Toc185216568) [(нормативное)](#_Toc185216569) [Дополнительные требования к безопасности трубопровода для населения](#_Toc185216570) [для наземных трубопроводов, транспортирующих продукты категории D и Е 83](#_Toc185216571)

[Приложение С](#_Toc185216572) [(справочное)](#_Toc185216573) [Процесс выбора трассы трубопровода 85](#_Toc185216574)

[Приложение Е](#_Toc185216575) [(справочное)](#_Toc185216576) [Объем процедур для эксплуатации, технического обслуживания](#_Toc185216577) [и аварийных ситуаций 87](#_Toc185216578)

[Приложение F](#_Toc185216579) [(справочное)](#_Toc185216580) [Протоколы и документация 89](#_Toc185216581)

[Приложение J](#_Toc185216582) [(нормативное)](#_Toc185216583) [Дополнительные требования для обеспечения безопасности трубопровода из условия расчета по предельному состоянию на разрушение (по пределу прочности). 90](#_Toc185216584)

[Литература 92](#_Toc185216586)

### Предисловие

ISO (Международная организация по стандартизации) является всемирным объединением национальных организаций стандартизации (организаций - членов ISO). Деятельность по созданию международных стандартов обычно осуществляется техническими комитетами ISO. Каждая входящая в ISO организация, заинтересованная в вопросах, для которых создается технический комитет, имеет право быть представленной в этом комитете. Международные организации, государственные и негосударственные, которые присоединились к ISO, также принимают участие в этой деятельности. ISO работает в тесном контакте с Международной электротехнической комиссией по всем вопросам стандартизации в области электротехники.

Международный стандарт ISO 13623 подготовлен подкомитетом SC2, Системы трубопроводной транспортировки технического комитета ISO/TC 67, *Материалы, оборудование и морские сооружения для нефтяной и газовой промышленности.*

Приложения А, В и J входят в нормативную основу настоящего стандарта. Приложения С, D, Е и F приводятся только для справки.

### Введение

Стандарт не является руководством для проектирования, а скорее предназначен для применения в сочетании с установившейся практикой технических разработок и решений. Стандарт допускает применение новых технологий и процедур, таких, например, как методы расчета надежности по предельному состоянию, при условии соблюдения минимальных требований настоящего стандарта.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ

# Нефтяная и газовая промышленность – системы трубопроводного транспорта

### 1. Область применения

Стандарт устанавливает требования и содержит положения для проектирования, использования материалов, строительства, испытаний, эксплуатации, технического обслуживания и консервации систем трубопроводов, используемых для транспортировки в нефтяной и газовой промышленности. Он распространяется на наземные и морские трубопроводные системы, соединяющие скважины, производственные установки, нефтеперегонные заводы и хранилища, включая любые участки трубопровода в границах таких сооружений, предназначенные для подключения этих сооружений. Системы трубопроводов, на которые распространяется настоящий стандарт, показаны на рис.1.

Обозначения

Трубопроводные системы, на которые распространяется настоящий стандарт



Подключение к другим сооружениям



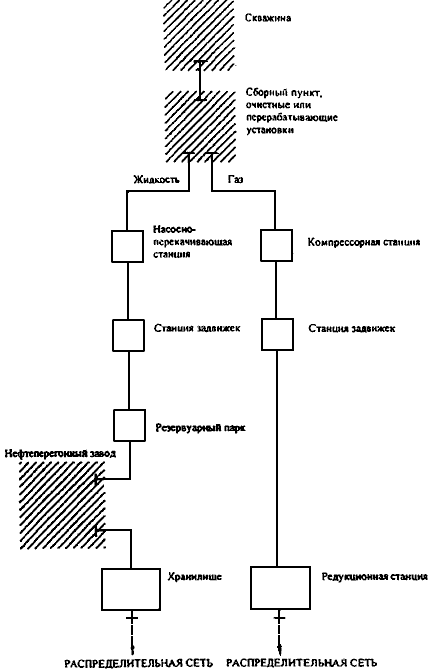
Трубопроводные системы, на которые не распространяется настоящий стандарт



Участок станции или установки, морские сооружения, на которые не распространяется настоящий стандарт



Участок станции или установки, на который распространяется настоящий стандарт



ПРИМЕЧАНИЕ. В системе трубопровода должны быть установлены изолирующие задвижки в местах подключения к другим сооружениям и ответвлений.

**Рисунок 1. - Системы трубопроводов, на которые распространяется настоящий стандарт**

Настоящий стандарт применяется к стальным трубопроводам. Он не распространяется на гибкие трубопроводы или на трубопроводы, построенные из других материалов типа армированных стекловолокном пластиков.

Этот стандарт распространяется на все вновь строящиеся системы трубопроводов и может применяться для реконструкции существующих трубопроводов. Он не имеет обратной силы и не предназначен для обязательного применения к существующим системам трубопроводов.

В нем описаны определяемые назначением требования к трубопроводным системам, и он служит основой для их проектирования с учетом безопасности, строительства, испытаний, эксплуатации, технического обслуживания и консервации.

### 2. Нормативная документация

В приведенных ниже нормативных документах содержатся положения, которые с помощью ссылок в тексте настоящего стандарта вводятся в качестве положений последнего. Для ссылок с приведенной датой издания не учитываются последующие дополнения или изменения редакции этой публикации. Однако стороны, заключающие соглашения на основе этого стандарта, должны рассмотреть возможность применения самых последних редакций приведенной ниже нормативной документации. Ссылки без указания даты издания предусматривают применение последней редакции соответствующего нормативного документа. Перечень действующих на данный момент международных стандартов имеется во входящих в ISO и IЕС организациях.

ПРИМЕЧАНИЕ. Стандарты, которые не являются международными, могут быть заменены по соглашению другими признанными и равноценными национальными или стандартами организации.

ISO 148:1983, *Сталь - Испытание на ударную вязкость по Шарпи (с V-образным надрезом).*

ISO 3183-1:1996, *Нефтяная и газовая промышленность - Стальные трубы для трубопроводов - Технические условия поставки - Часть 1: Трубы по классу требований А.*

ISO 3183-2:1996, *Нефтяная и газовая промышленность - Стальные трубы для трубопроводов - Технические условия поставки - Часть 2: Трубы по классу требований В.*

ISO 3183-3:1996, *Нефтяная и газовая промышленность - Стальные трубы для трубопроводов - Технические условия поставки - Часть 3: Трубы по классу требований С.*

ISO 7005-1:1992, *Металлические фланцы - Часть 1: Стальные фланцы.*

ISO 10474:1991, *Сталь и изделия из стали - Акты приемочного контроля.*

ISO 13847, *Нефтяная и газовая промышленность - Трубопроводные системы транспортировки - Сварка труб на заводе и в полевых условиях.*

ISO 14313, *Нефтяная и газовая промышленность - Трубопроводные системы транспортировки – Задвижки и краны для трубопроводов.*

ISO 14723, *Нефтяная и газовая промышленность - Трубопроводные системы транспортировки - Задвижки и краны для подводных трубопроводов.*

IEC 60079-10:1995, *Электрические устройства для атмосферы взрывоопасного газа - Часть 10: Классификация опасных участков.*

IEC 60079-14:1995, *Электрические устройства для атмосферы взрывоопасного газа - Часть 14: Электрический монтаж на опасных участках (кроме шахт).*

API1) стандарт 620:1996, *Проектирование и строительство крупных сварных резервуаров-хранилищ низкого давления.*

API стандарт 650:1993, *Сварные стальные резервуары для хранения нефти.*

ASME В31.3:1996, *Технологическая трубная обвязка.*

NFPA2) 30, *Нормы для самовозгорающихся и горючих жидкостей.*

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1) American Petroleum Institute (Американский нефтяной институт), 1220 L Street, Northwest Wasington, DC 20005-4070, USA.

2) National Fire Protection Association (Национальная ассоциация пожарной безопасности), 1 Batterymarch Park. PO Box 9101, Quincy, MA 02269-9101, USA.

### 3. Термины и определения

В настоящем стандарте приняты следующие термины и определения.

**3.1**

**Ввод в эксплуатацию**

Мероприятия по первоначальному заполнению системы трубопровода транспортируемым по нему продуктом.

**3.2**

**Сборный узел**

Элементы трубопровода, собранные в комплект и устанавливаемый как единый узел в системе трубопровода.

**3.3**

**Продукт**

Вещество, транспортируемое по системе трубопровода.

**3.4**

**3.5**

**Эксплуатируемый трубопровод**

Трубопровод, который введен в эксплуатацию для транспортировки продукта.

**3.6**

**Внутреннее проектное давление**

Максимальное внутреннее давление, в расчете на которое спроектирован трубопровод или его части в соответствии с настоящим стандартом.

**3.7**

**Коридор прокладки**

Коридор, в котором прокладывается несколько трубопроводов, обычно определяемый до начала строительства.

**3.8**

**Класс местоположения**

Географический район, классифицируемый по плотности населения и его деятельности.

**3.9**

**Техническое обслуживание**

Мероприятия, предназначенные для поддержания системы трубопровода в состоянии, пригодном для использования по назначению.

ПРИМЕЧАНИЕ. К этим мероприятиям относятся проверки, обследования, испытания, обслуживание, замена, восстановительные и ремонтные работы.

**3.10**

**Максимальное допустимое рабочее давление**

**МАОР**

Максимальное давление, при котором допускается работа трубопроводной системы или ее части.

**3.11**

**Подводный трубопровод**

Трубопровод, уложенный в морских водах и руслах рек, озер искусственных водоемов от обычной отметки максимального подъема уровня воды.

**3.12**

**Трубопровод**

Сооружения, по которым транспортируется продукт, включая трубы, ловушки для скребков, узлы и оборудование вплоть до секционирующей задвижки, включая эту задвижку.

**3.13**

**Проектный срок службы трубопровода**

Срок, выбранный для проверки, что сменные или несменные узлы пригодны для заданного срока службы.

**3.14**

**Наземный трубопровод**

Проложенный по земле или в земле трубопровод, включая нитки, проложенные под дном внутренних водоемов.

**3.15**

**Система трубопровода**

Трубопровод с компрессорными и насосно-перекачивающими станциями, станциями регулирования давления, расходомерными станциями, замерными установками, резервуарными парками, диспетчерским управлением и системой сбора данных (типа SCADA), аварийными системами, системами защиты от коррозии и любым другим оборудованием, сооружениями и зданиями, необходимыми при транспортировке продукта.

**3.16**

**Полоса отвода**

Наземный коридор, в пределах которого оператор трубопровода имеет права осуществлять мероприятия в соответствии с соглашением с владельцем земли.

**3.17**

**Стояк**

Та часть подводного трубопровода, включая подводную соединяющую трубную секцию, которая проходит от дна моря до точки подключения к трубопроводу на морском сооружении.

**3.18**

**Заданный минимальный предел текучести**

**SMYS**

Минимальный предел текучести, который требуется по техническим условиям или стандарту, на основании которого закупаются материалы.

### 4. Общие положения

### 4.1. Охрана труда, техника безопасности и защита окружающей среды

Цель настоящего стандарта состоит в обеспечении безопасности в процессе проектирования, выбора материалов и технических условий, строительства, испытаний, эксплуатации, технического обслуживания и консервации трубопроводных систем в газовой и нефтяной промышленности и осуществлении этой деятельности с должным вниманием к вопросам по безопасности населения и защиты окружающей среды.

### 4.2. Обеспечения уровня компетентности

Все работы, связанные с проектированием, испытаниями, эксплуатацией, техническим обслуживанием и консервацией систем трубопроводов, должны проводиться соответствующим образом аттестованными и компетентными лицами.

### 4.3. Соответствие требованиям

Должна быть введена система контроля качества для того, чтобы обеспечить выполнение требований настоящего стандарта.

ПРИМЕЧАНИЕ. Инструкции для выбора и применения систем контроля качества приведены в стандарте   
ГОСТ Р ISO 9001-2002.

### 4.4. Протоколы

Журнал трубопроводной системы должен вестись и храниться в течение всего срока его службы в подтверждение выполнения требований настоящего стандарта. Инструкции по ведению журнала приведена в приложении F.

### 5. Проектирование систем трубопроводов

### 5.1. Определение системы

Границы системы трубопровода, предъявляемые к ней рабочие требования и действующие законодательные нормы должны быть определены и документально удостоверены.

Границы системы должны быть заданы с помощью описания системы, включая сооружения вместе с их общим расположением, а также границами раздела и точками контакта с другими сооружениями.

Рабочие требования должны задавать требуемый проектный срок службы и проектные условия. Следует определить и учитывать при задании проектных условий прогнозируемые условия нормальной эксплуатации, экстремальные условия эксплуатации и условия перекрытия с возможными диапазонами расходов, давлений, температур, составов и количества продукта.

### 5.2. Классификация продуктов

Транспортируемый продукт должен быть отнесен к одной из приведенных ниже пяти категорий в соответствии с возможным риском для безопасности населения.

|  |  |
| --- | --- |
| Категория А | Обычные негорючие водные продукты. |
| Категория В | Горючие и/или токсичные продукты, которые при наружной температуре и атмосферном давлении находятся в жидком состоянии. Типичными примерами могут служить нефть и нефтепродукты. Примером горючей и токсичной жидкости может служить метанол. |
| Категория С | Негорючие продукты, которые представляют собой нетоксичные газы при наружной температуре и атмосферном давлении. Типичными примерами могут служить азот, диоксид углерода, аргон и воздух. |
| Категория D | Нетоксичный однофазный природный газ. |
| Категория Е | Горючие и/или токсичные продукты, которые при наружной температуре и атмосферном давлении находятся в газообразном состоянии и транспортируются в виде газа и/или жидкости. Типичными примерами могут служить водород, природный газ (если он не подпадает под категорию D), этан, этилен, сжиженный нефтяной газ (например, пропан и бутан), сжиженный природный газ, аммиак и хлор. |

Газы и жидкости, которые явно не включены по названию, следует относить к категории, включающей жидкости с наиболее близким риском к рассматриваемому продукту.

### 5.3. Гидравлический анализ

Необходимо проанализировать гидравлические характеристики системы трубопроводов, чтобы показать, что система способна безопасно транспортировать продукт в проектных условиях, установленных в разделе 5.1, а также установить ограничения и требования к ее эксплуатации. Этот анализ должен охватывать стационарные и переходные процессы условий эксплуатации.

ПРИМЕЧАНИЕ. Примерами ограничений и эксплуатационных требований могут служить допуски на подскок давления, профилактика засорения, например, вызванного образованием гидратов или отложениями парафина, меры для предотвращения неприемлемых потерь давления за счет высокой вязкости при низких температурах эксплуатации, меры по регулированию объема жидкого компонента при транспортировке многофазного продукта, режима потока для предотвращения внутренней коррозии, скорости эрозии.

### 5.4. Регулирование давления и защита от превышения давления

Необходимо предусмотреть меры типа клапанов регулировки давления или автоматического отключения работающего под давлением оборудования, либо ввести соответствующие процедуры, если в любом месте системы трубопровода рабочее давление может превышать максимальное допустимое рабочее давление. Такие меры и процедуры должны препятствовать тому, чтобы рабочее давление превысило МАОР при нормальных стационарных условиях.

При необходимости должна быть предусмотрена защита от превышения давления типа предохранительных клапанов или клапанов для изолирования источника давления, чтобы предотвращать случайное превышение в любом месте системы трубопроводов пределов, установленных в пункте 6.3.2.1.

### 5.5. Требования к эксплуатации и техническому обслуживанию

Должны быть установлены и документально зафиксированы требования к эксплуатации и техническому обслуживанию системы трубопроводов для их использования при проектировании и подготовке процедур эксплуатации и технического обслуживания. Требования могут быть установлены по следующим позициям.

* Требования к идентификации трубопроводов, узлов и транспортируемых продуктов.
* Требования к системе управления, включая уровень участия человека и обеспечения контрольно-измерительными приборами.
* Расположение и подчиненность центров управления.
* Голосовая связь и передача данных.
* Борьба с коррозией.
* Контроль условий.
* Определение течи.
* Требования к внутренней очистке скребками.
* Доступ, секционирование и отключение участков при эксплуатации, техническом обслуживании и замене.
* Стыки с сооружениями вверх и вниз по потоку.
* Аварийное перекрытие.
* Сброс давления с помощью вентиляции и/или слива.
* Отключение и последующий пуск.
* Требования, определенные при гидравлическом анализе.

### 5.6. Безопасность для населения и защита окружающей среды

Национальные требования, которые обладают приоритетом по отношению к требованиям настоящего стандарта, должны быть указаны страной, в которой расположен трубопровод. При отсутствии специальных национальных требований должны действовать требования настоящего стандарта для безопасности населения и защиты окружающей среды.

Если страна, в которой расположен трубопровод, не выставляет специальных требований безопасности для населения, то наземные трубопроводные системы для продуктов категории D и Е должны соответствовать требованиям безопасности населения приложения В.

### 6. Проектирование трубопровода

### 6.1. Принципы проектирования

Объем и конкретные данные проектирования трубопроводной системы должны учитывать технологические особенности и быть достаточны для того, чтобы подтвердить, что целостность и пригодность для эксплуатации, требующиеся по настоящему стандарту, можно поддерживать в течение всего проектного срока службы системы трубопроводов.

Характерные значения нагрузок и сопротивлений нагрузке следует выбирать в соответствии с установившейся инженерной практикой. Методы анализа могут быть основаны на аналитической, численной или эмпирической модели либо на их сочетании.

Можно использовать принципы оценки надежности с использованием метода расчета по предельному состоянию при условии, что учитываются все соответствующие предельные состояния. Необходимо рассмотреть все возможные источники неопределенности для нагрузок и сопротивления нагрузке, получить достаточный объем статистических данных для требуемого описания таких неопределенностей.

Принципы оценки надежности с использованием метода расчета по предельному состоянию нельзя использовать взамен требований пункта 6.4.2.2 для максимально допустимых окружных напряжений за счет давления продукта.

ПРИМЕЧАНИЕ. Предельные состояния по потере прочности обычно связывают с потерей конструкционной целостности, то есть, с разрывом, трещинами, усталостью или разрушением, когда превышение предельного состояния, допустимого при эксплуатации, не позволяет трубопроводу выполнять свое назначение.

### 6.2. Выбор маршрута

**6.2.1. Учитываемые факторы**

**6.2.1.1. Общие положения**

При выборе маршрута необходимо учитывать проектирование, строительство, эксплуатацию, техническое обслуживание и консервацию трубопровода в соответствии с настоящим стандартом.

Для сведения к минимуму работ, которые могут потребоваться в будущем для исправления положения, и ограничений необходимо учитывать предполагаемое развитие градостроительства и промышленных предприятий.

При выборе маршрута следует учитывать приведенные ниже факторы.

* Безопасность для населения и персонала, работающего на трубопроводе или рядом с ним.
* Защита окружающей среды.
* Другое имущество и сооружения.
* Деятельность других сторон.
* Геотехнические, гидрографические условия и коррозионную активность.
* Требования к строительству, эксплуатации и техническому обслуживанию.
* Национальные и/или местные требования.
* Перспективы разведочных работ.

ПРИМЕЧАНИЕ. Инструкции по планированию при выборе маршрута приведены в приложении С. В приложении D даны примеры факторов, которые следует учитывать при рассмотрении требований разделов с 6.2.1.1 по 6.2.1.7.

**6.2.1.2. Безопасность для населения**

Трубопроводы, транспортирующие продукты категорий В, С, D и Е, должны по возможности обходить районы застройки и районы постоянной деятельности людей.

Если в регионе отсутствуют специальные требования безопасности для населения, то оценку безопасности следует проводить в соответствии с общими требованиями приложения А по следующим пунктам.

* Трубопроводы, передающие продукты категории D в районах преимущественной многоэтажной застройки при наличии интенсивного движения транспорта или использовании тяжелых транспортных средств там, где возможно присутствие множества других подземных инженерных сетей.
* Трубопроводы, передающие продукты категории Е.

**6.2.1.3. Окружающая среда**

Как минимум, следует учитывать приведенное ниже воздействие на окружающую среду.

Временные работы в процессе строительства, ремонта и реконструкции.

* Длительное существование трубопровода.
* Возможность утечки продукта.

**6.2.1.4. Другие сооружения**

Необходимо определить сооружения вдоль маршрута трубопровода, которые могут оказывать влияние на трубопровод, и оценить их воздействие, консультируясь с операторами этих сооружений.

**6.2.1.5. Деятельность третьей стороны**

Необходимо определить деятельность третьей стороны вдоль маршрута трубопровода и оценить ее, консультируясь с этой стороной.

**6.2.1.6. Геотехнические, гидрографические и метеорологические условия**

Необходимо определить неблагоприятные геотехнические и гидрографические условия и определить меры по снижению их воздействия. В арктических условиях потребуется анализ и метеорологических условий.

**6.2.1.7. Строительство, испытания, эксплуатация и техническое обслуживание**

Маршрут должен обеспечивать необходимый доступ и пространство для проведения работ при строительстве, испытаниях, эксплуатации и техническом обслуживании, включая любые замены на трубопроводе. Необходимо также учитывать наличие инженерных сетей, требующихся для строительства, эксплуатации и технического обслуживания.

**6.2.2. Обследование для наземных трубопроводов**

Необходимо провести обследование маршрута и грунтов для выявления и определения с достаточной точностью расположения соответствующих географических, геологических, геотехнических особенностей, коррозионной активности, топографических и экологических особенностей, а также других сооружений типа других трубопроводов, кабелей и препятствий, которые могут повлиять на выбор маршрута для трубопровода.

**6.2.3. Обследование для подводных трубопроводов**

Необходимо провести обследование маршрута и грунтов вдоль предполагаемого маршрута для выявления и определения наличия и расположения следующего.

* Геологических особенностей и природных опасностей.
* Трубопроводов, кабелей и устьев скважин.
* Препятствий типа обрушений, шахт и осыпей.
* Геотехнических характеристик.

Необходимо собрать метеорологические и океанографические данные, необходимые для проектирования и планирования строительства. Такие данные могут включать следующее.

* Измерение глубин.
* Ветры.
* Приливы.
* Волнение.
* Течения.
* Атмосферные условия.

- Гидрологические условия (температура, содержание кислорода, значение рН, удельное электрическое сопротивление, биологическая активность, соленость).

* Обрастание морскими организмами.
* Наносы и эрозия грунта.

### 6.3. Нагрузки и воздействия

**6.3.1. Общие положения**

Необходимо выявить и учесть при проектировании нагрузки и воздействия, которые могут вызывать нарушение работоспособности или потерю пригодности к эксплуатации системы трубопровода.

Для проектирования прочности нагрузки следует делить на:

* рабочие,
* внешние,
* строительные и
* случайные.

**6.3.2. Рабочие нагрузки**

**6.3.2.1. Классификация**

К рабочим нагрузкам относят те нагрузки, которые возникают в результате использования по назначению системы трубопроводов, а также остаточные нагрузки другого происхождения.

ПРИМЕЧАНИЕ. Примерами рабочих нагрузок, возникающих в результате целевого использования системы, могут служить вес трубопровода, включая узлы и продукт, и нагрузки, обусловленные давлением и температурой. Примерами рабочих нагрузок другого происхождения могут служить предварительное напряжение, остаточные напряжения после монтажа, грунтовое покрытие, внешнее гидростатическое давление, обрастание морскими организмами, осадка, продольный изгиб при замерзании и осадка при оттаивании, а также длительные нагрузки при обледенении. Рабочими нагрузками являются также силы реакции опор в ответ на рабочие нагрузки и нагрузки, вызванные длительным смещением, вращением опор или гидравлическим ударом при изменении направления потока.

**6.3.2.2. Проектное внутреннее давление**

Проектное внутреннее давление в любой точке системы трубопроводов должно быть равно максимальному допустимому рабочему давлению (МАОР) и не превышать его. В стационарное давление необходимо включать давление за счет статического напора продукта.

Допустимо случайно возникающее давление в переходных условиях выше МАОР при условии, что частота и продолжительность его воздействия ограничена и МАОР не превышается более чем на 10%.

ПРИМЕЧАНИЕ. Примерами случайно возникающего давления может служить давление при выбросах, отказе оборудования регулирования давления и давление, создающееся при срабатывании устройств защиты от превышения давления. Давление, вызванное нагревом закрытого в ограниченном объеме покоящегося продукта, также относят к случайному давлению при условии, что такое блокирование не относится к обычным рабочим операциям.

