

---

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ**

---



**НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
СТАНДАРТ  
РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

**ГОСТ Р (проект,  
третья редакция)**

---

**МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЕФТЯНЫЕ**

**ПРОМЫСЛОВЫЕ ТРУБОПРОВОДЫ С НАРУЖНЫМ И  
ВНУТРЕННИМ ЗАЩИТНЫМ ПОКРЫТИЕМ**

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ**

*Настоящий проект стандарта не подлежит  
применению до его утверждения*

Москва  
Стандартинформ  
201\_

## Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации – ГОСТ Р 1.0–2012 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»

### Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН Российским государственным университетом нефти и газа (национальным исследовательским университетом) имени И.М. Губкина (РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина), ПАО «Газпром нефть»

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 23 «Нефтяная и газовая промышленность»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от №

### 4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в ГОСТ Р 1.0-2012 (раздел 8). Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет ([www.gost.ru](http://www.gost.ru)).*

Стандартинформ, 201\_

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

## Содержание

1 Область применения .....	1
2 Нормативные ссылки .....	3
3 Термины и определения .....	5
4 Сокращения.....	7
5 Технические требования к трубопроводам с покрытиями при проектировании .....	8
5.1 Общие технические требования к трубопроводам на нефтяных месторождениях .....	8
5.2 Технические требования к способности трубопроводов выполнять свое назначение.....	10
5.3 Технические требования к энергетической эффективности трубопроводов	13
5.4 Технические требования к надежности трубопроводов .....	14
5.5 Технические требования к безопасности трубопроводов.....	15
5.6 Технические требования к технологичности трубопроводов .....	16
5.7 Требования к метрологическому обеспечению и техническому диагностированию при проектировании трубопроводов с покрытиями .....	17
6 Виды опасных воздействий на покрытия стальных элементов трубопроводов на нефтяных месторождениях .....	18
6.1 Классификация опасных воздействий на покрытия стальных элементов трубопроводов на разных стадиях их жизненного цикла у Потребителя.....	18
6.2 Систематизация опасных воздействий на нормативные диапазоны по интенсивности их влияния на покрытия стальных элементов трубопроводов ..	20
7 Технические требования к стальным элементам трубопроводов с покрытиями.....	26
7.1 Технические требования к стальным трубам и соединительным деталям с покрытиями.....	26
7.2 Технические требования к стальным трубам, подлежащим наружной и внутренней изоляции покрытиями.....	28
7.3 Технические требования к стальным соединительным деталям, подлежащим наружной и внутренней изоляции покрытиями .....	29

7.4 Технические требования к наружному покрытию труб и соединительных деталей.....	32
7.5 Технические требования к внутреннему покрытию труб и соединительных деталей .....	41
8 Технические требования к соединениям стальных труб и соединительных деталей с покрытиями.....	51
8.1 Технические требования к сварному соединению гладких и раструбных концов труб и соединительных деталей с покрытиями .....	51
8.2 Технические требования к механическому соединению гладких и раструбных концов труб и соединительных деталей с покрытиями.....	52
8.3 Технические требования к наружной изоляции сварных и механических соединений труб и соединительных деталей с покрытиями .....	53
8.4 Технические требования к внутренней изоляции сварных и механических соединений труб и соединительных деталей с покрытиями .....	53
9 Технические требования к применяемым в трубопроводах материалам, полуфабрикатам, комплектующим, методам обработки, сварки и применяемым методам контроля при изготовлении.....	54
10 Требования к составу проектной документации на трубопроводы.....	55
11 Требования к правилам приемки трубопроводов с покрытиями и гарантийные сроки их эксплуатации .....	57
11.1 Требования к приемке.....	57
11.2 Требуемые гарантийные сроки эксплуатации (гарантии изготовителя).....	60
12 Требования к правилам приемки и поставки стальных элементов трубопроводов с покрытиями .....	60
12.1 Требования к приемке.....	60
12.2 Требования к методам контроля.....	61
12.3 Требования к маркировке и упаковке .....	62
12.4 Требования к транспортировке и хранению .....	63
12.5 Требуемые гарантийные сроки эксплуатации (гарантии изготовителя и поставщика) .....	63
12.6 Требования к составу сопроводительной документации.....	64