**6.3.2.3. Температура**

При определении вызванных температурой воздействий следует учитывать интервал температур продукта при нормальной эксплуатации и в предусмотренных условиях продувки.

**6.3.3. Внешние нагрузки**

**6.3.3.1. Классификация**

К внешним нагрузкам относят нагрузки, обусловленные внешними факторами, исключая случаи, когда они должны быть отнесены к рабочим (см. раздел 6.3.2) или к случайным ввиду малой вероятности их возникновения (см. раздел 6.3.5).

ПРИМЕРЫ. Примерами внешних нагрузок могут служить волнение, течения, приливы, ветер, снег, лед, землетрясение, дорожное движение, рыболовство и разработка полезных ископаемых. К внешним нагрузкам относят также нагрузки от вибрации оборудования и смещения конструкции в грунте или морском дне.

**6.3.3.2. Гидродинамические нагрузки**

Гидродинамические нагрузки необходимо рассчитывать для проектной частоты их повторения на стадии строительства и эксплуатации. Частота повторения на стадии строительства должна определяться на основе планируемой продолжительности строительства и сезона с учетом последствий, которые могут возникнуть, если будет превышена частота повторения этих нагрузок. Проектная частота повторения для стадии нормальной эксплуатации должна быть выбрана большей из трех раз за проектный срок службы или периода в 100 лет.

При определении гидродинамических нагрузок необходимо учитывать вероятность совместного возникновения ветров, волн и течений экстремальной силы и неблагоприятного направления.

Нужно учесть эффект увеличения площади воздействия за счет обрастания морскими организмами и обледенения. Нагрузки от вихревого потока необходимо учитывать для секций трубопровода на участках воздушного и подводного пересечения преград.

**6.3.3.3. Землетрясения**

При проектировании на воздействие землетрясений необходимо учесть следующие эффекты.

* Направление, величину и ускорение сбросового смещения.
* Гибкость трубопровода для того, чтобы он выдерживал смещение в проектном варианте.
* Механические свойства рабочей трубы при рабочем давлении трубопровода (в рабочих условиях).
* Проектирование мер для уменьшения напряжений в трубопроводе во время смещений за счет свойств грунта для заглубленных пересечений преград и действия сил инерции при разрывах надземных пересечений преград.
* Вторичные эффекты (оттаивание грунта, оползни).
* Меры по предотвращению воздействия на окружающую территорию продукта из трубопровода.

**6.3.3.4. Нагрузки от грунта и льда**

При определении нагрузок для песчаного грунта необходимо учесть следующие эффекты.

* Движение песчаных дюн.
* Наступление фронта песка.

При определении нагрузок от льда необходимо учесть следующие эффекты.

* Намерзание льда на трубопроводах или опорных конструкциях.
* Размыв льда снизу.
* Дрейфующий лед.
* Ударные нагрузки при таянии льда и движении льдин.
* Усилия от расширения льда.
* Повышение гидродинамических нагрузок из-за увеличения площади воздействия.
* Дополнительные эффекты возможной вибрации из-за вихревых нагрузок.

**6.3.3.5. Дорожное и железнодорожное движение**

При консультации с соответствующей транспортной администрацией и с учетом сегодняшнего состояния и прогнозируемого развития населения, торговли и промышленности необходимо установить максимальную нагрузку на ось транспортных средств и частоту нагрузки.

**6.3.3.6. Рыболовство**

Необходимо установить нагрузки и их частоту от рыболовного промысла на основе применяемых способов лова.

**6.3.3.7. Разработка полезных ископаемых**

Необходимо учесть нагрузки от вибрации грунта при использовании взрывов. Нагрузки от просадки грунта в связи с добычей полезных ископаемых следует рассматривать как рабочие.

**6.3.4. Строительные нагрузки**

К строительным нагрузкам следует относить нагрузки, неизбежно возникающие при строительстве и испытании под давлением системы трубопроводов. При необходимости следует учитывать влияние динамических нагрузок от монтажных судов и оборудования.

ПРИМЕЧАНИЕ. К монтажу относятся транспортировка, перегрузка, хранение, строительство и испытания. Строительные нагрузки возникают также за счет внешнего давления в процессе цементирования трещин и внутреннего давления ниже атмосферного при сливе и вакуумной сушке. К конструкционным нагрузкам относятся динамические эффекты при перемещении судна-укладчика, которые иногда нужно учитывать для подводных трубопроводов.

**6.3.5. Случайные нагрузки**

Случайными считаются нагрузки, которые воздействуют на трубопровод при неплановых, но возможных обстоятельствах. Когда нужно решить, следует ли проектировать трубопровод с учетом случайных нагрузок, необходимо учитывать как вероятность возникновения, так и возможные последствия случайных нагрузок.

ПРИМЕРЫ. Сюда относятся нагрузки, возникающие при пожаре, взрыве, резком сбросе давления, падении предметов, в результате переходных процессов, при оползнях, под действием оборудования третьей стороны (например, экскаваторов или судовых якорей), в результате отключения строительного оборудования и столкновений.

**6.3.6. Сочетание нагрузок**

При расчете эквивалентных напряжений (см. раздел 6.4.1.2) или деформаций необходимо учитывать самые неблагоприятные сочетания рабочих, внешних, строительных и случайных нагрузок, которые могут возникнуть одновременно.

Если подход к эксплуатации предполагает снижение уровня использования или прекращение работы при экстремальных внешних условиях, то для эксплуатации следует учитывать приведенные ниже сочетания нагрузок.

- Проектные внешние нагрузки плюс соответствующие сниженные рабочие нагрузки.

- Проектные рабочие нагрузки и одновременно действующие максимальные внешние нагрузки.

Если нет оснований полагать, что такие нагрузки могут возникать одновременно, то нет необходимости учитывать сочетание случайных нагрузок или случайные нагрузки в сочетании с экстремальными внешними нагрузками.

### 6.4. Требования к прочности

**6.4.1. Расчет напряжений**

**6.4.1.1. Окружные напряжения за счет давления продукта**

Напряжение по окружности только за счет давления продукта (окружные напряжения) следует рассчитывать по приведенной ниже формуле.

,



где

- напряжение по окружности за счет давления продукта,



- проектное внутреннее напряжение,



- минимальное внешнее гидростатическое давление,



- номинальный наружный диаметр,



- заданная минимальная толщина стенки.



ПРИМЕЧАНИЕ. Заданная минимальная толщина стенки соответствует номинальной толщине стенки за вычетом производственного допуска по соответствующим техническим условиям для трубы и допуска на коррозию. Для плакированных трубопроводов и трубопроводов с внутренним покрытием (см. раздел 8.2.3) обычно не включают в расчет прочности вклад от плакирования или покрытия.

**6.4.1.2. Другие напряжения**

Расчет напряжений по окружности, продольных напряжений, напряжений сдвига и эквивалентных напряжений следует проводить с учетом напряжений от всех соответствующих рабочих, внешних и строительных нагрузок действующих одновременно. Случайные нагрузки следует учитывать в соответствии с указаниями раздела

6.3.5. Необходимо учитывать все участки трубопровода и все связи типа опор, направляющих и трения. При проведении расчета гибкости необходимо также учитывать линейные и угловые смещения оборудования, к которому прикреплен трубопровод.

Расчет должен учитывать гибкость и коэффициенты концентрации напряжений других узлов кроме гладкой прямой трубы. Можно принять в расчет дополнительную гибкость таких узлов.

Расчет гибкости должен основываться на номинальных размерах и модулях упругости при соответствующей температуре.

Эквивалентные напряжения следует рассчитывать с помощью следующего уравнения Мизеса.

= 

где

- эквивалентное напряжение,



- окружное напряжение,



- продольное напряжение,



τ- напряжение сдвига.

Эквивалентные напряжения можно рассчитывать для номинальных значений диаметра и толщины стенки. Радиальными напряжениями, если они не существенны, можно пренебречь.

**6.4.2. Критерии прочности**

**6.4.2.1. Общие положения**

Трубопроводы необходимо проектировать для следующих типов механических отказов и деформаций.

* Избыточная деформация.
* Продольный изгиб.
* Усталость.
* Избыточное отклонение от окружности.

**6.4.2.2. Пластическая деформация**

Максимальное окружное напряжение за счет давления продукта не должно быть выше

, но более чем по п.J.2 Приложение J.



где

- коэффициент безопасности окружного напряжения, приведенный в табл.1 для наземных трубопроводов и в табл.2 для подводных трубопроводов,



- заданный минимальный предел текучести (SMYS) при максимальной проектной температуре.



ПРИМЕЧАНИЕ. должно быть задано для проектной температуры выше 50 °С в соответствии с пунктом 8.1.7.



**Таблица 1. - Коэффициенты безопасности** **для окружного напряжения в наземных трубопроводах**



|  |  |
| --- | --- |
| #G0Местоположение |  |
| Основной маршрут | 0,77 |
| Пересечения преград и параллельные участки со сближением |  |
| - второстепенные дороги | 0,77 |
| - главные дороги, железные дороги, каналы, реки, дамбы для защиты от наводнений и озера | 0,67 |
| Ловушки для скребков и ловушки для конденсата | 0,67 |
| Трубная обвязка станций и терминалов | 0,67 |
| Специальные конструкции типа сборных узлов и трубных эстакад | 0,67 |
| Коэффициенты окружных напряжений из табл.В2 применяются для трубопроводов категорий D и Е, чтобы проектирование соответствовало требованиям приложения В.  Эти коэффициенты относятся к трубопроводам, *прошедшим* испытания под давлением с использованием воды. При испытании с помощью воздуха могут потребоваться меньшие значения коэффициентов безопасности. | |
| Коэффициент окружного напряжения можно увеличивать до 0,83 для трубопроводов, передающих продукты категории С и D, в местах с редкой деятельностью человека и без постоянного населения (типа пустынь и территории тундры).  Описание пересечений и сближения см. в разделе 6.9. | |

**Таблица 2. - Коэффициенты безопасности** **для окружного напряжения в подводных трубопроводах**



|  |  |
| --- | --- |
| #G0Местоположение |  |
| Основной маршрут | 0,77 |
| Морские пути, отведенные якорные стоянки и входы в гавань | 0,77 |
| Подходы к берегу | 0,67 |
| Ловушки для скребков и ловушки для конденсата | 0,67 |
| Стояки и трубная обвязка станций | 0,67 |
| Коэффициент окружного напряжения можно увеличивать до 0,83 для трубопроводов, передающих флюиды категории С и D. | |

Максимальное эквивалентное напряжение не должно быть выше

, но более чем по п.J.2 Приложения J.



где

- коэффициент безопасности для эквивалентного напряжения, приведены в табл.3.



**Таблица 3. - Коэффициенты безопасности** **для эквивалентного напряжения**



|  |  |
| --- | --- |
| #G0Сочетание нагрузок |  |
| Строительные и внешние | 1,00 |
| Рабочие и внешние | 0,90 |
| Рабочие, внешние и случайные | 0,9 |

Критерий для эквивалентного напряжения можно заменить критерием для допустимого напряжения, если:

* конфигурация трубопровода определяется с учетом возникающих деформаций и смещений или
* возможные смещения трубопровода ограничиваются геометрическими связями прежде, чем они превысят допустимую деформацию.

Критерий для допустимой деформации можно использовать для строительства трубопроводов, чтобы определить допустимый изгиб и спрямление при наматывании на катушку, натяжении J-образных труб, установке стояка, изготовленного на трубогибочной машине или применений других строительных методов с ограничением деформаций.

Критерий допустимой деформации можно использовать для эксплуатируемых трубопроводов при расчете

* Деформации трубопровода от прогнозируемого непериодического смещения опор, грунта или морского дна типа приводящего к отказу от смещения вдоль трубопровода или разного рода проседания грунта .
* Деформации, при которой трубопровод ложится на опору прежде, чем в нем будет превышена допустимая деформация, например, в случае подводного трубопровода без непрерывной опоры, но с провисом, ограниченным морским дном.
* Периодических рабочих нагрузок при условии, что пластическая деформация возникает только при однократном нагружении трубопровода худшим вариантом сочетания рабочих нагрузок, но без повторения повторении этих нагрузок.

Допустимую деформацию следует определять с учетом сопротивления материала развитию трещин, недостатков сварных соединений и ранее перенесенных деформаций. При определении деформаций необходимо учитывать возможность локализации деформации, например, на участках их концентрации.

ПРИМЕЧАНИЕ. Указания для определения уровня допустимой деформации приведены в стандарте BS 7910.

**6.4.2.3. Продольный изгиб**

Необходимо учесть следующие случаи продольного изгиба.

* Местный продольный изгиб трубопровода за счет внешнего давления, осевого натяжения или сжатия, изгиба и скручивания или сочетания этих нагрузок.
* Распространение продольного изгиба.
* Ограниченный продольный изгиб трубы за счет осевых сжимающих усилий, вызванный высокими рабочими температурами и давлениями.

ПРИМЕЧАНИЕ. Ограниченный продольный прогиб трубы может принять форму горизонтального изгиба на незаглубленных трубопроводах или вертикального выпучивания на уложенных в траншее или заглубленных трубопроводов.\*

**6.4.2.4. Усталость**

Анализ усталости следует проводить для секций и узлов трубопровода, в которых может возникать усталость за счет циклических нагрузок, для того, чтобы:

* проверить, что не началось развитие трещин, или
* определить требования для проверки на усталость.

Анализ усталости должен включать прогноз циклических нагрузок в процессе строительства и эксплуатации и перевод циклического нагружения в циклическое номинальное напряжение или деформацию.

При определении усталостного сопротивления необходимо принять во внимание средние напряжения, внутреннюю и наружную среду, предварительную пластическую деформацию и частоту циклического нагружения.

Оценка усталостной прочности может быть основана на данных для кривой усталости, полученных для типовых узлов, или на оценке срока усталостной службы на основе механизма образования трещин.

При выборе коэффициентов безопасности следует принимать во внимание неточность, свойственную прогнозированию усталостной прочности, и доступ для проверки усталостных повреждений. Может возникнуть необходимость в контроле вызывающих усталость параметров и соответствующей профилактики возможных усталостных повреждений.

**6.4.2.5. Отклонение от окружности**

Необходимо избегать отклонения от окружности или овальности, которая может вызывать продольный изгиб или мешать очистке скребками.

### 6.5. Устойчивость

Трубопроводы следует проектировать так, чтобы предотвращать горизонтальные и вертикальные смещения, либо их необходимо проектировать с достаточной гибкостью, чтобы прогнозируемые смещения соответствовали критериям прочности по настоящему стандарту.

При расчете на устойчивость положения следует учитывать приведенные ниже факторы.

* Гидродинамические и ветровые нагрузки.
* Осевые сжимающие усилие на поворотах трубопровода и боковые усилия в местах присоединения ответвлений от трубопроводов.
* Боковые отклонения за счет осевых сжимающих нагрузок в трубопроводе.
* Воздействие просадок или местных углублений в основании.
* Геотехнические условия, включая неустойчивость грунта, например, за счет сейсмической активности, нарушений откосов, пучения при замерзании, осадки при оттаивании и уровня грунтовых вод.
* Методы строительства.
* Способы прокладки траншей и отсыпки.

ПРИМЕЧАНИЕ. Устойчивость наземных трубопроводов можно повысить такими средствами, как подбор массы труб, анкерное крепление, подбор материала для отсыпки, грунтового покрытия, замены грунта, дренажа и теплоизоляции для предотвращения вспучивания при замерзании. Возможные меры улучшения устойчивости подводных трубопроводов включают выбор массы труб, массы покрытия, укладку в траншею, заглубление (включая заглубление под действием собственного веса), засыпку гравием или щебнем, анкерное крепление и установку матов и седел.

### 6.6. Выбор безопорных пролетов трубопровода

Необходимо подбирать пролеты трубопровода так, чтобы обеспечить соответствие критериям прочности в разделе 6.4.2. Необходимо учесть следующее.

* Состояние опор.
* Взаимодействие с соседними пролетами.
* Возможную вибрацию, вызванную ветром, течениями и волнением.
* Аксиальные усилия в трубопроводе.
* Отложения и эрозия грунта.
* Возможное воздействие деятельности третьей стороны.
* Свойства грунта.

### 6.7. Требования к испытаниям под давлением

**6.7.1. Общие положения**

Системы трубопроводов должны проходить на месте испытания под давлением после монтажа, но до введения в эксплуатацию, чтобы проверить их прочность и отсутствие течи. Сборные узлы и врезаемые секции можно предварительно испытать до монтажа при условии, что их целостность не нарушается во время последующего строительства и монтажа. Требования к испытанию под давлением могут определять требующуюся толщину стенки трубы и/или сорт стали в районах с большим различием высотных отметок.

**6.7.2. Среда для испытания**

Испытания под давлением необходимо проводить с помощью воды (включая воду с ингибиторами) за исключением тех случаев, когда низкие наружные температуры препятствуют проведению испытаний с использованием воды, когда нет достаточного количества воды или воды подходящего качества, когда невозможно слить воду, когда испытания нецелесообразны или когда вода содержит неприемлемое загрязнение. Пневматические испытания (если требуется) можно проводить, используя воздух или нетоксичный газ.

ПРИМЕЧАНИЕ. Примерами ситуаций, в которых испытание под давлением с использованием воды оказывается нецелесообразным, может служить изменение маршрута коротких секций трубопровода или коротких врезанных секций на работающем трубопроводе.

**6.7.3. Уровень давления и продолжительность испытания**

Испытание прочности системы трубопроводов следует проводить после стабилизации температуры и стабилизации давления, в течение не менее 1 часа при давлении во всех точках системы не менее:

* 1,25 МАОР для наземных трубопроводов и
* 1,25 (МАОР минус наружное гидростатическое давление) для подводных трубопроводов.

Если требуется, давление испытания прочности необходимо умножить на следующие отношения.

* Отношение при температуре испытания к сниженному значению при проектной температуре в том случае, если заданный минимальный предел текучести при проектной температуре ниже чем при испытании.



* Отношение плюс допуск на коррозию к при наличии допуска на коррозию.



Давление испытания на прочность трубопроводов, передающих флюиды категории С и D, в районах с редкой деятельностью человека и отсутствием постоянного населения можно снизить до давления не ниже 1,20 МАОР при условии, что максимальное случайное давление не может превышать 1,05 МАОР.

После успешного испытания на прочность нужно испытать систему трубопровода на прочность в течение не менее 8 час при давлении во всех точках системы не менее:

* 1,1 МАОР для наземных трубопроводов и
* 1,1 (МАОР минус наружное гидростатическое давление) для подводных трубопроводов.

Испытание на прочность и на плотность можно объединить с помощью проведения испытаний в течение 8 час под давлением, указанным выше для испытания на прочность. Требования к минимальной продолжительности испытания на плотность не распространяются на системы трубопроводов с +..ным\* доступом для осмотра при условии, что весь трубопровод будет проверен на плотность после 2 час поддержания давления, требующегося для испытания на плотность. Дополнительные требования к испытаниям в статье В.6 относятся к трубопроводам категории D и Е, которым посвящено приложение В.

**6.7.4. Критерии приемки**

В процессе испытаний на прочность допускаются изменения давления, если можно показать, что они вызваны другими причинами кроме течи.

Повышение и снижение давления в процессе испытания на течь приемлемо при условии, что с помощью расчетов можно показать, что оно вызвано изменением наружной температуры или давления, например, приливными воздействиями для подводных трубопроводов.

Трубопроводы, не отвечающие этим требованиям, необходимо отремонтировать и снова испытать в соответствии с требованиями стандарта.

### 6.8. Деятельность других участников землепользования.

**6.8.1. Деятельность третьей стороны**

При определении требований к защите трубопровода от повреждения необходимо учесть следующие факторы.

* Возможное воздействие повреждения трубопровода на безопасность населения и окружающую среду.
* Возможный результат вмешательства за счет деятельности третьей стороны.
* Требования к обеспечению безопасности населения и защите окружающей среды.

ПРИМЕРЫ. Для наземного трубопровода необходимо учитывать такие виды деятельности как деятельность других землепользователей, дорожное движение, возделывание земель, осуществление дренажных работ, строительство зданий и работы на дорогах, железных дорогах, водных путях, а также военные маневры. Примерами деятельности для подводных трубопроводов могут служить установка подъемных судов, смещение якорей и якорных цепей, подводка кабелей и подключаемых шлангов, падение предметов вблизи монтажа, проход судов вблизи стояков, рыболовство на морском дне во время монтажа и военные маневры.

При необходимости требования к защите должны быть установлены в рамках оценки безопасности по разделу 6.2.1.2.

ПРИМЕРЫ. Защита наземных трубопроводов включает установку защитных покрытий, повышение толщины стенок, установку знаков, механическую защиту, ограничение доступа по маршруту трубопровода, или сочетание таких мер. Для подводного трубопровода в качестве мер защиты можно использовать укладку в траншею или заглубление, отсыпку щебнем, покрытие матами или защитными конструкциями и защиту стояков.

Для наземных трубопроводов знаки должны быть установлены при пересечении дорог, рельсовых путей, рек и каналов и в других местах, чтобы другие землепользователи в этом районе могли определить расположение трубопровода.

**6.8.2. Покрытие трубопровода**

**6.8.2.1. Наземный трубопровод**

Наземные заглубленные трубопроводы должны прокладываться с заглублением не менее указанной в табл.4.

**Таблица 4. - Минимальная величина заглубления для наземных трубопроводов**

|  |  |
| --- | --- |
| Расположение | Заглубление, м |
| Районы с ограниченной деятельностью человека или ее отсутствием | 1,0 |
| Сельскохозяйственная или плодоводческая деятельность | 1,0 |
| Каналы, реки | 1,2 |
| Дороги и железные дороги | 1,2 |
| Жилые, промышленные и торговые районы | 1,2 |
| Скальный грунт | 0,5 |
| Заглубление следует измерять от самого низкого уровня поверхности грунта до верхней части трубы, включая все конструкции трубопровода.  В районах со вспучиванием при замерзании может потребоваться специальные покрытия. | |
| Покрытие не должно быть меньше обычной глубины возделывания почвы.  Измеряется от самой глубокой части дна.  Измеряется от дна дренажной канавы.  Верхняя часть трубы должна быть, по крайней мере, на 0,15 м ниже поверхности скалы.\* | |

Трубопроводы можно прокладывать с меньшим заглублением, чем указанная в табл.4, при условии обеспечения такого же уровня защиты другими способами.

При проектировании других методов защиты необходимо принять во внимание следующее.

* Любые ограничения, накладываемые другими землепользователями.
* Устойчивость и осадку грунта.
* Устойчивость трубопровода.
* Катодную защиту.
* Доступ для технического обслуживания.

**6.8.2.2. Подводные трубопроводы**

Подводные трубопроводы следует укладывать в траншею, заглублять или защищать, если возможно внешнее повреждение с нарушением их целостности, и в тех местах, где нужно предотвратить или снизить воздействие от другой деятельности. Необходимо проконсультироваться с другими действующими в районе сторонами при определении требований к предотвращению или снижению такого воздействия.

Защитные конструкции для подводных трубопроводов должны иметь гладкий профиль, чтобы свести к минимуму риск того, что они зацепятся и повредят якорный трос или рыболовные снасти. Они должны иметь также достаточный зазор с системой трубопровода для обеспечения при необходимости доступа. Конструкция катодной защиты трубопровода должна быть совместима с другими конструкциями на трубопроводе.

### 6.9. Пересечение преград и сближение

**6.9.1. Консультации с администрацией**

Проектные нагрузки на трубопровод, включая их периодичность, методы строительства и требования к защите пересечений преград устанавливаются при консультации с соответствующей администрацией.

**6.9.2. Дороги**

Дороги классифицируются как второстепенные и главные для использования соответствующего коэффициента безопасности для окружного напряжения.

Автомагистрали и автострады считаются главными дорогами, а все остальные дороги общественного пользования - второстепенными. Частные и проселочные дороги считаются второстепенными, даже если они используются для большегрузного транспорта.

Коэффициент безопасности для окружного напряжения в табл.1 и требования к величине заглубления в табл.4 должны распространяться, как минимум, до границ полосы отчуждения дороги или, если эта граница не определена, на 10 м от края твердого покрытия для главных дорог и на 5 м для второстепенных дорог.

Проходящие параллельно дороге трубопроводы при возможности должны прокладываться за пределами полосы отчуждения дороги.