Приложение А (справочное) Систематизация по нормативным диапазонам фактических характеристик различных воздействий на внутреннее покрытие конкретных трубопроводов.....	65
Приложение Б (справочное) Систематизация типов внутренних покрытий, обладающих стойкостью в конкретных нормативных диапазонах интенсивности внешних воздействий на них.....	71
Приложение В (справочное) Образцы для контроля фактических характеристик покрытия наружной поверхности нефтегазопроводных труб и соединительных деталей .....	72
Приложение Г (справочное) Оценка внешнего вида покрытия наружной поверхности нефтегазопроводных труб и соединительных деталей.....	73
Приложение Д (справочное) Определение толщины покрытия наружной поверхности нефтегазопроводных труб и соединительных деталей.....	76
Приложение Е (справочное) Определение диэлектрической сплошности покрытия наружной поверхности нефтегазопроводных труб и соединительных деталей .....	81
Приложение Ж (справочное) Определение адгезии покрытия наружной поверхности нефтегазопроводных труб и соединительных деталей.....	92
Приложение И (справочное) Определение переходного сопротивления покрытия наружной поверхности нефтегазопроводных труб и соединительных деталей .....	111
Приложение К (справочное) Образцы для контроля фактических характеристик покрытия внутренней поверхности нефтегазопроводных труб и соединительных деталей .....	117
Приложение Л (справочное) Оценка внешнего вида покрытия внутренней поверхности нефтегазопроводных труб и соединительных деталей.....	119
Приложение М (справочное) Определение толщины покрытия внутренней поверхности нефтегазопроводных труб и соединительных деталей.....	123
Приложение Н (справочное) Определение способности покрытия внутренней поверхности нефтегазопроводных труб и трубных соединительных деталей сохранять геометрические размеры .....	126
Приложение П (справочное) Определение диэлектрической сплошности покрытия внутренней поверхности нефтегазопроводных труб и соединительных деталей .....	134

Приложение Р (справочное) Определение адгезии покрытия внутренней поверхности нефтегазопроводных труб и соединительных деталей.....	146
Приложение С (справочное) Определение переходного сопротивления покрытия внутренней поверхности нефтегазопроводных труб и соединительных деталей .....	156
Приложение Т (справочное) Определение способности покрытия внутренней поверхности нефтегазопроводных труб и соединительных деталей защищать сталь от сульфидного растрескивания .....	161
Приложение У (справочное) Определение способности покрытия внутренней поверхности нефтегазопроводных труб и соединительных деталей предотвращать образование твердых отложений асфальтосмолопарафинов и минеральных солей .....	166
Приложение Ф (справочное) Контроль качества покрытия внутренней поверхности нефтегазопроводных труб и соединительных деталей на нефтяных месторождениях .....	172
Библиография .....	177

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ****МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЕФТЯНЫЕ****ПРОМЫСЛОВЫЕ ТРУБОПРОВОДЫ С НАРУЖНЫМ И  
ВНУТРЕННИМ ЗАЩИТНЫМ ПОКРЫТИЕМ****ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ**

Oil field

Oilfield pipelines with external and internal protective coating  
Technical requirements**Дата введения -****1 Область применения**

1.1 Настоящий стандарт устанавливает технические требования эксплуатирующей организации к стальным промышленным трубопроводам (далее трубопроводы) с наружным и внутренним защитным покрытием (далее покрытия) на нефтяных месторождениях, к элементам этих трубопроводов и их соединениям, которые должны быть реализованы при проектировании, разработке и строительстве этих трубопроводов и при поставке отдельных элементов с покрытиями.

К поставляемым элементам относят:

- стальные трубы;
- соединительные детали трубопроводов (далее соединительные детали): отводы, переходы, тройники;
- трубные узлы;
- запорную арматуру;
- пуско-приемочные камеры и др.

1.2 Действие стандарта распространяется на трубопроводы с покрытиями на нефтяных месторождениях, элементы с покрытиями этих трубопроводов, проектируемые, изготавливаемые и эксплуатируемые после введения в действие настоящего документа.

1.3 Настоящий стандарт разработан для организаций и предприятий, проектирующих, изготавливающих и эксплуатирующих трубопроводы с покрытиями и элементы этих трубопроводов на нефтяных месторождениях.