**6.9.3. Железные дороги**

Коэффициент безопасности для окружного напряжения в табл.1 и требования к заглублению в табл.4 должны распространяться, как минимум, на 5 м за границы полосы отчуждения железной дороги или, если эта граница не определена, на 10 м от рельса.

Проходящие параллельно железной дороге трубопроводы при возможности должны прокладываться за пределами полосы отчуждения железной дороги.

Вертикальное расстояние между верхней частью трубы и верхней частью рельса должно быть не менее 1,4 м для пересечений открытым способом и 1,8 м при проколе или пересечении с помощью туннеля.

**6.9.4. Водные пути и подходы к берегу**

Требования к защите от повреждений для пересечений трубопроводом каналов, судоходных каналов, рек, озер и при подходе к берегу должны проектироваться после консультаций с администрацией водных бассейнов и водных путей.

Пересечение противопаводковых заграждений может потребовать дополнительных проектных мер для предотвращения наводнения и ограничения возможных последствий.

При определении мер защиты следует учитывать возможное повреждение трубопровода якорями судов, за счет размыва и приливов, осадки грунта или оползней и при планируемых работах типа драгирования, углубления и расширения реки либо канала.

**6.9.5. Пересечение трубопроводов и кабелей**

Следует избегать физического контакта между новым трубопроводом и существующими трубопроводами и кабелями. При необходимости следует устанавливать маты и другие средства постоянного разделения, чтобы избежать контакта на весь проектный срок эксплуатации трубопровода.

Пересечение должно происходить под углом близким к 90°.

**6.9.6. Пересечение с помощью эстакад**

Допускается использовать эстакады для трубопровода, когда заглубленное пересечение практически неприемлемо.

Трубные эстакады должны проектироваться по стандартам проектирования конструкций с достаточным просветом, чтобы предотвратить их возможное повреждение проезжающим транспортом, и с доступом для технического обслуживания. Необходимо учитывать возможные помехи для катодной защиты со стороны конструкции опорной эстакады.

Необходимо предусмотреть ограничение доступа посторонних к эстакадам.

**6.9.7.**

### 6.10. Неблагоприятные условия в грунте и на морском дне

При необходимости должны вводиться меры защиты, включая меры технического надзора для сведения к минимуму возможных повреждений трубопровода за счет неблагоприятных условий в грунте и на морском дне.

ПРИМЕРЫ. Неблагоприятные условия в грунте и на морском дне включают оползни, эрозию, опускание, участки, подверженные пучению при замерзании и осадке при оттаивании, участки торфяника с высоким уровнем грунтовых вод и болота. Возможными защитными мерами могут служить увеличение толщины стенки трубы, стабилизация грунта, борьба с эрозией, установка якорей, обеспечение отрицательной плавучести и т.п., а также мероприятия технического надзора. Возможные методы технического надзора могут включать измерение подвижек грунта, смещения трубопровода или изменения напряжений в трубопроводе.

По поводу общих геологических условий, оползней и участков оседания, проходки туннелей и возможных неблагоприятных условий в грунте следует обращаться к местной администрации, местным геологическим организациям и консультантам по горным работам.

### 6.11. Задвижки для секционирования

Задвижки для секционирования следует устанавливать в начале и конце трубопровода и в тех местах, где требуется:

* управление и техническое обслуживание,
* борьба с аварийными ситуациями,
* ограничение возможных объемов разлива.

При размещении задвижек следует принимать во внимание топографические условия, легкость доступа для управления и технического обслуживания, включая требования к сбросу давления, возможность охраны и близость к населенным пунктам.

Принцип работы клапанов для изоляции должен устанавливаться при определении их размещения.

### 6.12. Контроль целостности

Требования к контролю целостности трубопровода должны устанавливаться на стадии проектирования.

ПРИМЕЧАНИЕ. Контроль может включать наблюдение за коррозией, проверки и определение течи.

### 6.13. Проектирование внутренней очистки скребками

Необходимо установить требования для внутренней очистки скребками и соответствующим образом проектировать трубопровод. Трубопроводы должны быть спроектированы так, чтобы в них можно было вводить инструменты для внутренней очистки и проверки.

При проектировании для внутренней очистки скребками необходимо учитывать следующее.

- Наличие и расположение постоянных камер приема скребка или соединений для временных камер приема скребка.

* Доступность.
* Грузоподъемные средства и сооружения.
* Требования к внутренней изоляции для пуска и приема скребка.
* Требования к вентиляции и сливу (для наладки и во время эксплуатации).
* Направление пуска скребка.
* Допустимый минимальный радиус изгиба.
* Расстояние между коленами и арматурой.
* Максимальное допустимое изменение диаметра.
* Требования к конусности при изменении внутреннего диаметра.
* Проектирование соединения с ответвлениями и совместимость материала труб.
* Внутреннюю арматуру.
* Внутреннее покрытие.
* Сигнализаторы подхода скребка.

При определении ориентации камер для скребка необходимо учитывать безопасность путей доступа и соседних сооружений.

### 6.14. Сборные узлы

**6.14.1. Сварные соединения ответвлений**

Сварные соединения ответвлений на трубопроводах должны проектироваться в соответствии с требованиями признанного стандарта. Окружные напряжения в соединении не должны превышать окружных напряжений, допустимых для присоединения трубы.

**6.14.2. Специальные узлы, изготовленные с помощью сварки**

Проектирование специальных узлов должно соответствовать установившейся инженерной практике и настоящему стандарту. Если прочность такого узла нельзя рассчитать или определить в соответствии с требованиями настоящего стандарта, необходимо установить максимальное допустимое рабочее давление в соответствии с требованиями ASME, раздел VIII, подраздел 1.

Сборные детали за исключением обычно выпускаемой арматуры со стыковой сваркой, в которых используются продольные сварные швы, должны проектироваться, изготавливаться и испытываться в соответствии с настоящим стандартом. Запрещается использовать глухие пробки, глухие патрубки и щелевидные насадки.

Плоские заглушки должны проектироваться в соответствии с ASME, раздел VIII, подраздел 1.

Сварка должна проводиться с помощью признанных процедур и выполняться операторами, аттестованными в соответствии с ISO 13847.

Специальные узлы должны выдерживать давление, равное давлению испытания на прочность системы трубопроводов. Узлы, устанавливаемые в уже существующую трубопроводную систему, должны пройти испытание под давлением до монтажа в соответствии с пунктом 6.7.

**6.14.3. Штампованные отводы**

Штампованные отводы должны проектироваться в соответствии с принятыми техническими условиями или стандартами.

**6.14.4. Камеры для скребка**

Все предполагаемые операции внутренней очистки с помощью скребка, включая возможные проверки изнутри трубы, необходимо принимать во внимание при определении размеров камеры для скребка.

Камеры для скребка, как постоянные, так и временные, должны проектироваться с коэффициентом безопасности для окружного напряжения, указанным в табл.1 и 2, включая такие детали как ответвления для вентиляции, слива и направляющие перегородки, бандажи для насадок и опоры седел. Заглушки должны соответствовать ASME, раздел VIII, подраздел 1.

Заглушки должны проектироваться так, чтобы их нельзя было открыть, пока в камере скребка имеется давление. Для этого можно использовать введение блокировки с задвижками магистрального трубопровода.

Камеры для скребка должны проходить испытания под давлением в соответствии с пунктом 6.7.

**6.14.5. Ловушки для конденсата**

**6.14.5.1. Ловушки для конденсата типа емкости**

Все ловушки конденсата типа емкости вне зависимости от места их установки должны проектироваться и изготавливаться в соответствии с ASME, раздел VIII, подраздел 1.

**6.14.5.2. Многотрубные ловушки конденсата**

Многотрубные ловушки конденсата должны проектироваться с коэффициентом безопасности для окружного напряжения в соответствии с табл.1 и 2.

**6.14.6. Сборные узлы**

Коэффициент безопасности для окружного напряжения для сборных узлов должен действовать для всего узла и его действие должно распространяться на расстояние до пяти диаметров трубы или 3 м в обоих направлениях за пределы последнего элемента узла, исключая переходные торцы трубной обвязки, повороты и колена.

### 6.15. Установка опор и анкерных креплений

Трубопровод и оборудование должны иметь соответствующие опоры, чтобы предотвращать или гасить слишком сильную вибрацию, и должны иметь достаточное анкерное крепление, чтобы предотвратить чрезмерные нагрузки на присоединенное оборудование.

Соединения ответвлений на наземном трубопроводе должны опираться на укрепленную отсыпку или должны иметь необходимую гибкость.

Оттяжки и демпфирующие устройства, требующиеся для устранения вибрации трубной обвязки, должны крепиться к магистральной трубе с помощью элементов, охватывающих ее по всей окружности.

Все крепления к трубопроводу нужно проектировать так, чтобы свести к минимуму дополнительные напряжения в трубопроводе. Требования к распределению нагрузки и прочности сварных швов креплений должны соответствовать признанной строительной практике.

Конструкционные опоры, оттяжки и анкерные крепления нельзя приваривать непосредственно к трубопроводу. Вместо этого такие устройства должны опираться на элементы, охватывающие трубу по всей окружности.

Там, где необходима надежная опора, например, в анкерном креплении присоединение должно проводиться с помощью сварки с элементом, охватывающим трубу по всей окружности, а не с трубой. Охватывающий трубу элемент должен быть соединен с трубой непрерывно по всей окружности, а не прерывистым сварным швом.

Не приваренные к трубопроводу опоры должны проектироваться так, чтобы обеспечивать доступ для проверки трубопровода под опорами.

При проектировании анкерных опор, препятствующих осевому смещению трубопровода, следует принимать во внимание усилия, возникающие при расширении трубопровода, и трение трубы о грунт, противодействующее смещению.

При проектировании элемента, охватывающего трубу по всей окружности, необходимо учитывать сочетание напряжений в магистральной трубе от рабочих, внешних, строительных и случайных нагрузок. Охватывающий по всей окружности элемент можно крепить с помощью зажима или непрерывной сварки по всей окружности.

Осевое усилие F, которое должен выдерживать трубопровод с жестко закрепленными концами, нужно рассчитывать следующим образом:

]

где

*A* - площадь поперечного сечения стенки трубы,

*E* - модуль упругости,

- линейный коэффициент теплового расширения,

- температура монтажа,

- максимальная или минимальная температура металла при эксплуатации,

- окружное напряжение за счет внутреннего давления для номинальной толщины стенки,

- коэффициент Пуассона.

При определении действующих на трубу осевых усилий следует учитывать также остаточные нагрузки от монтажа.

### 6.16. Морские стояки

Проектирование морских стояков необходимо проводить особенно тщательно в связи с их особым значением для всего подводного монтажа и воздействием на них внешних нагрузок, а также наличием механических рабочих соединений. При их проектировании необходимо учитывать следующие факторы.

* Зону периодического смачивания (нагрузки и коррозия).
* Ограниченные возможности проверки при эксплуатации.
* Принудительные смещения.
* Повышение скорости потока воды между смежными стояками.
* Возможность осадки платформы.
* Защиту стояков с помощью размещения их в опорных конструкциях.

### 7. Проектирование станций и терминалов

### 7.1. Выбор местоположения

При выборе местоположения наземных станций и терминалов необходимо учитывать следующее.

- Топографические условия.

- Состояние грунта.

- Наличие доступа.

- Доступность инженерных сетей.

- Требования к входным и выходным соединениям с трубопроводом.

- Опасность, связанную с другой деятельностью и соседними сооружениями.

- Безопасность для населения и окружающей среды.

- Планируемое развитие региона.

Станции и терминалы необходимо располагать так, чтобы построенные на площадке сооружения можно было защитить от пожара на соседних сооружениях, которые не находятся под управлением эксплуатирующей трубопровод компании.

Расположение сооружений трубопровода при его прокладке как на земле, так и в море следует определять при рассмотрении общего плана прокладки, принимая во внимание результаты оценки безопасности. Необходимо свести к минимуму последствия взрыва или пожара для мест размещения персонала и требующуюся при этом эвакуацию.

### 7.2. Схема размещения

Вокруг станций и терминалов должно быть предусмотрено свободное пространство для беспрепятственного перемещения противопожарного оборудования. На станциях и терминалах необходимо обеспечить достаточный доступ и зазоры для перемещения противопожарного и другого аварийного оборудования.

Схемы размещения станций и терминалов должны основываться на принципе сведения к минимуму распространения и последствий пожара.

Участки станций и терминалов, на которых может присутствовать взрывоопасная газовая смесь, должны классифицироваться в соответствии с IEC 60079-10, и соответствующим образом должны определяться требования к установкам и оборудованию.

Расстояния в резервуарном парке должны соответствовать NFPA 30.

Трубная обвязка должна быть проложена так, чтобы исключить риск зацепиться за нее или удариться головой персоналу и чтобы не был затруднен доступ к трубной обвязке и оборудованию для проверки и технического обслуживания. При прокладке первичной трубной обвязки необходимо также учитывать требования к доступу для замены оборудования.

Вентиляционные и сливные линии должны быть протянуты до места, где можно безопасно сбрасывать продукт. Особое внимание следует обратить на безопасность расположения вентиляционных и сливных линий вблизи жилых помещений на морских сооружениях.

### 7.3. Охрана

Доступ на станции и терминалы должен быть ограничен. Они должны быть обнесены забором с запирающимся или охраняемым входом.

По периметру должны быть установлены постоянные предупреждающие знаки с указанием идентификационных данных для станции или терминала и номера телефона, по которому можно связаться с эксплуатирующей трубопровод компанией.

Требования к охране сооружений трубопровода внутри станции, терминала или сооружения должны устанавливаться в соответствии с требованиями к станции, терминалу или сооружению.

### 7.4. Безопасность

Должны быть установлены знаки, указывающие опасные, закрытые участки и участки, на которых имеется высокое напряжение. Доступ на такие участки должен быть ограничен.

Заборы не должны мешать эвакуации персонала в безопасное место. Аварийные выходы должны открываться наружу и иметь такую конструкцию, чтобы их можно было открывать изнутри без ключа, когда в помещении находятся люди.

На каждом рабочем этаже главного здания насосно-перекачивающей и компрессорной станции, в подвале и на каждой поднятой платформе и переходе должны быть предусмотрены соответствующие выходы и беспрепятственные проходы в безопасное место. Выходы должны обеспечивать удобство при эвакуации.

Должны быть предусмотрены соответствующие устройства детектирования газа и пламени и противопожарные устройства. Для наземных станций и терминалов требования к таким устройствам должны устанавливаться при консультации с местной пожарной администрацией.

Резервуары, насыпи и защитные противопожарные стенки должны отвечать требованиям NFPA 30.

Должна быть предусмотрена вентиляция, чтобы избежать воздействия на персонал опасных концентраций горючих и токсичных жидкостей, газов и паров в замкнутом пространстве, отстойников и колодцев при нормальных и нештатных условиях, например, при разрыве прокладки или повреждении сальниковой набивки. Должно быть предусмотрено оборудование для детектирования опасных концентраций продукта.

Горячая и холодная трубная обвязка, которая может нанести травмы персоналу, должна быть соответствующим образом теплоизолирована или защищена.

### 7.5. Окружающая среда

Сброс стоков и выбросов должен отвечать национальным и местным требованиям к защите окружающей среды.

### 7.6. Здания

Здания насосно-перекачивающей и компрессорной станции, в которых находится оборудование или трубная обвязка с наружным диаметром более 60 мм либо оборудование для подачи продуктов категории D и Е, исключая бытовые нужды, должны строиться из огнестойких, негорючих материалов или материалов с низкой горючестью, указанных в HFPA 220.

### 7.7. Оборудование

Насосы и компрессоры, первичные приводы, их вспомогательные и дополнительные устройства, системы управления и обеспечения должны быть пригодны для своего назначения, определяемого при задании системы в соответствии с пунктом 5.1. Насосы, компрессоры и их первичные приводы должны проектироваться для интервала рабочих условий, который определяется ограничениями для системы трубопровода и задается устройствами управления, указанными в пункте 5.4.

Первичные приводы, исключая асинхронные и синхронные электродвигатели, должны иметь автоматическое устройство, которое предназначено для отключения блока до того, как скорость первичного привода или приводимого им блока превысит максимальную безопасную скорость, установленную изготовителем.

Установки и оборудование должны отвечать требованиям классификации участка в соответствии с пунктом 7.2.

### 7.8. Трубная обвязка

**7.8.1. Первичная трубная обвязка**

Трубная обвязка для подачи или хранения продукта должна отвечать требованиям к прочности в разделе 6.4.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. Коэффициенты безопасности для кольцевых напряжений в трубной обвязке указаны в табл.1 и 2.

При проектировании трубной обвязки необходимо учитывать вибрацию за счет вибрирующего оборудования, пульсацию продукта под действием поршневых насосов или компрессоров и пульсацию, вызванную потоком.

Трубную обвязку необходимо защищать от повреждения под действием отрицательного или повышенного давления. Регулирование давления и защита от превышения давления должна отвечать требованиям раздела 5.4.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. На трубную обвязку может оказывать воздействие повышенное давление и/или вакуум в результате выбросов при внезапном изменении потока в результате перекрытия задвижки или отключения насоса, избыточного статического давления, расширения продукта, подключения к источнику высокого давления при ошибочной операции или в результате возникновения вакуума при отключении или сливе трубопровода.

**7.8.2. Вторичная трубная обвязка**

**7.8.2.1. Трубная обвязка для топливного газа**

Трубная обвязка для топливного газа внутри станции должна проектироваться в соответствии с ASME B31.3.

В линиях для топливного газа должен быть предусмотрен общий отсечной клапан, находящийся за пределами любых зданий и жилых помещений.

В системе топливного газа должны быть предусмотрены устройства ограничения давления, которые должны препятствовать повышению давления более чем на 25% сверх нормального рабочего давления системы. Максимальное давление топлива не должно превосходить проектное давление более чем на 10%.

Должна быть предусмотрена возможность стравливания и продувки топливного коллектора, чтобы не позволить топливному газу попасть в камеры сгорания во время проведения работ на устройствах привода или присоединенном оборудовании.

**7.8.2.2. Трубная обвязка для воздуха**

Трубная обвязка для воздуха внутри станции должна проектироваться в соответствии с ASME В31.3.

Воздухоприемники и баллоны для воздуха должны быть выполнены и оснащены в соответствии с ASME, раздел VIII, подраздел I.

**7.8.2.3. Трубопроводы для смазочного масла и гидравлической жидкости**

Вся трубная обвязка для смазочного масла и гидравлической жидкости внутри станции должна проектироваться и оснащаться в соответствии с ASME В31.3.

**7.8.2.4. Вентиляционные и сливные линии**

Вентиляционные и сливные линии должны выбираться по размеру так, чтобы они соответствовали пропускной способности предохранительных клапанов.

### 7.9. Система аварийного отключения

Каждая насосно-перекачивающая или компрессорная станция должна иметь систему аварийного отключения, к которой должен быть свободный доступ, она должна иметь местное и/или дистанционное управление и отключать все первичные приводы. Необходимо также предусмотреть изоляцию станции от трубопровода, а также сброс давления или стравливание продукта системы трубной обвязки.

Действие системы аварийного отключения должно также допускать отключение любого работающего на газе оборудования, которое может угрожать безопасности на площадке, при условии, что оно не требуется для аварийных операций.

Для защиты персонала и выполнения функций, требующихся для защиты оборудования, должно быть предусмотрено бесперебойное электропитание.

### 7.10. Электрооборудование

Электрооборудование и электропроводка, смонтированная на станции, должна отвечать требованиям IEC 60079-14. Электрические устройства, которые должны продолжать работать при аварийной ситуации, должны отвечать требованиям к классификации зоны в аварийной ситуации.

### 7.11. Резервуары-хранилища и рабочие резервуары

Резервуары для хранения или перегрузки продукта должны проектироваться и строиться в соответствии с приведенными ниже стандартами.

* API 650 для продуктов с давлением паров ниже 0,035 бар (ман.).
* API 620 для продуктов с давлением паров выше 0,035 бар (ман.), но не выше 1 бар (ман.).
* Настоящий стандарт для трубчатых газгольдеров для продуктов с давлением паров выше 1 бар (ман.).

Фундаменты должны проектироваться и строиться в соответствии с планами и техническими условиями, которые учитывают местные условия, тип резервуара, его применение и общее расположение.

### 7.12. Нагревательные и охладительные устройства

Если для работы трубопровода требуется нагрев или охлаждение продукта, необходимо предусмотреть указатели и регуляторы температуры в соответствии с разделом 5.1.

Может требоваться обогрев вдоль трубопроводов, корпусов насосов, сливов и приборных линий для обеспечения удовлетворительных условий течения после отключения.

### 7.13. Замерное оборудование и приборы регулирования давления

Счетчики, сетчатые фильтры и другие фильтры необходимо проектировать на одинаковое внутреннее давление, и они должны отвечать требованиям для испытания под давлением.

Узлы должны иметь такие опоры, чтобы предотвратить избыточную нагрузку на подключенные системы трубной обвязки.

Проектирование и монтаж должны обеспечивать доступ и удобства для ремонта и технического обслуживания при минимальных помехах для работы установки. Необходимо учесть возможное противотечение, вибрацию и пульсацию в движущемся потоке.

Контроль качества любой фильтрующей среды должен выбираться так, чтобы защитить оборудование от попадания вредных посторонних веществ и предотвратить накопление электростатического заряда.

### 7.14. Системы контроля и связи

Необходимо определить и включить в проект системы требования к контролю давления, температуры, расхода, физических характеристик передаваемого продукта, передаче информации о насосах, компрессорах, положении задвижек, счетчиках и уровнях в резервуарах, а также об условиях подачи сигнала тревоги, включая отключение электропитания, высокую температуру обмоток электродвигателей и подшипников ротационных установок, превышение уровня вибрации, низкое давление всасывания, высокое давление нагнетания, течь уплотнения, аномальную температуру, и детектирование пламени и опасных газов в соответствии со статьей 5.

Для управляющего оборудования можно использовать систему диспетчерского контроля и сбора данных (SCADA).

Рабочие требования к системе трубопровода, а также требования к безопасности и защите окружающей среды должны быть положены в основу определения потребности в резервировании контроля и устройств связи и установки резервного источника питания.

### 8. Материалы и покрытия

### 8.1. Общие требования к материалам

**8.1.1. Выбор материалов**

Материалы, используемые в системе трубопровода, должны удовлетворять следующим требованиям.

* Обладать механическими свойствами, включая прочность и жесткость, необходимыми для выполнения проектных требований раздела 6.4.
* Обладать свойствами, требующимися для борьбы с коррозией, в разделе 9.
* Быть пригодными для предполагаемых способов обработки и/или методов строительства.
* Быть совместимыми с транспортируемым продуктом.

**8.1.2. Кислотоустойчивые материалы**

Технические условия для кислотоустойчивых материалов должны включать требования к испытаниям эксплуатационных характеристик для определения устойчивости к образованию трещин под напряжением в присутствии сульфидов и под действием водорода, если пригодность материалов к работе в кислотных условиях не установлена в других стандартах.

ПРИМЕЧАНИЕ. Требования к предотвращению образования трещин под действием водорода могут включать снижение и/или регулирование формы неметаллических включений в металле.

**8.1.3. Согласованность требований**

Требования должны устанавливаться согласованным образом для всех работающих под давлением узлов в системе трубопровода.

ПРИМЕРЫ. Химический состав для обеспечения свариваемости, жесткость для предотвращения хрупкого излома.

**8.1.4. Химический состав**

Материалы из ферритовых сталей, предназначенные для сварки, для которых отсутствуют стандарты на изделия, должны иметь максимальный углеродный эквивалент (СЕ):

* 0,45 для сортов с заданным минимальным пределом текучести не выше 360 МПа и
* 0,48 для сортов с заданным минимальным пределом текучести выше 360 МПа.

Покупатель может принять технические условия, по которым допустимы более высокие значения СЕ или же требуются дополнительные ограничения на приемлемые максимальные значения СЕ.

СЕ следует рассчитывать по приведенным ниже формулам:



Для трубопроводов, предназначенных для транспорта продуктов категории А, для которых не известен полный химический состав, можно использовать другую формулу для СЕ.



.

**8.1.5. Стойкость к хрупкому разрушению**

Материалы должны выбираться для системы трубопровода и использоваться так, чтобы исключить хрупкое разрушение.

Материалы, используемые в трубопроводах, которые транспортируют продукты категории С, D и Е, с номинальным диаметром (DN) более 150 и изготовленные из ферритной, ферритно-аустенитной или мартенситной нержавеющей либо углеродистой стали, должны иметь приведенные ниже минимальные значения ударной вязкости по Шарпи для полномерных образцов.

* 27 Дж в среднем или 20 Дж для каждого образца для сортов с заданным минимальным пределом текучести не выше 360 МПа и
* 40 Дж в среднем или 30 Дж для каждого образца для сортов с заданным минимальным пределом текучести выше 360 МПа.

Требования для предотвращения хрупкого разрушения материалов в трубопроводах, транспортирующих продукты категории А и В, и узлах с номинальным диаметром не более DN 150 в трубопроводах, транспортирующих продукты категории С, D и Е, нужно определять, основываясь на проектных условиях для системы трубопровода.

ПРИМЕЧАНИЕ. Для остановки распространяющегося вязкого излома могут потребоваться большие значения ударной вязкости (см. раздел 6).

Полноразмерные испытания по Шарпи с V-образным надрезом должны проводиться в соответствии с ISO 148. Можно также использовать и другие образцы для испытаний, установленные в ISO 3183 (все части). Можно испытывать образцы уменьшенного размера и уменьшать минимальные требуемые значения ударной вязкости пропорционально толщине образца, когда толщина испытываемых узлов не позволяет провести полноразмерные испытания по Шарпи с V-образным надрезом.

Температура испытания не должна быть выше минимальной возможной температуры трубопровода, когда он находится под давлением. Для газовых или газожидкостных линий, для морских стояков и узлов большой толщины следует использовать более низкие температуры испытаний.

Требования к предотвращению хрупкого разрушения должны выполняться для основного металла и для сварных узлов для наплавленного металла и для околошовной зоны с помощью использования процедур сварки, аттестованных для обеспечения заданной устойчивости к хрупкому разрушению.

**8.1.6. Устойчивость к разрушению сдвига**

Основной металл магистральной трубы трубопровода, передающего продукты категории С, D и Е, должен обеспечивать остановку развивающегося разрушения сдвига. Необходимо определить фазовое поведение продукта при внезапном сбросе давления и проверить требуемые свойства, обеспечивающие остановку развивающегося разрушения сдвига, для всех фаз.

Магистральная труба для использования в трубопроводах, транспортирующих продукты категории D, должна иметь значения ударной вязкости по Шарпи, приведенные в табл.5.

**Таблица 5. - Минимальная ударная вязкость по Шарпи для образца с V-образным надрезом для трубопроводов с продуктами категории D**

|  |  |
| --- | --- |
| Сорт стали | Минимальное значение, Дж |
| От L245 до L450 | при минимальном значении 40 |
| L485 |  |
| L555 |  |
| Эти значения распространяются на все средние значения полномерных испытаний по Шарпи на образцах с V-образным надрезом при любой термической обработке.  Окружное напряжение в МПа, диаметр  и номинальная толщина стенки  в мм. | |

Испытания по Шарпи на образцах с V-образным надрезом должны проводиться при выполнении требований раздела 8.1.5 при минимальной температуре, которая может возникать в трубопроводе во время его эксплуатации под действием самых низких температур воздуха, морской воды или грунта.

Можно использовать механические вставки (стопперы) для остановки развития трещин, состоящие из муфты или толстостенной трубы, там, где невозможно выполнить требования табл.5. Расположение и минимальное расстояние между вставками для остановки трещин вдоль трубопровода следует определять, исходя из последствий развития трещины.

**8.1.7. Эксплуатация в условиях высоких температур**

Необходимо документально зафиксировать механические свойства при максимальных рабочих температурах материалов, которые должны работать при температуре выше 50 °С, если только они не установлены в действующем для продукта стандарте или дополнительном обосновании.

**8.1.8. Свойства после штамповки и термической обработки**

Для материалов, для которых проводится термообработка, горячая или холодная штамповка или другие технологические операции, которые могут повлиять на свойства материала, необходимо документально зафиксировать их соответствие установленным требованиям в конечном состоянии. Документация должна иметься для основного металла и для сварных узлов для навариваемого металла и околошовной зоны.

**8.1.9. Программы аттестации производства**

Требования для программ аттестации производства и до производственного испытания материалов должны устанавливаться на основе имеющегося прежнего опыта.

**8.1.10. Маркировка**

Материалы и узлы должны маркироваться в соответствии с требованиями действующего стандарта для продукции или, если маркировка не установлена, в соответствии с требованиями MSS SP-25.

Маркировка с помощью тиснения штампом должна проводиться так, чтобы создавать минимальную концентрацию напряжений, и в таких местах, где маркировка не наносит ущерба.

**8.1.11. Документация проверки**

Все материалы должны поставляться с документацией проверки в соответствии с ISO 10474, или которая позволяет отслеживать узлы трубопровода. Для материалов работающих под давлением узлов должен иметься, как минимум, сертификат проверки типа 3.1.В в соответствии с ISO 10474.

**8.1.12. Технические условия**

Все материалы для труб, трубных узлов и покрытий должны изготавливаться и применяться в соответствии с требованиями соответствующего стандарта на продукцию и настоящего стандарта.

Необходимо указать требования настоящего стандарта, не входящие в соответствующий стандарт на продукцию, и добавить их к стандарту на продукцию.

Для материалов, для которых отсутствует соответствующий стандарт на продукцию, должны быть подготовлены подробные технические условия, включающие требуемые свойства, требования к размерам и требования к изготовлению, испытаниям, проверке, сертификации и документации.

**8.1.13.**

**8.1.14.**

**Журналы**

Технические условия с согласованными отклонениями, проектная документация типа расчетов и чертежей, результаты проверок и испытаний и сертификаты должны быть собраны вместе и храниться в течение сроков эксплуатации в соответствии с требованиями раздела 13.1.7.

### 8.2. Магистральные трубы

**8.2.1. Трубы из углеродистой стали**

Магистральная труба, изготовленная из С-Мn стали, должна отвечать требованиям ISO 3183-1, ISO 3183-2 и ISO 3183-3.

Магистральная труба по ISO 3183-2 или ISO 3183-3 должна использоваться там, где по пунктам 8.1.5 и 8.1.6 требуется устойчивость к излому. Труба по ISO 3183-3 должна использоваться для работы, требующей кислотостойкости.

**8.2.2.**

**8.2.3.**

### 8.3. Узлы

**8.3.1.**

**8.3.2.**

**Выполненные из труб отводы**

Отводы можно изготавливать из труб с помощью горячей, холодной или индукционной гибки. К таким коленам предъявляются следующие требования.

* Труба должна быть из спокойной стали.
* Отклонение от окружности по телу не должно превышать 2,5% от номинального наружного диаметра.
* Допуски для торца колена должны соответствовать допускам для торца подсоединяемой трубы.
* Образование складок не допускается.
* Все участки отводов должны соответствовать требованиям для заданной минимальной толщины стенки, предъявляемым к подсоединяемой трубе.
* Механические свойства отводов должны соответствовать требованиям, установленным для трубы в разделе 8.2.

Испытания и проверка колен должны проводиться в том состоянии, в котором они поставляются.

Сварные секционные отводы использовать запрещается.

**8.3.2. Арматура**

Арматура должна быть выполнена из спокойной стали. Сталь должна соответствовать требованиям, установленным в ASTM A182, ASTM A350, MSS SP-75, ASME В16.9 или равноценных стандартов.

**8.3.3. Задвижки**

Шаровые, запорные, шиберные и пробковые задвижки должны отвечать требованиям ISO 14313. Задвижки для работы под водой должны отвечать требованиям ISO 14273.

**8.3.4. Сборные изолирующие фланцы**

Сборные изолирующие фланцы до установки в трубопроводе необходимо испытывать под давлением в 1,5 МАОР, и проводить для них электрические испытания для подтверждения разрыва электрической цепи.

**8.3.5. Другие узлы**

Проектирование узлов, для которых отсутствуют стандарты для продукции, должно соответствовать требованиям ASME, раздел VIII, подраздел 1.

### 8.4. Покрытия

**8.4.1. Общие положения**

Все наружные и внутренние покрытия должны соответствовать признанным стандартам и техническим условиям, охватывающим следующие требования.

* Тип покрытия и армирования, если используется.
* Толщина отдельного слоя и общая толщина.
* Состав или материал основы.
* Механические свойства.
* Температурные ограничения.
* Требования к подготовке поверхности.
* Требования к адгезии.
* Требования к материалам, нанесению и выдерживанию, включая возможные требования охраны труда, техники безопасности и защиты окружающей среды.
* Требования к приемочным испытаниям систем покрытий и аттестации персонала, если требуется.
* Требования к испытаниям и проверке.
* Процедура ремонта, если требуется.

**8.4.2. Наружные покрытия**

**8.4.2.1. Бетонное покрытие**

Бетонное покрытие должно отвечать техническим условиям, которые в дополнение к требованиям раздела 8.4.1 включают следующие требования.

* Состав бетона.
* Требуемые механические свойства и требования к испытаниям.
* Толщина и вес, включая допуски.
* Армирование.
* Адгезия к трубе.
* Требования к нанесению и выдерживанию.
* Установка расходуемого анода.
* Поглощение воды.

**8.4.2.2. Покрытия для защиты от коррозии и теплоизоляции**

Покрытия должны соответствовать требованиям разделов 9.4 и 9.5.

**8.4.3. Внутренние покрытия и облицовка**

Внутренние покрытия должны соответствовать общим требованиям раздела 9.3.5, если они наносятся для подавления внутренней коррозии.

Антифрикционные покрытия должны, как минимум, соответствовать API RP 5L2 и иметь минимальную толщину 40 мкм. Покрытие может состоять из эпоксидной основы и отверждающего агента на основе алифатического или циклоалифатического эпоксиамина либо полиамида.

### 9. Защита от коррозии

### 9.1. Общие положения

Необходимо защищать систему трубопровода от внутренней и наружной коррозии, чтобы исключить риск непредвиденного отказа трубопровода или потери работоспособности в результате коррозии в течение установленного срока его службы. Защита от коррозии должна включать следующее.

* Выявление и оценка возможных источников коррозии.
* Выбор материалов для трубопровода.
* Определение требуемого снижения коррозии.
* Определение требований к контролю и проверке коррозии.
* Анализ данных контроля и проверки коррозии.
* Периодическое изменение требований к защите от коррозии в связи с накопленным опытом и изменениями проектных условий и среды, в которой находится трубопровод.

Оценка внутренней и наружной коррозионной активности должна проводиться для документального подтверждения того, что для выбранных материалов коррозию удается удерживать в проектных рамках в течение проектного срока службы трубопровода.

Оценка должна проводиться на основе накопленного опыта эксплуатации и технического обслуживания и/или результатов лабораторных испытаний.

Любой допуск на коррозию должен учитывать тип и скорость развития коррозии, прогнозируемую для проектного срока службы трубопровода.

В оценку необходимо включать возможную внутреннюю и внешнюю коррозию материалов трубопровода во время транспортировки, хранения, строительства, испытаний, консервации, наладки и эксплуатации.

### 9.2. Оценка внутренней коррозионной активности среды

Возможные потери и разрушение материала трубопровода необходимо определять для всех проектных условий (раздел 5.1).

Для определения скорости движения продукта, давления и температуры, прогнозируемой в процессе эксплуатации, необходимо оценить возможность образования свободной жидкой воды.

Необходимо выявить ингредиенты продукта, которые могут вызывать внутреннюю коррозию или влиять на нее, и их коррозионное воздействие для прогнозируемого интервала концентраций, давлений и температур.

ПРИМЕРЫ. К ингредиентам, которые могут вызывать внутреннюю коррозию или влиять на нее в трубопроводах, транспортирующих природный газ, сырую нефть и другие нефтепродукты, относятся диоксид углерода, сероводород, элементная сера, ртуть, кислород, вода, растворенные соли (хлориды, бикарбонаты, карбоксилаты и т.п.), твердые осадки (в связи с очисткой линии), бактериальное загрязнение, химические присадки, введенные при совершаемых выше по потоку операциях, загрязнение в результате отклонений от норм технологических процессов выше по потоку.

Следует обращать внимание на следующие возможные типы коррозии.

* Общая потеря материала и разрушение.
* Локализованная коррозия типа точечной коррозии под отложениями и меза-коррозия либо ручейковая коррозия.
* Коррозия микробиологического происхождения.
* Образование трещин под напряжением.
* Вызванное водородом образование трещин и ступенчатое образование трещин.
* Образование трещин под действием водорода в направлении приложенных напряжений.
* Эрозия и эрозионная коррозия.
* Коррозионная усталость.
* Биметаллические или гальванические пары, включая избирательную коррозию сварных швов.

### 9.3. Снижение внутренней коррозии

**9.3.1. Методы**

К методам снижения внутренней коррозии относятся следующие.

* Изменение проектных или рабочих условий.
* Применение устойчивых к коррозии материалов.
* Применение химических присадок.
* Нанесение внутреннего покрытия или облицовки.
* Применение регулярной механической очистки.
* Устранение биметаллических пар.

Необходимо учесть совместимость используемых способов снижения коррозии с проводимыми вниз по потоку операциями.

**9.3.2. Пересмотр проектных условий**

Можно пересмотреть оборудование для обработки продукта вверх по потоку от трубопровода и процедуры использования трубопровода, чтобы выявить возможности устранения коррозионных ингредиентов или условий, которые были выявлены при оценке коррозионной активности.

**9.3.3. Устойчивые к коррозии материалы**

При выборе устойчивых к коррозии материалов необходимо принять во внимание результаты оценки внутренней (раздел 9.2) и внешней (раздел 9.3) коррозионной активности.

**9.3.4. Химические присадки**

При выборе химических присадок следует принимать во внимание следующие факторы.

* Их эффективность на смачиваемых водой участках по всей длине и окружности трубопровода.
* Колебания скорости продукта в трубопроводе.
* Распределение между фазами в многофазной системе.
* Влияние отложений и окалины.
* Совместимость с другими присадками.
* Совместимость с материалами узлов трубопровода, особенно с неметаллическими материалами в дополнительных устройствах трубопровода.
* Техника безопасности при работе с реактивами.
* Влияние на окружающую среду в случае сброса.
* Совместимость с операциями, проводимыми вниз по потоку от трубопровода.

**9.3.5. Внутренние покрытия или облицовка**

Можно наносить покрытия или облицовку для снижения внутренней коррозии при условии, что будет показано, что неполное покрытие на участках с пропусками и другими дефектами не приведет к неприемлемой коррозии.

При выборе покрытий или облицовки необходимо принять во внимание следующие факторы.

* Внутреннее покрытие монтажных соединений.
* Метод нанесения.
* Наличие методов восстановления.
* Рабочие условия.
* Результат длительного воздействия продукта на покрытие или облицовку.
* Устойчивость к изменениям давления.
* Влияние градиента температуры внутри покрытия.
* - Совместимость с внутренней очисткой скребком.

**9.3.6. Очистка**

Необходимо определить требования к периодической внутренней механической очистке трубопровода. При этом следует учитывать следующие факторы.

* Удаление скопившихся твердых веществ и/или карманов с коррозионными жидкостями для содействия снижению коррозии на этих участках.
* Повышение эффективности химических присадок.
* При выборе устройства для механической очистки следует учитывать следующее.
* Возможные последствия удаления защитного слоя продуктов коррозии или химических присадок либо повреждение внутреннего покрытия и облицовки при механической очистке.
* Возможное отрицательное влияние контакта между материалами трубопровода типа нержавеющей стали и материалами устройства для механической очистки.

### 9.4. Оценка наружной коррозии

Возможность развития наружной коррозии следует определять, основываясь на рабочей температуре трубопровода (см. раздел 5.1) и внешних условий вдоль трубопровода (см. раздел 6.2).

В табл.6 приведены типичные внешние условия, которые нужно учитывать при оценке возможности наружной коррозии.

**Таблица 6. - Внешние условия, которые необходимо учитывать для оценки наружной коррозии**

|  |  |
| --- | --- |
| Подводный трубопровод | Наземный трубопровод |
| Атмосферные условия (морская атмосфера) | Атмосферные условия (морская, промышленная, городская атмосфера) |
| Поверхность раздела воздуха и воды (зона периодического смачивания) | Морская вода (приливная зона, подходы к берегу) |
| Морская вода | Пресная или солоноватая вода |
| Морское дно или заглубление в морском дне | Болота и трясины |
| Внутри пучков труб или муфт | Пересечение рек |
| Отсыпка щебнем или бетонные маты | Сухая или влажная почва |
| Внутри J-образных труб и кессонов | Внутри туннелей, кожухов и кессонов |

Необходимо учитывать следующие параметры внешней среды.

* Наружная температура.
* Удельное сопротивление, соленость и содержание кислорода в окружающей среде.
* Бактериальная активность.
* Течение воды.
* Степень заглубления.
* Возможность прорастания корней деревьев.
* Возможность загрязнения почвы углеводородами и другими загрязняющими веществами.

При оценке мер для борьбы с коррозией следует принять во внимание возможные последствия длительной коррозионной активности окружающей среды, а не ограничиваться только коррозионной активностью в момент монтажа. Для наземных трубопроводов необходимо должным образом учесть любые известные планируемые изменения в использовании земель, пересекаемых маршрутом трубопровода, которые могут изменить внешние условия, а поэтому и коррозионную активность грунта, например, ирригация ранее засушливых земель или обладавших низкой коррозионной активностью.

Для наземных трубопроводов следует оценивать возможный результат изменения рН внешней среды и возможные источники блуждающих и переменных токов.

Следует учитывать приведенные ниже типы повреждений за счет наружной коррозии.

* Общая потеря металла и разрушение.
* Локализованная коррозия типа точечной коррозии под отложениями либо ручейковая коррозия.
* Коррозия микробиологического происхождения.
* Образование трещин под напряжением, например, карбонатная или бикарбонатная атака.

### 9.5. Снижение наружной коррозии

**9.5.1. Требования к защите**

Все металлические трубопроводы должны иметь наружное покрытие и для заглубленных или погруженных секций катодную защиту. Можно также использовать допуски на коррозию и прочные покрытия или использовать устойчивое к коррозии плакирование сплавами для участков, где высока вероятность сильной коррозии.

ПРИМЕР. Зона периодического смачивания на участках с высокой вероятностью сильной наружной коррозии стояков подводных трубопроводов.

**9.5.2. Наружные антикоррозионные покрытия**

При выборе наружных покрытий необходимо учитывать эффективность обеспечения требуемой защиты и возможную опасность при нанесении и эксплуатации.

При оценке эффективности наружного покрытия следует учитывать следующие параметры.

* Удельное электрическое сопротивление покрытия.
* Проницаемость для влаги и ее связь с температурой.
* Требуемая адгезия между покрытием и основным металлом трубопровода.
* Требуемое сопротивление усилия сдвига между покрытием и дополнительным покрытием, теплоизоляцией или внешней средой.
* Восприимчивость к катодному разрушению.
* Устойчивость к старению, хрупкости и образованию трещин.
* Требования к ремонту покрытия.
* Возможное отрицательное влияние на материал трубы.
* Возможные температурные циклы.
* Устойчивость к повреждениям при перегрузке, транспортировке, хранении, монтаже и эксплуатации.

Наружные покрытия на магистральные трубы должны наноситься на заводе, исключая монтажные соединения и другие особые точки, которые должны наноситься на месте.

Монтажные соединения следует защищать с помощью системы покрытий, которая совместима с покрытием магистральной трубы. Технические условия для этого покрытия должны совпадать с техническими условиями для покрытия магистральной трубы или превосходить их и обеспечивать удовлетворительное нанесение в полевых условиях. Защита трубопроводов с теплоизоляцией может потребовать нанесения наружного покрытия между трубопроводом и теплоизоляцией.

Трубопроводы из J-образных труб должны иметь наружное покрытие. При выборе покрытия необходимо учитывать возможность повреждения покрытия внутри J-образных труб во время монтажа.

**9.5.3. Катодная защита**

**9.5.3.1. Потенциалы катодной защиты**

Потенциал катодной защиты необходимо поддерживать в пределах, приведенных в табл.7, на протяжении всего проектного срока службы трубопровода.

**Таблица 7. - Потенциалы катодной защиты для трубопроводов из нелегированных и низколегированных сталей**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Электрод сравнения | | Cu/CuSO4 | Ag/AgCl/морская вода |
| Вода и грунт с низким сопротивлением, удельное сопротивление <100 Ом·м | Аэробный, Т <40 °С | -0,850 В | -0,800 В |
|  | Аэробный, Т >60 °С | -0,950 В | -0,900 В |
|  | Анаэробный | -0,950 В | -0,900 В |
| Участки аэрированного песчаного грунта с высоким удельным сопротивлением | Удельное сопротивление от 100 до 1000 Ом·м | -0,750 В | -0,700 В |
|  | Удельное сопротивление >1000 Ом·м | -0,650 В | -0,600 В |
| ПРИМЕЧАНИЕ 1. Потенциалы в ПРИМЕЧАНИИ 4 относятся к материалам магистральной трубы с фактическим пределом текучести 605 МПа и менее.  ПРИМЕЧАНИЕ 2. Следует оценивать возможность появления водородной хрупкости для сталей с фактическим пределом текучести более 605 МПа.  ПРИМЕЧАНИЕ 3. Для всех сталей следует учитывать твердость продольных и кольцевых сварных швов и их подверженность водородной хрупкости в условиях катодной защиты.  ПРИМЕЧАНИЕ 4. Защитный потенциал на поверхности раздела металла с транспортируемым веществом не должен быть более отрицательным, чем -1,150 В для электрода сравнения Cu/CuSO4 и -1,100 В для электрода сравнения Ag/AgCl. Более отрицательные значения приемлемы при условии, что будет показано невозможность возникновения водородной хрупкости.  ПРИМЕЧАНИЕ 5. Требуемые защитные потенциалы для нержавеющей стали могут меняться. Однако можно использовать приведенный выше потенциал защиты. При использовании для трубопровода дуплексной нержавеющей стали необходимо проявлять крайнюю осторожность, чтобы избежать превышения защитного потенциала, что может привести к отказу.  ПРИМЕЧАНИЕ 6. Если невозможно добиться уровня защиты для грунтов с низким удельным сопротивлением, то можно использовать приведенные значения при условии, что будут доказаны установлены с высоким сопротивлением.  ПРИМЕЧАНИЕ 7. Можно использовать другие критерии защиты при условии, что будет доказано обеспечение такого же уровня защиты от наружной коррозии.  ПРИМЕЧАНИЕ 8. Значения должны быть более отрицательными, чем приведенные для ограничений, указанных в ПРИМЕЧАНИЯХ с 1 по 7. | | | |

Критерии для потенциала защиты, приведенные в табл.7, относятся к поверхности раздела металла с транспортируемым веществом. При отсутствии токов помех этот потенциал соответствует мгновенному потенциалу "отключения".

**9.5.3.2. Проектирование**

Плотность тока должна соответствовать температуре трубопровода, выбранному покрытию, внешней среде, под влиянием которой находится трубопровод, и другим внешним условиям, которые могут влиять на потребляемый ток. Необходимо учитывать в прогнозе разрушение покрытия, повреждение покрытия при строительстве и в результате деятельности третьей стороны и обнажение металла в течение проектного срока службы и принять это во внимание при определении проектной плотности тока.

**9.5.3.2.1. Протекторный анод**

Проект системы защиты с протекторным анодом должен быть документально зафиксирован и включать следующие сведения.

* Проектный срок службы трубопровода (см. раздел 5.1).
* Проектные критерии и внешние условия.
* Действующие стандарты.
* Требования к электрической изоляции.
* Расчет площади трубопровода, подлежащей защите.
* Характеристики материала анода в проектном интервале температур.
* Число и конструкция анодов и их размещение.
* Защита от воздействия возможных электрических помех переменного и/или постоянного тока.

**9.5.3.2.2. Подаваемый ток**

Проект системы защиты с подаваемым током должен стремиться к равномерному распределению тока вдоль трубопровода и должен определять постоянные места измерения потенциала защиты (см. раздел 9.5.3.3).

Проектная документация должна включать, как минимум, следующие сведения.