1.4 Настоящий стандарт должен применяться на этапе разработки исходных технических требований, технических заданий, технических условий на трубопроводы с покрытиями, на элементы этих трубопроводов, при проведении их аттестации, а также при формировании технической части конкурсной документации в рамках закупочных процедур.

1.5 Настоящий стандарт распространяется на наружные и внутренние покрытия на основе:

- лакокрасочных материалов органической природы;
- полимерных материалов;
- неорганических неметаллических материалов.

1.6 Состав трубопроводов, на которые распространяется настоящий стандарт, определен ГОСТ Р 55990:

- выкидные линии от нефтяных скважин для транспортирования продукции до замерных установок;
- нефтегазосборные трубопроводы для транспортирования продукции нефтяных скважин от замерных установок до узлов дополнительных работ дожимных станций и установок предварительного сброса воды (нефтегазопроводы);
- газопроводы для транспортирования нефтяного газа от территорий площадок, где находятся установки сепарации нефти, до установок предварительной подготовки газа, центрального пункта сбора;
- нефтепроводы для транспортирования газонасыщенной или разгазированной обводненной или безводной нефти от пункта сбора нефти и дожимной насосной станции до центрального пункта сбора;
- газопроводы для транспортирования газа к эксплуатационным скважинам при газлифтном способе добычи;
- газопроводы для подачи газа в продуктивные пласты с целью увеличения нефтеотдачи;
- трубопроводы систем заводнения нефтяных пластов и систем захоронения пластовых и сточных вод в глубокие поглощающие горизонты;
- нефтепроводы для транспортирования товарной нефти от центрального пункта сбора до сооружения магистрального транспорта.

#### Примечания

1 Трубопроводы, транспортирующие нефть с газом в растворенном состоянии при абсолютном давлении упругости паров при 20 °С выше 0,2 МПа и свободном состоянии, относятся к нефтегазопроводам, а транспортирующие разгазированную нефть – к нефтепроводам.

2 Границей промышленного трубопровода является запорная арматура, установленная на входе (трубопровода) на технологическую площадку или на выходе с технологической площадки, если иное не предусмотрено внутренними документами эксплуатационной организации или утвержденными схемами разграничения зон ответственности.

1.7 Настоящий стандарт согласно ГОСТ Р 55990 не распространяется на:

- трубопроводы для транспортирования продукции с высоким содержанием сероводорода (парциальное давление выше 1,0 МПа или объемная концентрация выше 6,0%);

- трубопроводы для транспортирования продуктов с температурой выше 100 °С;
- трубопроводы, предназначенные для транспортирования широкой фракции легких углеводородов и отдельных фракций сжиженных углеводородных газов;
- внутриплощадочные трубопроводы, не относящиеся к промышленным трубопроводам (трубопроводы обвязки кустовых скважин, установки предварительной подготовки газа, установки комплексной подготовки газа, дожимные компрессорные станции, головные насосные станции, головные сооружения, газоизмерительные станции, пункты сбора, газоперерабатывающие заводы, станции подземного хранения газа);
- тепловые сети, линии водоснабжения и канализации;
- технологические трубопроводы установок предварительного сброса воды, центральных пунктов сбора нефти и приемо-сдаточных пунктов нефти;
- морские подводные трубопроводы.

## 2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 2.102-2013 Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов

ГОСТ 2.106-96 Единая система конструкторской документации. Текстовые документы

ГОСТ 2.114-2016 Единая система конструкторской документации. Технические условия

ГОСТ 2.119-2013 Единая система конструкторской документации. Эскизный проект

ГОСТ 2.120-2013 Единая система конструкторской документации. Технический проект

ГОСТ 8.051-81 Государственная система обеспечения единства измерений. Погрешности, допускаемые при измерении линейных размеров до 500 мм

ГОСТ 9.049-91 Единая система защиты от коррозии и старения. Материалы полимерные и их компоненты. Методы лабораторных испытаний на стойкость к воздействию плесневых грибов

ГОСТ 9.050-75 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Методы лабораторных испытаний на устойчивость к воздействию плесневых грибов

ГОСТ 9.083-78 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Методы ускоренных испытаний на долговечность в жидких агрессивных средах

ГОСТ 9.407-2015 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Метод оценки внешнего вида