* Проектный срок службы трубопровода (см. раздел 5.1).
* Проектные критерии и внешние условия.
* Требования к электрической изоляции.
* Расчет площади трубопровода, подлежащей защите.
* Проектирование заземляющего основания анода, его допустимый ток и сопротивление и предлагаемые способы прокладки кабеля и защиты.
* Меры, требующиеся для защиты от воздействия возможных электрических помех переменного и/или постоянного тока.
* Требования к защите перед наладкой системы с подаваемым током.
* Действующие стандарты.

**9.5.3.2.3. Соединения**

Аноды и кабели катодной защиты должны соединяться с трубопроводом с помощью плакирования.

При проектировании соединений следует учитывать следующее.

* Требования к необходимой электропроводности.
* Требования к необходимой металлической прочности и защите от возможного повреждения в процессе строительства.
* Влияние на структуру металла нагревания магистральной трубы при осуществлении соединения.

При рассмотрении системы катодной защиты для теплоизолированных трубопроводов нужно оценить экранирование за счет теплоизоляции и возможное отрицательное влияние блуждающих токов от других источников.

**9.5.3.3. Особые требования к наземным трубопроводам**

Обычно катодная защита осуществляется с помощью подаваемого тока.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. Системы защиты с расходуемыми анодами обычно бывают пригодными только для трубопроводов с высококачественным покрытием в среде с низким удельным сопротивлением. Следует рассмотреть пригодность материала отсыпки в месте установки анода.

Защищенные трубопроводы следует, если это возможно, электрически изолировать от других конструкций типа компрессорных станций и терминалов с помощью подходящих изолирующих фланцев.

Изолирующие узлы следует снабжать защитными устройствами, если возможно повреждение молнией или высоковольтными блуждающими токами.

Следует избегать заземления других заглубленных металлических конструкций с помощью соединений с низким сопротивлением.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. Рекомендуют изолировать трубопровод от конструкций типа проходов через стены и ограничителей, выполненных из железобетона, от проводов заземления электрооборудования и от мостов.

Необходимо учесть возможность коррозии изолирующих соединений с незащищенной стороны, если снаружи или внутри присутствуют электролиты с низким сопротивлением.

Необходимо обеспечить непрерывную электрическую цепь через узлы, исключая муфты и фланцы, иначе они могут вызвать увеличение продольного сопротивления трубопровода.

Необходимо определить и применить требования к защите от коррозии секций трубопровода в футлярах, муфтах или обсадных трубах.

Между защищенным трубопроводом и системой молниезащиты должен быть предусмотрен искровой зазор.

При риске для личной безопасности или возникновении опасности коррозии под действием переменного тока необходимо предотвратить возникновение на трубопроводе неприемлемо высокого напряжения переменного тока с помощью установки подходящих устройств заземления между трубопроводом и системой заземления без ущерба для катодной защиты.

Контрольные точки для постоянного контроля и испытаний катодной защиты должны быть предусмотрены в следующих местах.

* Пересечение систем тяги постоянного тока.
* Пересечение дорог, железных дорог и рек, а также крупных дамб.
* Секции, установленные в муфтах или обсадных трубах.
* Изоляционные муфты.
* Участки, на которых трубопровод проложен параллельно кабелям высокого напряжения.
* Забивные крепи.
* Пересечение других крупных металлических конструкций с катодной защитой или без нее.

Следует предусмотреть дополнительные контрольные точки, расположенные на равных расстояниях вдоль трубопровода, чтобы можно было проводить измерения катодной защиты по всему маршруту трубопровода.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. Требуемое расстояние между контрольными точками зависит от состояния грунта, характера местности и местоположения.

**9.5.3.4. Особые требования для подводных трубопроводов**

Катодную защиту следует осуществлять с помощью расходуемых анодов.

ПРИМЕЧАНИЕ. Опыт показывает, что расходуемые аноды обеспечивают эффективную защиту и требуют минимального технического обслуживания.

Обычно не предусматривают электрическую изоляцию между подводным трубопроводом и его металлическими опорными конструкциями. Однако электрическая изоляция может устанавливаться между подводным трубопроводом и соединенными с ним металлическими конструкциями или другими трубопроводами, чтобы можно было отдельно проектировать и испытывать системы защиты от коррозии.

Если не предусматривается изоляция, катодные защиты отдельных трубопроводов и конструкций должны быть совместимы.

Точки измерения для катодной защиты и методы для подводного трубопровода должны выбираться так, чтобы получать репрезентативные результаты измерений уровня катодной защиты.

Конструкция расходуемых анодов должна согласовываться с методами строительства трубопровода и требованиями, предъявляемыми к натяжному оборудованию баржи-трубоукладчика. Особое внимание следует уделять размещению анодов при пересечениях трубопроводов.

**9.5.3.5. Наладка систем катодной защиты**

Системы катодной защиты на основе подаваемого тока следует обычно налаживать как можно быстрее после монтажа трубопровода. В случае задержки должны быть установлены требования для временной защиты.

Для систем катодной защиты следует принять перечисленные ниже меры на ранней стадии эксплуатации трубопровода.

* Осмотр анодов и покрытия трубопровода во время монтажа.
* Испытание источников питания.
* Проведение начального обследования катодной защиты, включая:

1) испытание вредных блуждающих токов и токов помех,

2) измерение потребления тока,

3) испытание изолирующих фланцев,

4) измерение потенциалов катодной защиты по длине трубопровода.

* Принятие мер, если заданная защита не обеспечивается.
* Ведение журнала наладки.

### 9.6. Программы и методы контроля

**9.6.1. Требования к контролю**

Требования к программе контроля коррозии должны устанавливаться на основе прогнозируемого механизма коррозии и скорости коррозии (см. разделы 9.2 и 9.4), выбранных методов снижения коррозии (см. разделы 9.3 и 9.5) и факторов безопасности и защиты окружающей среды.

Следует использовать инструменты для внутренней проверки, если требуется контроль внутренней или наружной коррозии либо других дефектов по всей длине трубопровода. Приблизительную скорость или тенденции коррозионного разрушения можно определить с помощью анализа результатов последовательных проверок потери металла.

ПРИМЕЧАНИЕ. Следует предусмотреть проверку трубопровода вскоре после наладки, чтобы получить отправную точку для интерпретации последующих обследований.

**9.6.2. Контроль внутренней коррозии**

**9.6.2.1. Выбор методики**

При выборе методики контроля внутренней коррозии необходимо учесть следующее.

* Предполагаемый тип коррозии.
* Возможность отделения воды, эрозии и т.п. (характеристики потока).
* Предполагаемую скорость коррозии (см. раздел 9.2).
* Требуемую точность.
* Имеющийся внутренний и наружный доступ.
* Трудности для прохождения скребка или инструмента для проверки за счет внутренних препятствий.

ПРИМЕЧАНИЕ. Возможные методики включают установку устройств типа контрольных пластинок, чтобы получить представление о коррозии в трубопроводе, или периодический анализ продукта для контроля его коррозионной активности.

**9.6.2.2. Расположение контрольных точек для локального контроля коррозии**

Контрольные точки для контроля коррозии следует располагать вдоль трубопровода или связанных с ним сооружений, где больше всего вероятность получить репрезентативные показания для коррозии в трубопроводе.

**9.6.3. Контроль наружного состояния трубопровода**

Секции трубопровода, к которым имеется доступ, следует периодически осматривать для оценки состояния трубопровода и, если это применимо, его покрытия. Заглубленные и погружные трубопроводы необходимо также осматривать, когда они вскрываются.

Тщательный осмотр покрытия нужно периодически проводить в местах, где велика вероятность сильной коррозии.

ПРИМЕЧАНИЕ. С этой целью можно проводить обследование внутренней защиты с небольшими интервалами там, где участок возможной сильной коррозии трудно осмотреть.

Требования к периодическому обследованию покрытия наземного трубопровода нужно определять с учетом выбранного покрытия и прогнозируемого его разрушения, типа грунта, наблюдаемых потенциалов катодной защиты и потребления тока, а также установленной потери металла.

**9.6.5.\* Контроль катодной защиты**

Нужно проводить периодические обследования для контроля катодной защиты, используя, как минимум, контрольные точки, определенные в разделах 9.5.3.3 и 9.5.3.4.

Частота таких обследований должна основываться на следующем.

- Тип защиты.

- Единообразие свойств грунта вдоль трубопровода.

- Качество покрытия.

- Вопросы безопасности и защиты окружающей среды.

- Возможные помехи со стороны электрических источников.

Возможные трудности за счет помех переменного или постоянного тока во время обследования и при интерпретации результатов следует учитывать при выборе метода обследования.

Могут выполняться обследования катодной защиты "по всей линии" для получения более подробной информации относительно коррозионной защиты трубопровода. Такие обследования рекомендуют проводить, когда возникает подозрение об аномальном повреждении покрытия, состоянии с сильной коррозией и/или помехах со стороны блуждающих токов.

### 9.7. Оценка результатов контроля и проверки

Все данные мероприятий по контролю и проверки необходимо анализировать со следующими целями.

* Рассмотрение достаточности подавления коррозии.
* Выявление возможности введения возможных улучшений.
* Определение требований для дальнейшей подробной оценки состояния трубопровода.
* Определение необходимости введения изменений в требования для подавления коррозии.

### 9.8. Документации по борьбе с коррозией

Необходимо подготовить документацию с описанием приведенного ниже в соответствии с приведенными выше требованиями к подавлению коррозии (см. разделы с 9.1 по 9.6).

* Оценка угрозы коррозии и связанной с этим возможности отказа.
* Выбор материалов и методов снижения коррозии.
* Выбор методики проверки и контроля коррозии и частоты проверок.
* Любые особые требования к выводу из эксплуатации и консервации, связанные с выбранным подходом для борьбы с коррозией.

### 10. Строительство

### 10.1. Общие положения

Строительные процедуры не должны снижать качество исходных материалов и изделий

# 

**10.1.1. Программа строительства (ПОС)**

Программа строительства должна быть подготовлена до начала строительства для облегчения управления работами. Этот план должен быть соразмерен со сложностью и опасностью работ и должен содержать, как минимум:

* описание строительства,
* программу охраны труда, техники безопасности и защиты окружающей среды,
* программу контроля качества.

В описание строительства следует включить методы, штаты и оборудование, требующееся для строительства и рабочих операций.

ПРИМЕЧАНИЕ. Специальное строительство, например, тоннелей, береговых подходов для подводных трубопроводов, эстакад для трубопроводов и направленное бурение может потребовать дополнительных процедур для укладки трубопровода.

Программа охраны труда, техники безопасности и защиты окружающей среды должна описывать требования и меры для защиты здоровья и обеспечения безопасности населения и занятого в строительстве персонала и охраны окружающей среды. Она должна включать требования соответствующего законодательства и действующие стандарты, указание опасности и мер, требующихся для защиты от нее, а также аварийные процедуры.

**10.1.2. Строительство вблизи других сооружений**

Перед началом работ необходимо определить все сооружения, которые могут быть затронуты строительством системы трубопровода.

Следует ввести необходимые временные положения и меры безопасности, требующиеся для защиты указанных сооружений во время строительства. При определении этих временных положений и мер безопасности следует консультироваться с владельцами и/или операторами этих сооружений, и они должны быть своевременно извещены о начале строительства.

ПРИМЕРЫ. Другие сооружения могут включать существующие дороги и железные дороги, водные пути, пешеходные дорожки, трубопроводы, кабели и здания.

**10.1.3. Установки, оборудование и морские суда**

Все крупные установки, оборудование и морские суда, используемые в строительстве, должны проверяться до строительства и в его процессе для определения их пригодности для предполагаемых работ в соответствии с установившейся инженерной практикой.

**10.1.4. Транспортировка и перегрузка материалов**

Перегрузка, транспортировка, хранение и монтаж материалов трубопровода должны проводиться так, чтобы предотвращать или сводить к минимуму повреждение труб, арматуры, узлов и покрытий. Могут потребоваться процедуры для транспортировки и перегрузки. В этих процедурах указывается используемое оборудование и требования к укладке.

ПРИМЕЧАНИЕ. Инструкции по транспортировке магистральных труб приведены в API RP 5LW и API RP 5L1.

Материалы необходимо проверить на наличие повреждений и дефектов, которые не отвечают техническим условиям. Эти материалы не должны монтироваться, если только повреждение и/или дефект не будет устранен или исправлен.

### 10.2. Подготовка наземного маршрута

**10.2.1. Проверка площадки**

Проверка существующих условий по ширине отвода вдоль маршрута трубопровода должна проводиться после предоставления доступа к трассе и до начала строительства. В отчетах об этой проверке должно быть указано состояние объектов, которые могут быть затронуты строительством, и зарегистрировано совместное согласие всех заинтересованных сторон.

**10.2.2. Обследование и маркировка**

Маршрут трубопровода, ширина отвода, заглубленные конструкции и подвесные конструкции должны быть обследованы и маркированы до начала строительства. Маркировка должна поддерживаться в хорошем состоянии на протяжении всего времени строительства.

**10.2.3. Подготовка полосы отвода**

Там, где это требуется для обеспечения безопасности населения и для предупреждения захода скота в полосу отвода, вдоль полосы отвода должно быть установлено соответствующее ограждение. Ограничения и меры предосторожности, которые необходимо соблюдать на полосе отвода, должны быть определены в технических условиях для строительства.

ПРИМЕРЫ. Такие ограничения и меры предосторожности включают сохранение определенных деревьев, удаление деревьев и кустарников, отделение верхнего слоя почвы, дренаж и предотвращение размыва и эрозии.

**10.2.4.**

### 10.3. Подготовка маршрута для подводного трубопровода

**10.3.1. Обследование**

В дополнение к требованиям для обследования, приведенным в разделе 6.2.3, должно быть проведено перед строительством обследование морского дна вдоль предполагаемого маршрута трубопровода для выявления возможных рисков для трубопровода и строительных работ.

**10.3.2. Подготовка морского дна**

Необходимо проанализировать данные обследования морского дна и при необходимости провести подготовку морского дна для выполнения критериев прочности, приведенных в разделе 6.4.2.

### 10.4. Сварка и стыковка

**10.4.1. Стандарты сварки**

Сварка систем трубопровода должна проводиться в соответствии с ISO 13847.

**10.4.2. Обследование сварки**

Дефектоскопия сварных швов в системе трубопровода должна проводиться в соответствии с ISO 13847, и, исключая разрешенные в разделе 11.5 случаи швов для врезки, дефектоскопия сварных швов должна проводиться до испытаний под давлением.

Для кольцевых швов неразрушающая дефектоскопия должна проводиться в следующем объеме.

а) Все швы должны быть осмотрены.

б) Минимум 10% швов, выполненных в течение каждого дня, должны быть выбраны случайным образом заказчиком или назначенным заказчиком представителем для дефектоскопии с помощью радиографии или ультразвука. Уровень в 10% следует использовать для трубопроводов в удаленных районах и для трубопроводов, работающих при 20% SMYS или более низких напряжениях, а также для трубопроводов, транспортирующих продукты, представляющий низкую опасность для окружающей среды и персонала в случае их течи. Процент дефектоскопии сварных швов для других продуктов и другого местоположения должен выбираться в соответствии с местными условиями. Объем дефектоскопии должен быть повышен до 100% сварных швов, если обнаружится недостаток качества сварки, но затем может снова последовательно снижаться до предписанного минимального процента, если будет доказано постоянное высокое качество сварки.

в) В приведенных ниже обстоятельствах должна быть проведена с помощью радиографии или ультразвука дефектоскопия 100% сварных швов.

* Трубопроводы, предназначенные для транспортировки продуктов категории С при окружных напряжениях выше 77% SMYS.
* Трубопроводы, предназначенные для транспортировки продуктов категории D при окружных напряжениях выше 50% SMYS.
* Трубопроводы, предназначенные для транспортировки продуктов категории Е.
* Трубопроводы, не прошедшие испытаний под давлением с использованием воды.
* В населенных районах типа жилых районов, торговых центров и определенных торговых и промышленных районах.
* В экологически уязвимых районах.
* На пересечениях рек, озер и потоков, включая пересечение по эстакаде.
* В зонах отчуждения железных дорог и общественных скоростных магистралей, включая туннели, мосты и воздушные пересечения.
* Открытое море и прибрежные воды.
* Сварные швы врезки, не прошедшие испытаний под давлением после монтажа.

Радиографическая или ультразвуковая дефектоскопия должна охватывать шов по всему его периметру. Дефектоскопия должна соответствовать конфигурации соединения, толщине стенок и диаметру трубы.

Сварные швы должны соответствовать приемочным критериям, установленным в соответствующем стандарте для сварки. Сварные швы, не отвечающие этим критериям, должны быть удалены или, если разрешено, отремонтированы и повторно проверены.

Все остальные швы должны проходить полную дефектоскопию в соответствии с ISO 13847.

**10.4.3. Другие соединения кроме сварных швов**

Соединения другими методами должны выполняться в соответствии с утвержденными процедурами.

### 10.5. Защитные покрытия

**10.5.1. Нанесение антикоррозионных покрытий в полевых условиях**

Наносимое в полевых условиях покрытие должно отвечать требованиям раздела 8.4.

Подготовка поверхности трубы и нанесение покрытия на монтажное соединение должно проводиться с помощью аттестованной процедуры (см. раздел 8.4.1), которая отвечает требованиям, приведенным в рекомендациях изготовителя покрытия. Покрытие должно наноситься квалифицированным персоналом, получившим необходимые инструкции.

**10.5.2. Проверка покрытия**

Покрытие проверяется с помощью осмотра в момент монтажа трубы для обеспечения соответствия установленному стандарту и процедуре нанесения.

Непосредственно перед укладкой трубы в траншею или перед тем, как труба покинет судно-трубоукладчик, необходимо проверить всю поверхность покрытия, к которой возможен доступ, с помощью детектора пропусков, установленного на соответствующее напряжение для данного покрытия. Дефекты должны быть помечены и исправлены до того, как труба будет уложена в конечное положение. Если возникло повреждение или отслоение покрытия, покрытие следует удалить, нанести снова и еще раз провести испытание.

Покрытия врезок, специальных узлов и секций труб для пересечения преграды должны быть проверены с помощью детектора пропусков перед их установкой.

### 10.6. Прокладка наземного трубопровода

**10.6.1. Сварка труб в секции**

Соединение в секции должно проводиться по документально зафиксированной процедуре, в которой определены ограничения для доступа и положения для сведения к минимуму помех для использования местных и общественных землевладений на которые включены ограничения для доступа в полосу отвода.

**10.6.2. Изготовление трубных колен в полевых условиях**

Трубы можно гнуть в полевых условиях холодным способом для совмещения труб и подгонки под топографические условия. Гибку в полевых условиях следует проводить с помощью гибочных машин, которые обеспечивают достаточную форму для сохранения поперечного сечения трубы, чтобы предотвратить коробление или смятие стенки трубы и сохранить непрерывность покрытия.

Минимальный радиус изгиба должен быть не меньше:

* 20 D для труб с наружным диаметром менее 200 мм,
* 30 D для труб с наружным диаметром от 200 до 400 мм,
* 40 D для труб с наружным диаметром более 400 мм.

Для изготавливаемых в полевых условиях колен может быть использован меньший указанного выше радиус при условии, что после гибки отклонение от окружности не будет больше, а толщина стенки не будет меньше, чем это разрешено проектом, и свойства материала будут соответствовать требованиям прочности, установленным для магистральной трубы.

На коленах не должно быть коробления, трещин и других признаков механического повреждения.

При гибке трубы диаметром более 300 мм и отношением диаметра к толщине стенки менее 70:1 следует использовать внутренний дорн.

Должно быть проведено испытание колена для подтверждения, что выполняются требования данного подраздела.

Колена нельзя изготавливать на участке трубы с кольцевыми сварными швами, которые находятся в пределах 1 м от колена. Продольные сварные швы должны размещаться вблизи нейтральной оси изготавливаемого в полевых условиях колена.

**10.6.3. Выемка грунта**

Глубина траншеи должна быть достаточной для обеспечения заглубления, требуемого в соответствии с разделом 6.8.2.1.

Нужно проанализировать наклон боковых стенок траншеи, чтобы определить, не требуется ли крепеж или профилирование откоса для обеспечения безопасности работ. Следует принять меры для снижения эрозии, чтобы обеспечить устойчивость траншеи и предотвратить загрязнение окружающей среды.

Дно траншеи должно быть плоским и не иметь острых краев и не содержать предметов, которые могут повредить трубу или ее покрытие. Если это оказывается невозможным, трубу необходимо защитить с помощью укладки опорного материала или установки механической защиты. Любой опорный материал или механическая защита не должна служить препятствием для протекания тока катодной защиты к поверхности трубы.

При проведении работ в траншее ее следует расширить и углубить, чтобы обеспечить безопасные условия работы. Перед входом персонала в траншею необходимо принять меры предосторожности для обеспечения безопасной, негорючей атмосферы. При прокладке траншей рядом с имеющимися подземными конструкциями следует принять меры предосторожности, чтобы не повредить эти конструкции. Между наружной частью любой заглубленной трубы и крайней точкой любой другой подземной конструкции расстояние должно быть не менее 0,3 м, если только не приняты специальные меры для защиты трубопровода и подземной конструкции.

**10.6.4. Опуск участка смонтированного трубопровода**

Перед опуском необходимо очистить дно траншеи и удалить все предметы, которые бы повредить покрытие, и его необходимо выровнять для обеспечения равномерной опоры трубопровода.

Оборудование и способы спуска трубы в траншею не должны повреждать трубу и ее покрытие. При операциях подъема и спуска не должны превышаться критерии прочности, указанные в разделе 6.4.2.

**10.6.5. Засыпка траншей**

Чтобы исключить повреждения, засыпку следует проводить возможно скорее после спуска трубы.

Затапливаемые траншеи следует откачать досуха и обеспечить дренаж перед засыпкой. Когда это невозможно и приходится засыпать затопленную траншею, следует тщательно следить, чтобы засыпка не сместила трубу.

Необходимо подобрать такой материал отсыпки или принять защитные меры, чтобы предотвратить повреждение трубы и ее покрытия.

Необходимо восстановить стоки, канавы и другие дренажные системы, нарушенные при проведении работ.

Материалы засыпки и методы прокладки под дорогами, тротуарами, обочинами, берегами и подобными участками необходимо выбирать так, чтобы обеспечить устойчивость и не нарушить целостность этих сооружений. Если рельеф местности, грунт и воды могут вызывать эрозию, то необходимо рассмотреть необходимость установки барьеров, чтобы предотвратить оползни и вымывание грунта.

### 10.6. Врезки

Операции врезки должны предусматривать меры контроля допустимых напряжений в трубе в соответствии с критериями для прочности, указанными в разделе 6.4.2. Процедуры должны включать учет конфигурации трубы, предусмотренного смещения после врезки и разности температур между врезкой и предполагаемой эксплуатацией.

**10.6.7. Восстановление нарушений природы**

Восстановление рабочей ширины и других участков, которые были нарушены при строительстве, должно проводиться в соответствии с процедурами, которые отвечают требованиям действующего законодательства и соглашений с владельцами земли и землепользователями.

**10.6.8. Пересечения**

Все пересечения должны выполняться способом, отвечающим требованиям разделов 6.2.1 и 10.1.2.

При пересечении водных путей открытым методом необходимо учесть состав дна, изменения берегов, скорость течения воды, размывание и специальные, связанные с сезонными изменениями проблемы. Работы должны выполняться так, чтобы не затоплять соседние земли.

В процессе прокладки следует принять меры предосторожности, чтобы избежать ударов и деформации трубопровода или других условий, которые могут вызвать напряжения в трубе или ее деформацию выше установленного проектом уровня.

Процедуры прокладки для пересечений с помощью направленного бурения должны учитывать требования, специально предъявляемые к таким пересечениям, например:

- ограждение и сброс бурового раствора,

- выбор устойчивого к абразивному износу антикоррозионного покрытия,

- КИП для контроля профиля бурения, соосности и силы тяги.

**10.6.9. Маркировка**

Предупредительные знаки для отметки расположения трубопровода должны быть установлены в соответствии с пунктом 6.8.1.

### 10.7. Монтаж в море

**10.7.1. Морские работы**

**10.7.1.1. Якоря и система позиционирования**

Система позиционирования должна иметь необходимое резервирование или резервные системы, чтобы не создавать опасности для морских судов и других сооружений при ее частичном отказе.

Строительные суда, использующие для удержания на месте якоря, должны становиться на якорь обусловленным способом. Способ постановки на якорь должен быть указан на схеме глубин в соответствующем масштабе, которая должна содержать при необходимости следующую информацию.

* Положение каждого якоря и точки крепления тросов.
* Расположение существующих трубопроводов и сооружений.
* Вертикальный зазор между тросом якоря и трубопроводом.
* Предполагаемые трасса и коридор трубопровода.
* Временные работы, проводимые в период строительства.
* Способ постановки на якорь других, находящихся рядом судов.
* Положение строительного судна.
* Зоны с запрещенной якорной стоянкой.
* Остовы кораблей и другие возможные препятствия.

Чтобы избежать повреждения имеющихся сооружений, необходимо установить минимально требуемый зазор между якорем с якорными тросами и неподвижными конструкциями, подводными сооружениями и другими трубопроводами.

Все якоря, переносимые над подводными сооружениями или трубопроводами, должны быть закреплены на палубе несущего якорь судна. Якорные лебедки строительных судов должны быть оборудованы указателями длины троса и нагрузки на трос.

**10.7.1.2. Процедуры для непредвиденных случаев**

Перед началом работ должны быть подготовлены процедуры для непредвиденных случаев. Они должны включать:

а) ликвидацию рабочей площадки,

б) сплющивание трубы (пустой и заполненной),

в) потерю покрытия,

г) консервацию и восстановление трубопровода.

**10.7.1.3. Уведомления**

Перед строительством морского трубопровода необходимо уведомить операторов существующих трубопроводов и кабелей, которые будут пересекаться в процессе строительства или буксировки трубопровода. Следует также уведомить соответствующие организации, включая береговую охрану, рыбаков и других, участвующих в использовании моря.

**10.7.2. Системы привязки и позиционирования**

Позиционирование в горизонтальной плоскости с помощью спутника или наземных станций должно служить основой для размещения строительных судов, определения положения трубопровода и опорных точек для местных систем позиционирования. Система позиционирования должна обладать достаточной точностью, чтобы можно было проложить трубопровод с допусками, установленными в проектной документации. Работы в районе интенсивного судоходства, а также работы, требующие точного расположения, могут потребовать систему позиционирования большей точности, чем необходимая для укладки трубопровода.

Используемая в море система привязки должна быть согласована с береговой системой привязки, когда система трубопровода предусматривает пересечение береговой линии.

**10.7.3. Укладка труб**

Трубы должны быть предусмотрены и заказаны такой длины, чтобы соответствовать длине рабочей станции баржи-трубоукладчика и вариации длин не останавливали работы.

Система укладки труб и натяжения должна предоставлять возможности укладки трубопровода без превышения критериев прочности, указанных в разделе 6.4.2, и должна быть спроектирована так, чтобы не повредить покрытие и аноды.

За критическими точками опоры трубопровода на стингер должно проводиться видеонаблюдение.

Во время укладки трубы необходимо использовать датчики коробления, чтобы определять уменьшение диаметра трубы. Датчики должны обеспечивать определение изменения диаметра да 5% и более.

Должны быть предусмотрены КИП для контроля и регистрации параметров, требующихся для проверки, что указанные в пункте 6.4.2 критерии прочности не превышены.

Для труб, прокладываемых буксировкой на место по дну, над дном или по поверхности, могут потребоваться суда наблюдения и/или ограждения, чтобы избежать помех буксировке трубопровода со стороны других судов.

**10.7.4. Отвалы**

Отвалы, связанные с протаскиванием по дну, направленным бурением и другими методами, не должны приводить к превышению напряжениями и деформациями трубопровода критериев прочности, приведенных в разделе 6.4.2, или повреждению покрытия и анодов.

**10.7.5. Укладка в траншею**

Глубину и профиль траншеи следует выбирать так, чтобы напряжения в трубопроводе при работах в траншее не превосходили критериев прочности, указанных в разделе 6.4.2. Необходимо следить за нагрузками на трубопровод при работах в траншее. Необходимо учитывать и дополнительные нагрузки, действующие на трубопровод при его погружении. Необходимо следить за валунами, мусором и избыточными безопорными пролетами. Методы и оборудования для прокладки в траншею следует выбирать так, чтобы не повредить трубы, покрытия и аноды, и оно должно учитывать состояние грунта.

Оборудования для одновременной укладки в траншею и последовательной укладки должно иметь КИП, которые следят и регистрируют параметры, позволяющие следить за тем, чтобы не превысить критериев прочности.

ПРИМЕРЫ. Приемлемые методы прокладки траншей включают гидромониторный способ, пропахивание, механическое дробление для скальных пород и твердых грунтов и драгирование.

**10.7.6. Засыпка траншеи**

Материал засыпки необходимо укладывать под соответствующим контролем, чтобы не повредить трубы и их покрытие и обеспечить выполнение установленных требований для нивелировки, покровного слоя и профиля. Профиль засыпки следует выбирать так, чтобы свести к минимуму помехи для рыболовства и другой деятельности третьих лиц.

**10.7.7. Пересечение других трубопроводов и кабелей**

Перед строительством пересечения следует определить местоположение, расположение и состояние пересекаемого трубопровода или кабеля.

Если предусмотрена предварительная установка опор, то до монтажа опор необходимо точно установить положение существующего трубопровода или кабеля и точки пересечения. При установке опор должен получаться гладкий профиль пересечения, который сводит к минимуму риск повреждения обеих конструкций от внешних сил, создаваемых, например, якорями и рыболовными снастями.

Система позиционирования в горизонтальной плоскости должна быть дополнена системой позиционирования на дне. В связи с требующимися малыми допусками необходимо контролировать монтаж пересечения, чтобы быть уверенным, что конструкции находятся в нужном месте.

**10.7.8. Безопорные пролеты**

Необходимо обследовать трубопровод, чтобы установить наличие безопорных пролетов, и при необходимости следует устранить безопорные пролеты, чтобы выполнить критерии ограничения напряжений, приведенные в разделе 6.4.2. Необходимо определить возможность вымывания и устойчивость опор или подложенного материала.

**10.7.9. Врезки**

Операции врезки должны предусматривать меры контроля допустимых напряжений в трубе в соответствии с критериями для прочности, указанными в разделе 6.4.2.

### 10.8. Очистка полости и проверка проходным шаблоном

После строительства секции трубопровода нужно очистить, пропустив очистной скребок или аналогичное устройство для удаления грязи, строительного мусора и других материалов.

Проходной шаблон или устройство, которое проверяет отклонение от окружности и внутренние препятствия, следует пропустить через каждую секцию перед проведением испытаний. Диаметр шаблона должен составлять не менее 95% от меньшего номинального диаметра трубы в трубопроводе, но зазор между пластиной шаблона и стенкой трубы не должен быть ни в коем случае меньше 7 мм.

### 10.9. Обследование по окончании строительства

После окончания строительства должно быть проведено обследование для регистрации точного положения трубопровода, пересечений, прилегающих особенностей, безопорных пролетов и приданных устройств.

### 10.10. Строительный журнал (исполнительная документация)

Необходимо вести постоянную регистрацию после завершения работ в пригодной для копирования и поиска форме с указанием расположения и описанием системы трубопровода, которая должна включать следующее:

* обследования по окончании строительства,
* документацию по сварным работам,
* чертежи по месту после окончания строительства и технические требования, а также
* строительные процедуры.

### 11. Испытания

### 11.1. Общие положения

Испытания под давлением должны проводиться в соответствии с разделом 6.7.

Число испытываемых секций следует сводить к минимуму. При выборе секций для испытания следует принимать во внимание:

* безопасность для персонала и населения и защиту окружающей среды и других сооружений,
* последовательность строительства,
* рельеф местности и доступ,
* наличие и возможность сброса воды для испытаний.

Если используемая для испытаний среда может расширяться при нагреве во время испытаний, необходимо принять меры для сброса избыточного давления.

Во время испытания оборудование, для которого не нужно проводить испытания под давлением, следует изолировать от трубопровода.

При испытании под давлением не следует использовать в качестве торцевой заглушки задвижки, если только они не рассчитаны на возникающее при испытаниях давление на задвижке. Все устройства, используемые как торцевые заглушки, должны быть достаточно прочными, чтобы выдерживать давление испытаний.

Временные коллекторы для испытаний, временные приемники для скребков и другие узлы для испытаний, присоединяемые к испытываемой секции, должны быть спроектированы и изготовлены так, чтобы выдерживать проектное внутреннее давление в трубопроводе.

Отдельные узлы и изготавливаемые детали типа приемников для скребков, коллекторов, измерительных скидов, узлов клиновых задвижек, труб для пересечений (потоков, дорог или железных дорог), стояков и узлов врезки можно предварительно испытывать в соответствии с международными стандартами. Предварительно испытываемые детали необходимо испытывать, по крайней мере, при таком давлении испытания, которое возникало бы при их испытании вместе с трубопроводом.

### 11.2. Безопасность

При проведении испытаний запрещается работать на трубопроводе или рядом с ним с момента начала повышения давления до снижения давления в конце испытания, исключая необходимые для испытания работы.

Во время испытания должны быть установлены предупреждающие знаки, и трасса трубопровода должна охраняться должным образом, чтобы исключить доступ к трубопроводу.

При пневматических испытаниях необходимо принять во внимание при подготовке требований по безопасности, опасность, связанную с накопленной в трубопроводе энергией.

Необходимо обеспечить безопасность населения, строительного персонала, соседних сооружений и защиту окружающей среды при сбросе давления в используемой для испытания среде. Если в качестве среды для испытаний используется воздух или газ, его необходимо стравливать при сниженном и регулируемом давлении.

### 11.3. Процедуры

**11.3.1. Документально зафиксированные процедуры**

Документально зафиксированные процедуры для испытаний на прочность и утечку должны быть подготовлены до начала испытаний и должны включать требования, приведенные в разделе 6.7, и следующее.

- Профиль и длина каждой испытываемой секции с указанием давления испытания в каждой торцевой трубе испытываемой секции.

ПРИМЕЧАНИЕ. Профиль должен указывать сортамент трубы и толщину стенок.

* Меры безопасности.
* Требования к постоянному контролю (см. разделы 11.6 и 11.7).
* Источник и состав воды для испытаний и ее сброс.
* Требования к оборудованию.
* Давление и длительность.
* Оценка результатов испытания.
* Обнаружение течей.

**11.3.2. Связь**

Во время испытаний должна быть обеспечена связь между всеми точками, в которых находятся люди.

**11.3.3. Качество воды**

Вода для испытаний и промывки должна быть чистой и не содержать никаких взвешенных или растворенных веществ, которые могут оказаться вредными для материала труб или внутреннего покрытия (если оно нанесено) либо которые могут образовывать отложения внутри трубопровода. Следует проанализировать образцы воды и принять соответствующие меры, чтобы удалить или ингибировать все вредные вещества. Необходимо учесть возможность внутренней коррозии в соответствии с разделом 9.2 и контролировать внутреннюю коррозию в соответствии с разделом 9.6.2.

**11.3.4. Ингибиторы и присадки**

Если анализ или процедуры, проводимые для используемой при испытании воды, покажут, что необходимы ингибиторы и присадки типа ингибиторов коррозии, раскислителей, биоцидов и красителей, то необходимо принять во внимание возможное взаимодействие между ними и воздействие на окружающую среду при сбросе воды после испытаний. Необходимо также учесть влияние любых таких присадок на материалы во всей системе трубопровода.

**11.3.5. Скорость заполнения**

Заполнение нужно проводить с регулируемой скоростью. Для обеспечения надежной поверхности раздела воздуха с водой и для сведения к минимуму захваченного количества воздуха можно использовать скребки и поршни. Во всех местах, где может быть захвачен воздух, включая корпуса задвижек и обводные трубы, необходимо предусмотреть вентиляцию в процессе заполнения и герметизировать их до начала гидростатических испытаний.

Если трубопровод пересекает участки с резким рельефом, необходимо принять меры, чтобы скребки и поршни не опережали фронт заполнения, и обеспечить безопасность в конце заполняемой секции. Следует предусмотреть систему отслеживания скребка и использовать противодавление для регулирования скорости скребка.

**11.3.6. Содержание воздуха**

Если содержание воздуха может отразиться на точности гидростатических испытаний, необходимо определить содержание воздуха и учесть его при оценке результатов испытаний.

ПРИМЕЧАНИЕ. Оценку содержания воздуха можно проводить с помощью построения графика давления в зависимости от объема во время начального заполнения и повышения давления, пока не получится четкая линейная зависимость.

**11.3.7. Стабилизация температуры**

Перед началом гидростатических испытаний необходимо после заполнения предоставить время для выравнивания температуры воды в трубопроводе с окружающей температурой.

**11.3.8. Температурные эффекты и корреляции**

Должны быть получены корреляции, показывающие влияние изменений температуры на давление испытания, для оценки возможных отличий температуры и давления в начале и в конце испытания.

**11.3.9. Обнаружение течи**

Процедуры поиска и локализации течи должны быть разработаны в рамках процедуры гидростатических испытаний.

### 11.4. Критерии приемки

Испытание под давлением должно отвечать требованиям, приведенным в разделе 6.7.

### 11.5. Испытания после проведения соединения испытанных участков

Сварные швы соединения, которые не должны проходить испытаний на прочность после соединения, необходимо обследовать в соответствии с разделом 10.4.2.с) или другим принятым методом обследования, при невозможности провести радиографию или ультразвуковую дефектоскопию.

Соединения без сварки, которые не проходят испытаний под давлением после их устройства, следует испытывать на утечку в начале эксплуатации при максимально возможном давлении, но не выше МАОР.

### 11.6. Оборудование для испытаний

В оборудование для гидростатических испытаний должно входить следующее.

* Грузопоршневой манометр или другое устройство равноценной точности.
* Манометры.
* Объемометрические устройства.
* Устройства для измерения давления.
* Устройства для регистрации давления и температуры.

Должны иметься действующие сертификаты калибровки, в которых удостоверяется калибровка для конкретного инструмента.

### 11.7. Документация и протоколы испытаний

Протоколы испытаний должны сохраняться в течение всего срока службы системы трубопровода и должны включать следующее.

* Процедуру испытаний.
* Изменения температуры и давления с интервалом в полчаса в течение всего периода испытаний.
* Температуру морской воды, подпочвенного слоя и воздуха, в зависимости от конкретного случая, и погодные условия с интервалом в один час.
* Графики записи давления.
* Данные калибровки приборов для испытаний.
* Имя оператора системы трубопровода.
* Имя лица, ответственного за проведение испытаний.
* Название проводящей испытания компании, если используется.
* Дату и время испытаний.
* Максимальное и минимальное давление испытаний в месте проведения испытания.
* Среду для испытаний.
* Продолжительность испытаний.
* Условия приемки испытаний.
* Описание испытываемого сооружения и устройства для испытания.
* Объяснение и расположение всех перепадов давления, включая сбои при испытании, которые проявляются на графике записи давления.
* Если разность высот испытываемой секции превышает 30 м, профиль трубопровода, указывающий отметки высоты и точки испытания по всей длине испытываемой секции.

### 11.8. Сброс использованной для испытания жидкости

Использованные для испытаний жидкости следует сбрасывать так, чтобы нанести минимальный ущерб населению и окружающей среде.

### 11.9. Защита трубопровода после испытаний

После испытаний нельзя оставлять использованную для испытаний жидкость внутри трубопровода, если только не предусмотрены меры, соответствующие приведенным в разделе 9.2.

Если в районах с холодным климатом в качестве среды для испытания используется вода, необходимо принять меры, чтобы воспрепятствовать замерзанию используемой при испытании воды.

### 12. Наладка и ввод в эксплуатацию

### 12.1. Общие положения

Должны быть введены документально зафиксированные процедуры для наладки и ввода в эксплуатацию. Эти процедуры должны учитывать характеристики жидкости, необходимость изоляции трубопровода от других, присоединенных к нему сооружений и передачу построенного трубопровода стороне, отвечающей за его эксплуатацию.

Процедуры наладки и ввода в эксплуатацию, устройства и жидкости следует подбирать так, чтобы в систему трубопровода не могло ничего попасть, что может оказаться несовместимым с продуктами или с материалами узлов трубопровода.

### 12.2. Процедуры очистки

Необходимо предусмотреть потребность в очистке труб и их узлов кроме тех, которые установлены в разделе 10.8. Может потребоваться дополнительная очистка для удаления следующего.

* Частиц, включая остатки от испытания и прокатную окалину.
* Металлических частиц, которые могут помешать интерпретации результатов автоматизированной очистки.
* Химические остатки от ингибиторов использованной для испытаний водой.
* Внесенные водой для испытаний организмы.
* Строительные устройства типа изолирующих шаров, используемых для врезки.

Процедура очистки трубопровода должна предусматривать следующее.

* Защиту от повреждения узлов трубопровода жидкостями для промывки или устройствами очистки.
* Удаление частиц, которые могут загрязнять продукт.
* Удаление металлических частиц, которые могут влиять на устройства автоматической защиты.

### 12.3. Процедуры сушки

Методы сушки необходимо выбирать, основываясь на потребности в сушке для обеспечения технических условий на качество транспортируемого продукта.

В качестве критерия сушки должна быть принята точка росы для воды. Процедура сушки должна предусматривать следующее.

* Совместимость с техническими условиями для качества транспортируемого продукта.
* Влияние жидкостей и устройств для сушки на материал уплотнения задвижек, внутреннее покрытие трубопровода и другие узлы.
* Возможность коррозии за счет сочетания свободной воды и жидкостей для сушки, особенно коррозионную активность H2S и СО2.
* Удаление воды и жидкостей для сушки из полостей задвижек, отходящих труб и других полостей в системе, в которых может скапливаться эта жидкость.
* Влияние образования гидратов при вводе в эксплуатацию.

ПРИМЕРЫ. К методам сушки относится прокачка с помощью жидкостей и гелей, продувка воздухом или азотом, вакуумная сушка или использование самого транспортируемого продукта.

### 12.4. Функциональные испытания оборудования и систем

В рамках наладки должны быть проведены полные функциональные испытания всего оборудования и систем контроля и управления трубопровода, особенно систем безопасности типа блокировки камер приемки скребка, систем контроля давления и потока и систем аварийного перекрытия трубопровода. Необходимо также предусмотреть проведение приемочных испытаний задвижек трубопровода до подачи транспортируемого продукта, чтобы быть уверенным в их правильной работе.

### 12.5. Документация и протоколы

Протоколы наладки и ввода в эксплуатацию должны храниться и включать следующее.

* Процедуры очистки и сушки.
* Результаты очистки и сушки.
* Протоколы функциональных испытаний систем оборудования для контроля и управления.

### 12.6. Процедуры пуска и подача транспортируемого продукта

Перед подачей транспортируемого продукта в систему трубопровода должны быть подготовлены документально зафиксированные процедуры пуска со следующими требованиями.

* Система должна быть полностью собрана механически и пригодна для работы.
* Все функциональные испытания должны быть проведены и приняты.
* Все необходимые системы безопасности должны быть в рабочем состоянии.
* Должны быть установлены рабочие процедуры.
* Должна иметься система связи.
* Завершенная система трубопровода должна быть официально передана тем, кто отвечает за ее эксплуатацию.

Во время заполнения трубопровода продуктом необходимо регулировать скорость заполнения, и нельзя допускать, чтобы давление продукта превысило допустимые пределы.

ПРИМЕЧАНИЕ. Для некоторых продуктов скорость заполнения может оказаться критически важной, чтобы избежать детонации, расслоения газов, формирования нестабильной запыленной атмосферы и т.п.

Для трубопроводов, транспортирующих жидкости, следует установить противодавление, чтобы избежать гидравлического затвора при заполнении.

В процессе заполнения нужно периодически проводить испытания на утечки.

### 13. Эксплуатация, техническое обслуживание и консервация

### 13.1. Управление

**13.1.1. Задачи и основные требования**

Должна быть разработана и введена система управления, ставящая перед собой следующие задачи.

* Обеспечение безопасной эксплуатации системы трубопровода.
* Обеспечение соответствия проекту.
* Борьба с коррозией.
* Обеспечение эффективного и безопасного проведения технического обслуживания, модификаций и консервации.
* Эффективный отклик на аварии и вводимые изменения.

Система управления должна включать следующее.

* Определение персональной ответственности за управление эксплуатацией и техническим обслуживанием трубопровода и за основные операции.
* Пригодную для поставленных задач организацию.
* Документально зафиксированный план, включающий процедуры эксплуатации и технического обслуживания.
* План мероприятий в аварийной ситуации, включая отказ системы трубопровода и другие аварии.
* Система выдачи письменных разрешений на проведение работ.
* Документально зафиксированный план для регулирования изменений проектных условий.

Кроме того, система управления должна устанавливать требования к профессиональному обучению, связям с третьими сторонами и сохранению протоколов.

Эксплуатация, техническое обслуживание, введение изменений и консервация системы трубопровода должна проводиться в соответствии с этими планами.

Системы управления необходимо время от времени пересматривать в соответствии с практической необходимостью и требованиями, связанными с изменением условий эксплуатации и внешних условий для трубопровода.

**13.1.2. План эксплуатации и технического обслуживания**

План эксплуатации и технического обслуживания должен включать следующее.

* Процедуры регламентной эксплуатации и технического обслуживания.
* Требования к связи для персонала.
* План процедур, охватывающих нерегламентную эксплуатацию и техническое обслуживание.
* Процедуры эксплуатации и технического обслуживания должны включать следующее.
* Персональные задачи и ответственность за определенный участок.
* Необходимые меры безопасности.
* Стыки с другими системами трубопроводов и сооружениями.
* Необходимая информация и ссылки на соответствующие правила и инструкции.

Процедуры, касающиеся стыков с другими системами трубопроводов и сооружениями, должны разрабатываться при консультации с их операторами.

ПРИМЕЧАНИЕ. Инструкции по рекомендуемому содержанию процедур эксплуатации и технического обслуживания приведены в Приложении Е.

**13.1.3. План действий при аварийных ситуациях и авариях**

План действий при аварийных ситуациях и авариях должен определять требования к персоналу и оборудованию для реагирования на аварии и аварийные ситуации и к профессиональной подготовке.

Необходимости периодически испытывать эффективность этого плана с помощью теоретического и практического моделирования аварий и аварийных ситуаций. Моделирование может проводиться совместно с операторами других трубопроводов и сооружений, организациями и лицами, на которые может оказать непосредственное влияние авария или аварийная ситуация или которые участвуют в реагировании.

Необходимо определить и проанализировать причины аварий и аварийных ситуаций на трубопроводе и провести необходимые мероприятия для сведения к минимуму их возможного повторения.

ПРИМЕЧАНИЕ. Инструкции по содержанию аварийных процедур приведены в Приложении Е.

**13.1.4. Система выдачи разрешений на проведение работ**

Система выдачи разрешений на проведение работ должна определять сферу деятельности, на которую она распространяется, лиц, которые могут выдавать разрешения на проведение работ, и лиц, которые несут ответственность за разработку необходимых мер безопасности.

Система выдачи разрешений на проведение работ должна устанавливать следующие требования.

* Профессиональная подготовка и инструкции для выдачи и использования разрешений.
* Проверка эффективности системы выдачи разрешений на проведение работ.
* Предупреждение персонала, занимающегося управлением системой трубопровода, о рабочих мероприятиях и всех связанных с ними требованиях к безопасности.
* Вывешивание разрешений.
* Управление эксплуатацией трубопровода в случае приостановки работ.
* Передача между сменами.

Разрешение на проведение работ должно:

* определять объем, характер, место и время проведения работ,
* указывать возможные опасности и определять необходимые меры безопасности,
* указывать на другие, связанные разрешения на проведение работ,
* устанавливать требования к возобновлению эксплуатации трубопровода,
* устанавливать полномочия для проведения работ.

**13.1.5. Профессиональное обучение**

При необходимости профессиональное обучение персонала должно включать следующее.

* Знакомство с системой трубопровода, оборудованием, возможными опасностями, связанными с флюидом, содержащимся в трубопроводе, и процедуры эксплуатации и технического обслуживания.
* Использование разрешений на проведение работ.
* - Применение защитного и противопожарного оборудования.
* Предоставление первой помощи.
* Реагирование на аварийные ситуации и аварии.

**13.1.6. Связи с другими сторонами**

Необходимо установить и поддерживать контакты с приведенными ниже организациями и лицами.