ГОСТ 15.309-98 Система разработки и постановки продукции на производство. Испытания и приемка выпускаемой продукции. Основные положения

ГОСТ 27.002-2015 Надежность в технике. Термины и определения

ГОСТ 411-77 Резина и клей. Методы определения прочности связи с металлом при отслаивании

ГОСТ 427-75 Линейки измерительные металлические. Технические условия

ГОСТ 2768-84 Ацетон технический. Технические условия

ГОСТ 3845-75 Трубы металлические. Метод испытания гидравлическим давлением

ГОСТ 4233-77 Реактивы. Натрий хлористый. Технические условия

ГОСТ 4328-77 Реактивы. Натрия гидроокись. Технические условия

ГОСТ 4523-77 Реактивы. Магний серноокислый 7-водный. Технические условия

ГОСТ 4765-73 Материалы лакокрасочные. Метод определения прочности при ударе

ГОСТ 6456-82 Шкурка шлифовальная бумажная. Технические условия

ГОСТ 6709-72 Вода дистиллированная. Технические условия

ГОСТ 8050-85 Двуокись углерода газообразная и жидкая. Технические условия

ГОСТ 10227 Топливо для реактивных двигателей. Технические условия

ГОСТ 12026-76 Бумага фильтровальная лабораторная. Технические условия

ГОСТ 14710 Толуол нефтяной. Технические условия

ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды

ГОСТ 16337-77 Полиэтилен высокого давления. Технические условия

ГОСТ 16504-81 Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения

ГОСТ 17299-78 Спирт этиловый технический. Технические условия

ГОСТ 20811-75 Материалы лакокрасочные. Методы испытания покрытий на истирание

ГОСТ 22261-94 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия

ГОСТ 26790-85 Техника течеискания. Термины и определения

ГОСТ 30732-2006 Трубы и фасонные изделия стальные с тепловой изоляцией из пенополиуретана с защитной оболочкой. Технические условия

ГОСТ 31448-2012 Трубы стальные с защитными наружными покрытиями для магистральных газонефтепроводов. Технические условия

ГОСТ 31993-2013 (ISO 2808:2007) Материалы лакокрасочные. Определение толщины покрытия

ГОСТ 32299-2013 (ISO 4624:2002) Материалы лакокрасочные. Определение адгезии методом отрыва

ГОСТ 32702.2-2014 (ISO 16276-2:2007) Материалы лакокрасочные. Определение адгезии методом X-образного надреза

ГОСТ Р 8.596-2002 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения

ГОСТ Р 51164-98 Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии

ГОСТ Р 52720-2007 Арматура трубопроводная. Термины и определения

ГОСТ Р 53713-2009 Месторождения нефтяные и газонефтяные. Правила разработки

ГОСТ Р 55990-2014 Месторождения нефтяные и газонефтяные. Промысловые трубопроводы. Нормы проектирования

*Примечание – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов (сводов правил и/или классификаторов) в информационной системе общего пользования - на официальном сайте федерального органа исполнительной власти в сфере стандартизации в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю "Национальные стандарты", который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячно издаваемого информационного указателя "Национальные стандарты" за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт (документ), на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта (документа) с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт (документ), на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта (документа) с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт (документ), на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт (документ) отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.*

### **3 Термины и определения**

В настоящем стандарте применены термины и определения по ГОСТ 27.002, ГОСТ 16504, ГОСТ 26790, ГОСТ Р 53713, ГОСТ Р 52720, ГОСТ Р 55990, а также следующие термины с соответствующими определениями:

**3.1 водовод:** Промысловый трубопровод для транспорта пресных, слабо- и высокоминерализованных вод.

**3.2 гидравлические потери:** Безвозвратные потери удельной энергии (переход её в теплоту) на участках гидравлических систем (трубопроводах), обусловленные наличием вязкого трения.

**3.3 интенсивность внешних воздействий:** Степень влияния на характеристики наружного и внутреннего покрытий трубопроводов.

**3.4 камера пуска и приема средств очистки и диагностики:** Оборудование линейной части трубопровода, предназначенное для ввода средств очистки и диагностики в трубопровод и их извлечения из трубопровода.

**3.5 консервация трубопровода:** Совокупность мер для обеспечения длительного хранения трубопровода, освобожденного от транспортируемой продукции.