* Пожарная охрана, полиция, береговая охрана и другие аварийные службы.
* Регламентирующие и законодательные органы.
* Операторы коммунальных инженерных сетей.
* Операторы трубопроводов, которые соединены с данным трубопроводом, пересекают его или проходят в непосредственной близости от него.
* Представители населения, проживающего в непосредственной близости от трубопровода.
* Владельцы и землепользователи участков земли, пересекаемых трубопроводом.
* Третьи стороны, участвующие в любой деятельности, которая может воздействовать на трубопровод или на которую может оказывать влияние трубопровод.

Карты трассы трубопровода должны быть сданы в законодательные органы или организации "по вызову" в зависимости от обстоятельств.

ПРИМЕЧАНИЕ. Организации "по вызову" собирают информацию о подземных сооружениях и после уведомления о строительстве в районе сообщают о наличии таких сооружений. Местное законодательство может устанавливать требования к обращению за информацией об имеющихся подземных сооружениях до начала работ.

**13.1.7. Протоколы**

Протоколы мероприятий по эксплуатации и техническому обслуживанию должны составляться и храниться со следующими целями.

* Для подтверждения, что система трубопровода эксплуатируется и обслуживается в соответствии с планом эксплуатации и технического обслуживания.
* Для предоставления информации, необходимой для анализа эффективности планов эксплуатации и технического обслуживания.
* Для предоставления информации, необходимой для оценки целостности системы трубопровода.

ПРИМЕЧАНИЕ. Инструкции по хранению протоколов приведены в Приложении F.

### 13.2. Эксплуатация

**13.2.1. Контроль параметров продукта**

Процедуры для эксплуатации системы трубопровода должны определять пределы рабочих условий, допустимых по проекту, а также эксплуатационные требования и ограничения для борьбы с коррозией. Для определения, работает ли соответствующим образом система трубопровода, должны быть установлены контролируемые параметры продукта.

Процедуры для эксплуатации системы трубопровода, используемого для нескольких разных продуктов, должны включать требования к детектированию, разделению и предсказанию времени поступления отдельных партий.

Процедуры для эксплуатации системы трубопровода, используемого для нескольких разных продуктов, должны включать требования к борьбе с пробками продуктами в трубопроводе и свободному объему в шлакоуловителе.

Необходимо расследовать и подавать отчету по отклонениям от рабочего плана и принимать меры, чтобы предотвратить повторение таких отклонений.

**13.2.2. Станции и терминалы**

Процедуры эксплуатации станций и терминалов должны включать требования к пуску и отключению оборудования, а также к периодическим испытаниям оборудования, устройств управления, тревожной сигнализации и защиты.

**13.2.3. Очистка скребками**

Процедуры для очистки скребками должны включать следующие требования.

* Проверку, что трубопровод не содержит преград и препятствий для прохождения скребка.
* Регулирование скорости прохода скребка.
* Безопасное изолирование камер приема скребка.
* Меры, принимаемые при непредвиденном заедании скребка.

**13.2.4. Вывод из эксплуатации**

Необходимо предусмотреть вывод из эксплуатации трубопровода, который предполагается не эксплуатировать в течение длительного срока. Продукт следует удалять в соответствии с разделом 13.3.7.

Выведенные из эксплуатации трубопроводы, если они не подлежат утилизации, необходимо обеспечить техническим обслуживанием и катодной защитой.

**13.2.5. Повторный ввод в эксплуатацию**

Необходимо определить состояние выведенной из эксплуатации системы и подтвердить ее целостность до повторного ввода в эксплуатацию.

Заполнение трубопровода должно удовлетворять требованиям раздела 12.6.

### 13.3. Техническое обслуживание

**13.3.1. Программа технического обслуживания**

Необходимо подготовить и выполнять программы технического обслуживания для контроля состояния трубопровода и для получения информации, требующейся для оценки его целостности. При определении требований к контролю состояния необходимо учесть следующие факторы.

* Конструкция системы трубопровода.
* Состояние при завершении строительства.
* Результаты проведенных ранее проверок.
* Прогнозируемое ухудшение состояния трубопровода.
* Неблагоприятные условия на трассе.
* Интервалы между полевыми проверками.
* Требования соответствующих регламентирующих и законодательных органов.

ПРИМЕРЫ. Возможное ухудшение состояния трубопровода включает общую и точечную коррозию, изменение геометрии стенки трубы (типа отклонения от окружности, складок, вмятин и выемок), трещины (типа коррозии под напряжением и усталостных трещин), изменение положения трубопровода, его опор и покрытия и утрату утяжеляющего покрытия.

При получении неблагоприятных результатов типа дефектов, повреждений и неисправности оборудования их необходимо оценить и при необходимости принять меры для сохранения требующейся целостности.

Программы технического обслуживания должны охватывать всю систему трубопровода, включая противопожарное и другое защитное оборудование, подъездные дороги, здания, охранные устройства типа ограждений, барьеров и ворот, средства маркировки трубопровода, его узлы и транспортируемые по нему флюиды, а также предупреждающие знаки. Особое внимание необходимо уделять защите трубопровода и защитному оборудованию.

**13.3.2. Проверка трассы**

**13.3.2.1. Общие положения**

Трассу трубопровода, включая полосу отчуждения наземного трубопровода, необходимо периодически патрулировать и обследовать, чтобы выявлять факторы, которые могут нанести ущерб безопасности и помешать эксплуатации системы трубопровода. Результаты обследования должны регистрироваться и контролироваться.

**13.3.2.2. Наземные трубопроводы**

Необходимо поддерживать полосу отчуждения для обеспечения необходимого доступа к трубопроводу и связанным с ним сооружениям. Необходимо поддерживать предупреждающие знаки трубопровода, чтобы всегда была четко определена трасса трубопровода. При необходимости следует установить дополнительные знаки на участках, где проведены новые расширения системы.

Обследование должно указывать:

* обводнение,
* механические повреждения наземных и открытых секций трубопровода и течи,
* деятельность третьих сторон,
* изменения землепользования,
* пожары,
* добычу минерального сырья и шахтные работы,
* движения грунта,
* эрозию почвы,
* состояние пересечения водных преград, включая достаточность покрытия, накопление мусора, повреждения при затоплении или буре.

Требования к проверке трассы морского трубопровода, приведенные в разделе 13.3.2.3, распространяются на секции наземного трубопровода, которые пересекают крупные реки и широкие устья.

**13.3.2.3. Морские трубопроводы**

При обследовании трубопровода и прилегающего дна моря необходимо установить:

* механические повреждения трубопровода, включая течи,
* признаки смещения трубопровода,
* степень обрастания,
* состояние прилегающего морского дна, включая присутствие посторонних предметов,
* длину любых безопорных пролетов,
* степень любой потери покрытия на заглубленных или защищенных участках,
* степень утери любого утяжеляющего покрытия,
* степень эрозии берега или отложения веществ,
* надежность крепления трубопровода, включая аноды и зажимы отводящих трубопроводов.

**13.3.3. Механическое состояние трубопровода**

**13.3.3.1. Борьба с коррозией**

Программа технического обслуживания должна включать требования к контролю коррозии, введенные для борьбы с коррозией в соответствии с разделом 9.

Необходимо периодически проверять качество и характеристики ингибиторов коррозии, чтобы подтвердить их эффективность.

**13.3.3.2. Неблагоприятные условия в грунте и вибрация**

Необходимо ввести надзор на участках с неблагоприятными грунтовыми условиями, как это указано в разделе 6.10.

Необходимо ввести процедуры, которые охватывают защиту всех трубопроводов и связанных с ними сооружений вблизи места проведения взрывов или других работ, приводящих к колебаниям грунта, которые могут нарушить целостность трубопровода. В таких процедурах должно быть указано максимально допустимое воздействие на трубопровод.

**13.3.4. Определение и обследование течи**

Необходимо периодически обследовать и испытывать характеристики системы детектирования течи, чтобы подтверждать ее соответствие требованиям, приведенным в разделе 5.5. Следует вести регистрацию сигналов тревоги и течей в помощь анализу эксплуатационных характеристик. При необходимости следует проводить обследования течи. Выбранный характер обследования должен обеспечивать определение наличия представляющей потенциальную опасность течи.

**13.3.5. Сооружения, оборудование и опоры трубопровода.**

**13.3.5.1. Наземные нитки труб и воздушные переходы**

Для наземных ниток труб и трубных опор необходимо проверять степень коррозии, механическую целостность, устойчивость и разрушение бетона.

Необходимо постоянно сохранять защиту от повреждения, предназначенную для ограничения доступа к наземным трубопроводам.

**13.3.5.2. Задвижки**

Необходимо периодически проверять задвижки, проверяя их работу. Если потребуется открыть задвижку трубопровода на весь рабочий ход, необходимо учесть допустимое падение давления на задвижке.

Задвижки с дистанционным управлением и исполнительные устройства следует испытывать дистанционно, чтобы проверить правильную работу всей системы.

Нужно периодически проверять и испытывать сосуды высокого давления, принадлежащие исполнительным устройствам задвижек.

**13.3.5.3. Защитные устройства**

Нужно периодически проверять и испытывать защитные устройства, включая исполнительные устройства, связанные с ними КИП и системы управления. Проверка и испытания должны включать:

* состояние,
* проверку правильной установки и защиты,
* правильную регулировку и включение,
* проверку на течь.

ПРИМЕРЫ. Защитные устройства включают регулирование давления и защиту от превышения давления, изоляцию при аварийном перекрытии, быстро соединяемые и разъединяемые штуцеры, устройства контроля уровня в резервуарах-хранилищах и т.п.

Нужно периодически проверять и испытывать задвижки аварийного перекрытия, включая исполнительные устройства и систему управления, чтобы удостовериться, что вся система правильно работает и что течь уплотнения задвижки находится в допустимых пределах.

Особое внимание следует уделять устройствам контроля уровня в резервуарах-хранилищах и предохранительным клапанам на резервуарах-хранилищах высокого давления.

**13.3.5.4. Камеры приема скребка и фильтры**

Камеры приема скребка и фильтры с быстро открываемыми заглушками вместе с приданным им оборудованием необходимо поддерживать в рабочем состоянии, обращая особое внимание на механизм закрытия заглушки, который необходимо периодически испытывать.

Временные или передвижные камеры приема скребка перед использованием следует проверять на наличие у них механических повреждений, которые могли возникнуть при транспортировке и монтаже.

**13.3.5.5. КИП**

КИП, системы телеметрии и сбора данных, системы индикации и хранения информации, критические для безопасной эксплуатации трубопровода, необходимо осматривать, испытывать, обслуживать и калибровать.

Процедуры технического обслуживания должны охватывать контроль временно отключенных или шунтированных приборов для технического обслуживания или иных целей.

**13.3.5.6. Стояки трубопровода**

Необходимо периодически проверять стояки трубопровода морских сооружений, обращая особое внимание на секции в зоне периодического смачивания. Эта проверка должна охватывать следующее.

- Состояние трубы стояка, включая любое уменьшение толщины стенки, особенно под зажимами и направляющими стояка.

- Состояние противоударной, противопожарной защиты, защитных покрытий, плакирования и установленных анодов.

* Состояние фланцев и муфт стояка.
* Состояние креплений и расположение зажимов и использованных опорных конструкций.
* Изменение положения стояка.
* Степень обрастания.
* Защита от коррозии использованных J-образных труб и кессонов.

**13.3.5.7. Закладные муфты и обсадные трубы трубопровода**

Проверка секций трубопровода в закладных муфтах и обсадных трубах должна охватывать:

* состояние трубопровода и закладной муфты или обсадной трубы,
* электрическую изоляцию между трубопроводом и закладной муфтой или обсадной трубой,
* течь в находящиеся под давлением системы закладной муфты или обсадной трубы либо из них.

**13.3.5.8. Резервуары-хранилища и танки**

Проверка резервуаров-хранилищ и танков, находящихся под атмосферным или повышенным давлением, должна включать следующее.

* Устойчивость фундамента.
* Состояние днища, оболочки, трапов, крыши и уплотнений резервуара.
* Оборудование вентиляционных и предохранительных клапанов.
* Состояние брандмауеров и обваловки или канав для резервуара.
* Состояние и засорение дренажных линий.

**13.3.5.9. Трубопроводы в арктических условиях**

Проверка трубопровода в арктических условиях должна включать:

* требования к надзору, определенные в соответствии с разделом 6.10,
* проверку и надзор перед и после весеннего разрушения льда для контроля вспучивания при замерзании и эрозии при затоплении,
* периодические проверки и надзор за трубами на участках, подверженных вибрации под действием ветра, с особым вниманием к кольцевым сварным соединениям.

Процедуры должны включать требования к удалению снега с конструкций, на которых может накапливаться много снега в результате снегопадов.

**13.3.6. Дефекты и повреждения трубопровода**

**13.3.6.1. Первые действия**

При сообщении о дефекте или повреждении давление в трубопроводе необходимо поддерживать на уровне, на котором она находилась при первом сообщении о дефекте или повреждении, либо ниже этого уровня.

Компетентный специалист должен провести предварительную оценку, и при обнаружении любых опасных условий необходимо немедленно принять необходимые меры.

**13.3.6.2. Осмотр, проверка и оценка дефектов**

При подготовке к осмотру и осмотре поврежденных трубопроводов, находящихся под давлением, необходимо проявлять осторожность в связи с возможностью неожиданной поломки. Следует предусмотреть снижение рабочего давления в трубопроводе до наружного давления, например, при проведении водолазами осмотра подводного трубопровода или до уровня напряжений, которые не могут привести к разрыву трубопровода.

Для оценки дефектов и повреждений трубопровода должны быть введены специальные процедуры.

Дефекты и поврежденные, допустимые по техническим условиям первоначального изготовления и строительства, могут оставаться в трубопроводе, не требуя никаких мер.

Для других дефектов необходимо провести дополнительную оценку, чтобы определить их приемлемость или требуемое снижение давления, ремонт либо другие меры по их устранению. При такой оценке можно анализировать следующее.

- Данные проверок и измерений, включая ориентацию дефекта и его близость к другим особенностям типа сварных швов и околошовных зон.

* Данные исходного проекта и технических условий изготовления.
* Фактические механические и химические свойства материала трубы.
* Возможные режимы разрушения.
* Возможный рост дефекта.
* Эксплуатационные параметры и параметры внешней среды, включая влияние прохождения скребка.
* Последствия разрушения.
* При возможности, постоянный контроль дефекта.

**13.3.7. Реконструкция и ремонт трубопровода**

**13.3.7.1. Общие положения**

Процедуры ремонта должны охватывать выбор способа ремонта и проведение ремонта. Ремонт должен восстанавливать требуемую целостность трубопровода в месте дефекта или повреждения.

ПРИМЕЧАНИЕ. Дефекты и повреждения трубопровода можно разделить на группы с общим названием, включающие дефекты стенки трубы (типа трещин, в том числе, трещины, вызванные коррозией под напряжением и усталостью, вмятины, выемки, коррозию, дефекты сварного шва, расслоение), дефекты покрытия трубы (типа утраты обмотки или бетонного покрытия), утрату опоры (типа безопорных пролетов трубопровода) и смещения трубы (типа выгибания при вспучивании грунта, выгибание при замерзании и оползни, которые могут также приводить к выгибанию, вмятинам и трещинам).

**13.3.7.2. Отключение трубопровода**

При выборе способа отключения следует учитывать следующее.

* Опасность, связанную с продуктом.
* Обеспечение необходимого использования системы трубопровода.
* Продолжительность проведения работ.
* Потребность в "резервировании" системы отключения.
* Возможное воздействие на материал трубопровода.
* Изоляцию присоединенных вентиляционных каналов, дренажных каналов, трубок для КИП и глухих ответвлений.

ПРИМЕРЫ. Для отключения можно применять такие методы как съемные золотники, очковые заглушки, клапаны, замораживание трубы или блокировка с помощью замораживания, заглушка линии, скребки с высоким трением, пробки из инертного продукта.

**13.3.7.3. Вентиляция и сжигание в факеле**

При планировании участка вентиляции или факела необходимо учитывать следующие опасности и ограничения.

* Удушающее действие газов вентиляции.
* Воспламенение газов блуждающими токами, статическим электричеством и другими возможными источниками возгорания.
* Пределы для уровня шума.
* Опасность для движения воздушных судов, особенно вертолетов, вблизи морских сооружений и терминалов.
* Образование гидратов.
* Замерзание клапанов.
* Воздействие, вызывающее охрупчение стальных труб.

**13.3.7.4. Слив**

Жидкости можно откачивать или выталкивать из трубопровода, используя воду или инертный газ. При планировании слива необходимо учесть следующие опасности и ограничения.

* Удушающее действие инертного газа.
* Защита устройств приема от превышения давления.
* Слив из полостей клапанов, глухих ответвлений и т.п.
* Направление в отходы продукта и загрязненной воды из трубопровода.
* Эффекты плавучести, если для вытеснения жидкости используется газ.
* Эффекты сжатия, приводящие к воспламенению паров продукта.
* Горючесть продукта при повышенном давлении.
* Случайный пуск прихваченного скребка за счет накопленной энергии при использовании инертного газа.

**13.3.7.5. Продувка**

При подготовке к продувке необходимо учесть следующие опасности и ограничения.

* Удушающее действие газа продувки.
* Сведение к минимуму объема горючих и токсичных продуктов, сбрасываемых в окружающую среду.
* Воспламенение, загрязнение продукта и способствующие коррозии условия при последующей подаче продукта.

**13.3.7.6. Холодная резка или сверление**

Процедуры для холодной резки и сверления должны устанавливать требования для предотвращения случайного выпуска или воспламенения продукта и других опасных условий.

При возможности, следует изолировать секцию трубопровода, на которой должны проводиться работы, и сбросить из нее давление с помощью вентиляции, подачи в факел или слива и продувки.

На любой предполагаемый разрыв в электропроводящем трубопроводе перед его осуществлением следует установить временную перемычку, обеспечивающую непрерывность цепи.

**13.3.7.7. Горячие работы**

Перед проведением горячих работ на эксплуатируемом трубопроводе необходимо учесть следующее.

* Возможные физические и химические реакции, включая сгорание продукта трубопровода и его остатков.
* Тип, свойства и состояние материала трубопровода и толщину стенки в месте проведения горячих работ.
* Возможную коррозию трубы и сварных швов.

Процедуры сварки необходимо утвердить, а также необходимо подтвердить и проверить аттестацию сварщиков перед началом сварочных работ.

Необходимо контролировать давление, температуру и скорость течения продукта по трубопроводу и поддерживать их в пределах, установленных в утвержденной процедуре сварки.

Все сварные швы должны пройти необходимую проверку во время сварки и после нее.

Следует предусмотреть проверку на течь сварных швов соединительных муфт, седел, подушек упрочнения и всей связанной с ними арматуры до подачи продукта.

### 13.4. Изменение проектных условий

**13.4.1. Контроль изменений**

План контроля изменений должен определять требования для последующих документально зафиксированных процедур, предназначенных для введения изменений в проектные условия.

До введения изменений в проектные условия необходимо показать, что пересмотренная система трубопровода отвечает требованиям данного стандарта, включая увеличение МАОР и замену продукта. Документация, требующаяся по данному стандарту, должна быть пересмотрена, чтобы отразить измененные проектные условия.

**13.4.2. Рабочее давление**

Увеличение МАОР может потребовать дополнительных гидростатических испытаний, проверки, дополнительного обследования катодной защиты и других мер, чтобы выполнить требования данного стандарта. При увеличении рабочего давления его нужно поднимать регулируемым способом, чтобы предоставить достаточно времени для контроля системы трубопровода.

Если номинальные параметры трубопровода по давлению снижаются, и такое давление в последующем нельзя снова подать в трубопровод, то необходимо сохранять точные данные и подтверждающие расчеты для регистрации изменений.

**13.4.3. Изменения назначения**

Перед изменением назначения, включая замену продукта, необходимо показать, что проект и обеспечение целостности трубопровода годится для предполагаемых новых задач. Перед проведением замены назначения необходимо провести подробный анализ данных для трубопровода после окончания строительства, эксплуатационных данных и данных по техническому обслуживанию. Анализ следует проводить для следующих данных.

* Исходный проект трубопровода, строительство, проверка и испытания. Следует обращать особое внимание на использованные процедуры сварки, другие методы соединения, материалы наружного и внутреннего покрытия, а также труб, задвижек и других узлов.
* Все имеющиеся протоколы по эксплуатации и техническому обслуживанию, включая мероприятия для борьбы с коррозией, проверки, введение изменений, аварии на трубопроводе и ремонт.

**13.4.4. Новые пересечения и предприятия**

При пересечении трубопроводом новой дороги, железной дороги или другого трубопровода необходимо показать соответствие с требованиями прочности, приведенными в разделе 6.4. Нужно изучить влияние нового пересечения на существующую систему катодной защиты.

Необходимо оценить возможное воздействие новых предприятий вблизи трубопровода.

**13.4.5. Перемещение эксплуатируемого трубопровода**

При планировании перемещения эксплуатируемого трубопровода необходимо провести следующий анализ и приготовления.

* Анализ нагрузок на трубопровод, показывающий, что трубопровод можно перемещать без превышения допустимых напряжений.
* Подтверждение принятых для трубопровода параметров и состояние трубопровода.
* Подготовка процедур, которые должны задавать условия эксплуатации трубопровода при его перемещении, меры при непредвиденных обстоятельствах и меры безопасности для защиты персонала, населения и окружающей среды.

**13.4.6. Испытание реконструированного трубопровода**

Все сборные узлы трубопровода, включая секции, должны пройти испытания под давлением в соответствии с разделом 6.7 или (перед установкой на трубопровод).

Для механических соединений в работающих под давлением узлах трубопровода, которые были отсоединены или нарушены, нужно, как минимум, провести испытание на течь. При испытании в соединениях не должно быть признаков течи.

В качестве среды для испытания под давлением на месте для снижения возможного риска следует использовать:

а) воду,

б) обычный продукт трубопровода (если он жидкий),

в) инертный газ типа азота (при возможности с изотопным индикатором),

г) обычный продукт трубопровода (если он газообразный).

Модификации с использованием сварных врезок необходимо проверять в соответствии с разделом 11.5, если для них не проводятся испытания под давлением. Трубы малого диаметра и вторичная трубная обвязка (см. раздел 7.8.2) следует испытывать для проверки целостности всех соединений и швов после проведения любых работ, которые могут нарушать положение труб в пространстве.

### 13.5. Консервация

Системы трубопроводов, для которых планируется консервация, необходимо вывести из эксплуатации в соответствии с разделом 13.2.4 и отсоединить от других частей трубопроводной системы, которые остаются в эксплуатации.

Законсервированные секции трубопровода нужно оставлять в таком состоянии, чтобы они не представляли никакой опасности.

### Приложение А

### (нормативное)

### Оценка безопасности трубопровода

**A.1. Введение**

В этом приложении приведены инструкции по планированию, проведению и документальному подтверждению оценки безопасности трубопровода, требующейся в разделе 6.2.1.2.

Это приложение относится, в основном, к оценке воздействия потерь продукта на безопасность населения. Однако принципы этого приложения можно использовать и для других оценок безопасности.

**А.2. Общие требования**

Оценку безопасности следует проводить с помощью заданной последовательности операций, и на рис.А.1 показана последовательность операций, которой можно следовать.

Оценка безопасности должна показать, что трубопровод спроектирован, построен и эксплуатируется в соответствии с требованиями к безопасности данного стандарта.

Уровень детализации оценки и используемые методы должны соответствовать целям оценки.

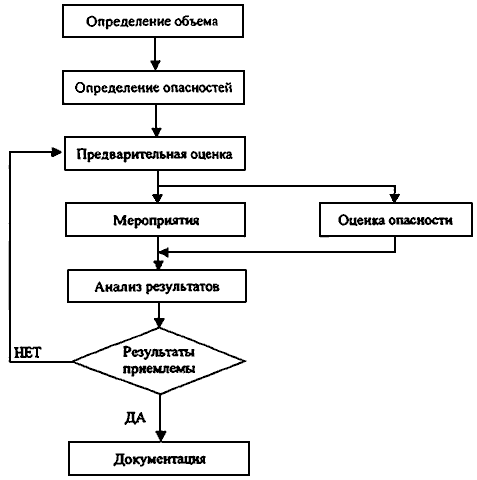
В период эксплуатации трубопровода следует проводить дополнительные оценки безопасности в случае изменений состояния трубопровода, окружающей трубопровод среды и других обстоятельств, которые заставят прийти к выводу, что проведенная ранее оценка недействительна.

Оценку безопасности должны проводить лица, обладающие необходимым специальным техническим образованием и опытом в области безопасности.

**А.3. Определение объема**

Должен быть определен и сформулирован объем оценки, чтобы обеспечить основу для разработки плана оценки безопасности. Этот объем должен включать, как минимум, следующее.

* Обоснования для проведения оценки и конкретные задачи.
* Задание оцениваемого трубопровода.
* Задание окружающей среды, то есть, населения и деятельности вблизи трубопровода.
* Определение мер, которые практически применимы и эффективны для устранения или снижения вредного влияния на безопасность населения.
* Описание сценариев опасности и ограничений для проведения оценки.
* Определение требуемого результата.



**Рисунок А.1. - Оценка безопасности**

**А.4. Определение опасностей и предварительная оценка**

Необходимо определить сценарий реализации опасности с возможной утратой продукта вместе с его первичными причинами. Это может включать:

* ошибки проектирования, строительства и эксплуатации,
* отказ материалов или узлов,
* разрушение в результате коррозии или эрозии, приводящее к снижению толщины стенки,
* деятельность третьей стороны,
* природные бедствия.

Методы, применяемые для определения опасности, могут включать анализ контрольного перечня и архивные данные по авариям, мозговой штурм и изучение опасностей и работоспособности.

Предварительная оценка значительности выявленных опасностей должна быть проведена на основе вероятности их появления и оценки возможных последствий.

Эта стадия оценки должна привести к приведенной ниже последовательности действий для каждой выявленной опасности.

* Ограничение оценки в связи с незначительной вероятностью появления или последствиями опасности.
* Рекомендуемые меры для устранения или снижения опасности до допустимого уровня.
* Оценка риска.

**А.5. Оценка опасности**

**А.5.1. Общие положения**

Оценка опасности должна обеспечить получение меры уровня воздействия конкретной опасности на безопасность населения. Оценки могут быть выражены в количественной или качественной форме и определяться частотой появления, последствиями, риском или сочетанием этих факторов в зависимости от того, что требуется для целей анализа безопасности.

При описании воздействия необходимо объяснить все используемые термины. Оценка воздействия не должна быть приведена с уровнем точности, который не согласуется с точностью информации и использованных методов анализа.

Необходимо рассмотреть влияние на безопасность населения опасностей, которые определены как существенные на стадии выявления опасности, и установленные выгоды от предлагаемых мер по ее воздействия.

**А.5.2. Анализ частоты возникновения опасностей**

Вероятность утери продукта для каждой из выявленных опасностей необходимо определить с помощью таких подходов как:

* использование соответствующих архивных данных,
* определение частоты событий с помощью способов типа режима разрушения и анализа эффектов,
* здравый смысл, опыт.

**А.5.3. Анализ последствий**

При оценке возможного воздействия утери продукта следует принимать во внимание следующее.

* Характер продукта, то есть, горючий, токсичный, химически активный и т.п.
* Конструкцию трубопровода.
* Его прокладку по поверхности земли или с заглублением.
* Окружающие условия.
* Размер отверстия или разрыва.
* Меры борьбы со снижением степени удерживания, включая определение течи и использование изолирующих задвижек.
* Пути выхода продукта.
* Распространение продукта и вероятность возгорания или образование гремучей смеси.
* Возможный сценарий аварии после утери продукта, который может включать:

1) ударную волну после выпуска продукта,

2) горение или взрыв после возгорания,

3) токсическое воздействие или удушающий эффект.

* Уровень воздействия и предполагаемый эффект.

**А.5.4. Расчет риска**

Риск представляет собой воздействие, определенное по частоте появления и последствиям выявленной опасности.

Риск должен быть определен в наиболее подходящих терминах для отдельных лиц или населения и может быть в зависимости от конкретного случая выражен качественно или количественно. Необходимо указать полноту и точность рассчитанного риска и влияние неопределенности или использованных предположений на последствия.

**А.6. Рассмотрение результатов**

Результаты выявления опасности, предварительной оценки и оценки риска необходимо сравнить с требованиями для безопасности, чтобы продемонстрировать их соответствие.

**А.7. Документация**

Документация по оценке безопасности трубопровода должна, как минимум, включать следующее:

* оглавление,
* краткое содержание,
* задачи и объем,
* требования безопасности,
* ограничения, предположения и обоснование гипотез,
* описание системы,
* анализ методов,
* результаты определения опасности,
* описание модели с предположениями и подтверждениями,
* данные и их источники,
* влияние на безопасность населения,
* чувствительность и неопределенность,
* обсуждение результатов,
* заключение,
* ссылки.

### Приложение В

### (нормативное)

### 

### Дополнительные требования к безопасности трубопровода для населения

### для наземных трубопроводов, транспортирующих продукты категории D и Е

**B.1. Задачи**

В этом приложении приведены специальные дополнительные требования для максимальных кольцевых напряжений и испытаний под давлением для наземных трубопроводов с продуктами категории D и Е. Приложение распространяется на трубопроводы в тех местах, где не действуют специальные требования для защиты и безопасности населения.

**В.2. Классификация местоположения**

Местоположение трубопровода классифицируют в зависимости от плотности населения и концентрации людей в соответствии с табл.B.1.

Существенным фактором, влияющим на поломки трубопроводов, служит повреждение, вызванное деятельностью третьей стороны вдоль трубопровода. Определение классов расположения на основе деятельности человека дает исходную информацию для оценки степени подверженности линии повреждениям и последующего ее влияния на безопасность населения.

**Таблица B.1. - Классы местоположения**

|  |  |
| --- | --- |
| #G0Класс местоположения | Описание |
| 1 | Местоположение, в котором редко осуществляется деятельность человека при отсутствии постоянного населения. Класс местоположения 1 должен отражать условия в труднодоступных районах типа районов пустынь и тундры. |
| 2 | Местоположение с плотностью населения менее 50 человек на квадратный километр. Класс местоположения 2 должен отражать условия в таких районах как пустоши, пастбища, обрабатываемые земли и другие малонаселенные районы. |
| 3 | Местоположение с плотностью населения 50 человек на квадратный километр и более, но менее 250 человек на квадратный километр с множеством жилых зданий, с гостиничными и административными зданиями, где обычно собирается не более 50 человек, и с редкими зданиями промышленного назначения. Класс местоположения 3 должен отражать условия в районах с плотностью населения, промежуточной между классом местоположения 2 и классом местоположения 4, типа пригородной зоны вокруг крупных и мелких городов, района скотоводческих хозяйств и загородных поселков. |
| 4 | Местоположение с плотностью населения 250 человек на квадратный километр и более, исключая районы с классом местоположения 5. Класс местоположения 4 должен отражать условия в районах типа пригородных поселков, жилых районов, промышленных районов и других населенных районов, не подпадающих под класс местоположения 5. |
| 5 | Местоположение в районах с основной многоэтажной застройкой (здания высотой в четыре и более этажа над уровнем земли) и плотным или интенсивным дорожным движением, в которых под землей может находиться множество других инженерных сетей. |

**В.3. Плотность населения**

Плотность населения, выражаемая как число людей на квадратный километр, должна определяться с помощью введения зон вдоль трассы трубопровода, для которых осевая линия трубопровода будет служить центральной линией и которые имеют ширину:

* 400 м для трубопроводов, транспортирующих продукты категории D, и
* определяемую для трубопроводов с продуктами категории Е с учетом степени последствий для населения разлива продукта, но не менее 400 м.

ПРИМЕЧАНИЕ. Ширина зоны может иметь другое значение при условии получения характерных значений для плотности населения, если половина ширины зоны не меньше расстояния воздействия разлива продукта.

Эти зоны затем случайным образом делят на секции 1,5 км длиной так, чтобы отдельные участки включали максимальное число зданий, в которых могут находиться люди. Для этой цели каждая отдельная жилая единица в здании с несколькими жилыми единицами должна считаться отдельным зданием, в котором могут находиться люди.

Длину случайно выбранных секций можно уменьшить, если имеются основания считать, что существуют физические барьеры или другие факторы, которые ограничивают протяженность участков с большей плотностью населения общей длиной менее 1,5 км.

Измерение плотности населения должно основываться на прямом подсчете числа проживающих людей или обследовании обычно населенных жилых единиц и должно включать помещения, в которых люди собираются на значительные отрезки времени, типа школ, общественных зданий, больниц и территории промышленных предприятий.

Расположение и число жилых единиц и помещений необходимо определять по имеющимся крупномасштабным планам и/или данным аэрофотосъемки, а также при необходимости полевой съемки. Населенность жилых единиц можно определять по данным переписи, если такие данные имеются.

При определении плотности населения необходимо определить и учесть возможное увеличение плотности населения и повышение уровня деятельности человека в связи с планируемым на будущее развитием.

**В.4. Скопления людей**

Дополнительно необходимо предусмотреть возможные последствия аварии около скоплений людей типа церквей, школ, многоквартирных домов, больниц или зон отдыха организованного типа для классов местоположения 2 и 3.

Если сооружение не используется изредка, то дополнительные требования класса местоположения 4 должны распространяться и на трубопроводы с классом местоположения 2 и 3, когда они проходят вблизи мест сбора населения или скопления людей типа церквей, школ, многоквартирных домов, больниц или зон отдыха организованного типа.

ПРИМЕЧАНИЕ. Скопления людей, о которых говорится выше, должны относиться к группам в 20 и более человек на открытых участках или в зданиях.

**В.5. Максимальное окружное напряжение**

Коэффициенты безопасности для окружных напряжений, приведенные в табл.1, для определения максимального допустимого напряжения в соответствии с разделом 6.4.2.2 следует заменить коэффициентами из табл.В.2.

**Таблица В.2. - Коэффициенты безопасности для окружных напряжений**



|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Категория продукта | D | Е | D и Е | | | |
| Класс местоположения | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Основная трасса | 0,83 | 0,77 | 0,77 | 0,67 | 0,55 | 0,45 |
| Пересечение и параллельная прокладка |  |  |  |  |  |  |
| * с второстепенными дорогами | 0,77 | 0,77 | 0,77 | 0,67 | 0,55 | 0,45 |
| * с главными дорогами, железными дорогами, каналами, реками, противопаводковыми дамбами и озерами | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 0,55 | 0,45 |
| Приемные камеры для скребка и множественные шлакоуловители | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 0,55 | 0,45 |
| Камеры для скребков на станциях и терминалах | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 0,55 | 0,45 |
| Специальные конструкции типа готовых узлов и трубных эстакад | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 0,55 | 0,45 |
| Описание пересечений и параллельной прокладки см. в разделе 6.9. | | | | | | |

**В.6. Требования к испытаниям под давлением**

Минимальное давление в трубопроводе при его испытании на прочность необходимо увеличить от 1,25 до 1,40 МАОР для трубопроводов с классом местоположения 4 и 5.

### Приложение С

### (справочное)

### Процесс выбора трассы трубопровода

# C.1. Пределы

Географические пределы, в которых производится выбор трассы трубопровода, следует определять, задавая точку начала трубопровода, конечную точку трубопровода и промежуточные фиксированные точки. Эти точки необходимо нанести на планы с соответствующим масштабом, охватывающие весь участок, для дальнейшего анализа в процессе выбора трассы.

# С.2. Ограничения

Необходимо определить существующие и прогнозируемые ограничения для выбора трассы (см. раздел 6.2.1), возникающие на рассматриваемом участке, в помощь выбору между разными вариантами трассы. Определенные ограничения следует нанести на карты с соответствующим масштабом с учетом сложности рельефа местности и собранной информации. Затем для разработки трассы следует выбрать возможные коридоры прокладки.

# С.3. Предпочтительные коридоры прокладки

При выборе предпочтительных коридоров трассы следует учесть все технические факторы и факторы, связанные с окружающей средой и техникой безопасности, которые могут оказаться существенными при прокладке и эксплуатации системы трубопровода. Следует отметить, что самый короткий коридор не обязательно оказывается самым подходящим.

# С.4. Деталировки прокладки

До принятия предполагаемой трассы в выбранном коридоре прокладки следует провести теоретическое изучение, консультации и экспертный осмотр, используя всю опубликованную информацию.

Перед окончательным выбором трассы следует провести обследование земель и окружающей среды, которое должно охватывать достаточную ширину и глубину вокруг предполагаемой трассы и обладать достаточной точностью для выявления всех особенностей, которые могут оказать отрицательное влияние на прокладку и эксплуатацию трубопровода. Это должно сочетаться с дальнейшими подробными консультациями со всеми заинтересованными третьими сторонами и просмотром трассы, если это необходимо.

Необходимо изучить деятельность третьих сторон вдоль трассы трубопровода и связанные с этим вопросы безопасности.

Из протоколов, с карты, по результатам физических обследований следует собрать полный набор данных для проектирования, строительства, а также для обеспечения безопасной и надежной эксплуатации трубопровода. Выбранная трасса должна быть зафиксирована в необходимом масштабе на совмещающихся листах. Следует указать координаты всех важных точек, включая опорные точки, точки пересечений, точки начала и конца поворота. Необходимо нанести контурные линии с интервалами, достаточными для целей проектирования, особенно для стадий прокладки и эксплуатации, и следует предусмотреть потребность в вертикальном профиле трассы.

# Приложение D

# (справочное)

# Примеры факторов, учитываемых для выбора трассы

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| #G0Фактор | Наземный трубопровод | Морской трубопровод |
| Безопасность | См. приложение А | См. приложение А  Размещение жилья для персонала |
| Окружающая среда | Экологически уязвимые районы:  - районы видовых площадок,  - районы археологических раскопок,  - районы пейзажных парков,  - районы заказников,  - природные ресурсы типа районов водосбора, водоемов и лесов,  - водоносные зоны и источники снабжения питьевой водой. | Экологически уязвимые районы:  - районы, представляющие особый научный интерес,  - районы с охраняемой природой,  - районы, представляющие археологический интерес,  - морские парки. |
| Сооружения | Трубопроводы  Подземные и наземные сети  Туннель | Трубопроводы  Кабели  Подводные конструкции и устья скважин  Конструкции для защиты побережья |
| Деятельность третьей стороны | Землепользование  Добыча минералов  Шахты  Военные зоны | Морские пути  Якорные стоянки  Зоны отдыха  Рыболовство  Разведка и добыча  Драгирование и отвалы  Военные маневры  Разгрузка на платформы  Причалы |
| Внешние условия | Геотехнические условия:  - неровный рельеф, обнажения и оседания,  - неустойчивость типа сброса и трещин,  - мягкий и заболоченный грунт,  - коррозионные свойства грунта,  - скальный и твердый грунт,  - поймы,  - сейсмические районы,  - районы болот и вечной мерзлоты,  - участки оползней, проседания и неравномерной усадки грунта,  - участки засыпки и отвалы для отходов, включая загрязненные болезнетворными организмами и радиоактивностью.  Гидрографические условия | Геотехнические условия:  - неровный рельеф, обнажения и оседания,  - сейсмические районы,  - крутые уклоны,  - неустойчивое морское дно,  - мягкие отложения и перенос отложений,  - присутствие подповерхностных газов,  - эрозия береговой линии,  - смещение береговой линии,  - сильные придонные течения.  Гидрографические условия |
| Строительство и эксплуатация | Доступ  Ширина рабочей зоны  Инженерные сети  Доступность и сброс воды при испытаниях  Пересечения  Материально-техническое обеспечение | Максимальный подход по глубинам  Минимальный экономичный радиус прокладки  Якорные стоянки судов  Подход к платформе и подводному устью скважины  Врезки  Подход к берегу и способы выхода на берег  Пересечения  Материально-техническое обеспечение |

### Приложение Е

### (справочное)

### 

### Объем процедур для эксплуатации, технического обслуживания

### и аварийных ситуаций

# E.1. Эксплуатационные процедуры

Эксплуатационные процедуры могут включать описание следующего.

* Организация с указанием ответственных лиц.
* Система трубопровода, включая насосно-перекачивающие станции, терминалы, резервуарные парки, платформы и другие сооружения.
* Возможные транспортируемые продукты.
* Условия эксплуатации системы трубопровода, включая ограничения и допустимые отклонения от этих ограничений.
* Функции управления и связи.
* Система контроля трубопровода и возможные способы определения течи.
* Процедуры для морских работ (если требуются).
* Процедуры составления графика и диспетчерского управления.
* Процедуры очистки скребками и их назначение.
* Ссылки на сопроводительную документацию, например, разрешения на проведение работ, документацию изготовителя, чертежи, карты и т.п.
* Координация с третьими сторонами.
* Чертежи, показывающие границы системы трубопровода и пределы владения и распоряжения участками для всей системы трубопровода.
* Процедуры сброса в атмосферу и сжигания в факеле.
* Требования соответствующих законодательных и регламентирующих органов.

# Е.2. Процедуры технического обслуживания

Процедуры технического обслуживания могут включать описание следующего.

* Организация с указанием ответственных лиц.
* Система трубопровода, включая насосно-перекачивающие станции, терминалы, резервуарные парки, платформы и другие сооружения.
* Технические условия для регламентов, проверок и технического обслуживания, а также инструкции для всех элементов системы трубопровода.
* Ссылки на приданные руководства и документацию, например, документацию изготовителя и систему выдачи разрешений на проведение работ.
* Сопроводительные чертежи и карты трассы.
* Организация складов и снабжения запасными частями.
* Для некоторых типов ремонта и введения изменений могут потребоваться специальные процедуры.

# Е.3. Процедуры для аварийных ситуаций

Процедуры для аварийных ситуаций могут включать описание следующего.

* Обязанности всего персонала, который должен участвовать в устранении аварии и аварийной ситуации, со ссылкой на схему организации.
* Система трубопровода, включая насосно-перекачивающие станции, терминалы, резервуарные парки, платформы и другие сооружения.
* Транспортируемые по трубопроводу продукты (включая данные по любым типам опасности, которые могут возникнуть при разливе продукта) и нормальные условия эксплуатации.
* Расположение и данные для связи с центрами управления.
* Персонал компании и/или работающий по контракту персонал, третьи стороны, регламентирующие организации, которые необходимо извещать о случаях аварий и аварийных ситуациях.
* Расположение аварийного оборудования и специальных служб.
* Организация эвакуации персонала или третьей стороны, особое внимание следует обратить на водолазов, которые могут находиться в декомпрессионной камере и поэтому ограничены в передвижении площадью камеры.
* Организация обеспечения безопасности системы трубопровода в аварийной ситуации, а также ограничения воздействия любой потери средств локализации разлива и снижения риска нарушения средств локализации разлива.
* Для соединяющих сооружения систем трубопроводов процедуры перекрытия трубопровода при аварийной ситуации на других сооружениях.
* Процедуры сброса в атмосферу и сжигания в факеле.

### Приложение F

### (справочное)

### 

### Протоколы и документация

Протоколы и документация должны содержать следующее.

а) Данные для проектирования и строительства

* Основы проектирования и расчета.
* Технические условия и сертификаты на материалы.
* Сертификаты и отчеты по проверкам и испытаниям.
* Документы, связанные с предоставлением полномочий и разрешениями на эксплуатацию.
* Данные по землевладению.
* Документация по обследованиям и трассе, включая расположение других служб.
* Карты совмещения после окончания строительства, специальные данные по пересечениям, подробные схемы труб и КИП.
* Рабочие параметры трубопровода, включая температуру и давление.

б) Эксплуатационные протоколы

* Данные по эксплуатации и техническому обслуживанию.
* Отчеты по проверке и обследованию, включая, например, аудио- и видеозаписи и обследования катодной защиты.
* Протоколы аварий.
* Ремонт и изменения.
* Изменение назначения.
* Протоколы профессионального обучения и аттестации персонала.

в) Протоколы для законсервированных трубопроводов

* Данные для наземного законсервированного трубопровода, включая карты трассы, типоразмер труб, глубину прокладки и расположение относительно поверхностных объектов.
* Данные для законсервированных морских трубопроводов, включая навигационные карты с указанием трассы трубопровода.

### Приложение J

### (нормативное)

### Дополнительные требования для обеспечения безопасности трубопровода из условия расчета по предельному состоянию на разрушение (по пределу прочности).

# J.1 Задачи

В этом приложении приведены специальные дополнительные требования для максимальных кольцевых напряжений для наземных трубопроводов с продуктами категорий А,В,С,Д и Е. Приложение распространяется на трубопроводы в тех местах, где не действуют специальные требования для защиты и безопасности населения.

# J.2 Основные положения

Принято, что условия прочности по п.6.4.2.2 и не должны превышать соответствующих величин по временному сопротивлению стали. Эти условия имеют для приведенных зависимостей вид:

, но не более 

, но не более 

Здесь - временное сопротивление (нормативный предел прочности, МПа (кгс/см2).

- коэффициент надежности по материалу.

- коэффициент надежности по назначению трубопровода.

Значения коэффициентов и  приведены в таблицах J.1 и J.2 соответственно. Коэффициент *K*1 = 1,34 для импортных труб, а *K*1 для отечественных и стран СНГ труб принимается по «Инструкции по применению стальных труб в газовой и нефтяной промышленности» (последнее издание).

При вычислении и  принято значение коэффициента надежности по нагрузке «n» равным единице с учетом п.6.3.2.2. ИСО, а напряжения вычисляются на срединной поверхности.

**Таблица J.1 – Коэффициенты условий работы трубопровода m**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Класс местоположения | | **1; 2; 3; 4; 5** |
| Основная трасса | | 0,9 |
| Пересечения и параллельная прокладка\*: | |  |
|  | - со второстепенными дорогами; | 0,75 |
|  | - с главными дорогами, железными дорогами, реками, противопаводковыми дамбами и озерами. | 0,60 |
| Приемные камеры для скребка и множественные шлакоуловители | | 0,75 |
| Трубная обвязка станций и терминалов, включая камеры для скребков | | 0,60 |
| Специальные конструкции типа готовых узлов и трубных эстакад. | | 0,75 |
| \* Описание пересечений и параллелной прокладки в разделе 6.9 | |  |

**Таблица J.1 – Коэффициенты надежности по назначению **

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Диаметр  трубопровода  Ду, мм | Для газопроводов с давлением продукта | | | | Для нефте и нефтепродукто-проводов |
| Р ≤ 5,4 МПа  Р ≤ 55 кгс/см2 | 5,4 < Р ≤ 7,4 МПа  55 < Р ≤ 75 кгс/см2 | 7,4 < Р ≤ 9,8 МПа  75 < Р ≤ 100 кгс/см2 | 9,8 < Р ≤ неогр.  100 < Р ≤ неогр. |
| 500 и менее | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 600-1000 | 1,00 | 1,00 | 1,05 | 1,10 | 1,00 |
| 1200 | 1,05 | 1,05 | 1,10 | 1,15 | 1,05\*\* |
| 1400 | 1,05 | 1,10 | 1,15 | 1,20\* | - |

\* При давлении выше 120 кгс/см2 значение  определяется по формуле 

\*\* Для нефте и нефтепродуктопроводов в горных условиях с большим перепадом высот  значение Р в кгс/см2

### Литература

|  |  |
| --- | --- |
| [1] | ISO 9000-1, *Контроль качества и стандарты обеспечения качества - Часть 1Ж Руководство по выбору и применению.* |
| [2] | API RP 5L1, *Рекомендуемый порядок транспортировки магистральных труб по железной дороге.* |
| [3] | API RP 5L2, *Рекомендуемый порядок нанесения внутреннего покрытия на трубы, предназначенные для транспортировки не обладающего коррозионными свойствами газа.* |
| [4] | API RP 5LW, *Рекомендуемый порядок транспортировки магистральных труб на баржах и морских судах.* |
| [5] | API RP 1102, *Стальные трубопроводы, пересекающие железные дороги и скоростные автомагистрали.* |
| [6] | ASME В16.9, *Изготавливаемая на заводе арматура из мягкой стали со стыковыми сварными швами.* |
| [7] | ASTM A 182/A 182M, *Стандартные технические условия для кованых и катаных трубных фланцев из легированной стали, кованой арматуры и задвижек, а также деталей для работы при высоких температурах.* |
| [8] | ASTM A 350/A 350M, *Стандартные технические условия для стальных поковок из углеродистой и низколегированной стали для узлов трубопровода, для которых требуются испытания на ударную вязкость с вырезом*. |
| [9] | BS 7910, *Руководство по методам оценки допустимости дефектов конструкций.* |
| \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  В печати. | |
| [10] | MSS SP-75, Технические условия для высокопрочной арматуры из мягкой стали со стыковыми сварными швами. |