**3.6 коэффициент теплопередачи:** Величина, выражающая тепловой поток, Вт/м·К, проходящий за один час через 1 м квадратный поверхности при разнице температур в один градус.

**3.7 ламинарный подслей:** Слой жидкости, в котором наблюдается ламинарное течение, располагающийся вблизи стенки русла, в то время как в остальной части потока режим течения турбулентный.

**3.8 линейная часть промышленного трубопровода:** Совокупность участков трубопровода, установленного на нем оборудования и сооружений, входящих в состав промышленного трубопровода.

**3.9 назначение трубопровода:** Функции, которые он должен выполнять в заданных условиях применения в течение расчетного срока службы, устанавливаемого Потребителем.

**3.10 несущая способность трубопровода:** Свойство трубопровода, определяющееся максимальной нагрузкой, которую может нести трубопровод, его элементы, а также грунты оснований без потери их функциональных качеств.

**3.11 промышленный трубопровод на нефтяных месторождениях:** Объект трубопроводного транспорта, предназначенный для транспортировки продукции скважин нефтегазодобычи до объектов подготовки перекачиваемых веществ (пунктов сбора перекачиваемой жидкости или установок подготовки газа) и до головных сооружений магистральных трубопроводов.

**3.12 пропускная способность трубопровода:** Свойство трубопровода, показывающее соотношение предельного количества проходящего объёма в единицу времени через трубу.

**3.13 стрела прогиба:** Максимальное смещение оси изгибаемого конструктивного элемента под действием внешних сил в направлении, перпендикулярном оси.

**3.14 теплопередача трубопровода:** Свойство трубопровода, характеризующееся переносом теплоты через ограждающую конструкцию (трубу) от среды с более высокой температурой к среде с более низкой температурой.

**3.15 технологичность трубопровода:** Свойство трубопровода, обеспечивающего доставку добываемой продукции от места ее возникновения до места потребления с минимальными затратами.

**3.16 энергетическая эффективность трубопровода:** Свойство трубопровода, обеспечивающее минимальные энергозатраты на транспортировку продукта.

#### 4 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

АСПО – асфальтосмолопарафиновые отложения;  
ГСИ – государственная система измерений;  
ЖД – железнодорожный;  
ЗИП – запасные части, инструмент, приспособления;  
ИК – измерительный канал;  
ИС – измерительная станция;  
ИТТ – исходные технические требования;  
КД – конструкторская документация;  
ЛЭП – линия электропередач;  
НД – нормативная документация;  
ОПИ – опытно-промышленные испытания;  
ОТК – отдел технического контроля;  
ПО – программное обеспечение;  
ПП – производственное подразделение нефтегазовой компании;  
ПТ – промысловый трубопровод;  
САКТ – система акустического контроля течей теплоносителя;  
СИ – средство измерения;  
СКТВ – система контроля течи по влажности воздуха;  
СКТТ – система контроля течей теплоносителей;  
СМР – строительно-монтажные работы;  
СО – солевые отложения;  
ТЗ – техническое задание;  
ТО – техническое обслуживание;  
ТС – техническое соглашение;  
ТУ – технические условия;  
УФ – ультрафиолетовое (облучение);  
УЧП – удельная частота порывов;  
ЭД – эксплуатационная документация;  
KKS – система кодирования оборудования.

## **5 Технические требования к трубопроводам с покрытиями при проектировании**

### **5.1 Общие технические требования к трубопроводам на нефтяных месторождениях**

5.1.1 Конструкция трубопроводов из стальных элементов с покрытиями должна обеспечивать:

- требуемые уровни безопасности и надежности трубопроводов в пределах расчетного срока службы, устанавливаемого Потребителем;
- ведение технологий промышленного сбора и транспорта продукции скважин в соответствии с заданными параметрами;
- производство монтажных и ремонтных работ с применением передовых технических и технологических средств;
- возможность контроля технического состояния трубопроводов;
- возможность контроля утечек;
- защиту трубопроводов от вторичных проявлений молнии и статического электричества;
- возможность воздействия на реологические свойства транспортируемой среды при перекачке высоковязких и высокопарафинистых нефтей, которые осложняют технологические процессы сбора, подготовки и транспорта нефти;
- предотвращение образования асфальтосмолопарафиновых и солевых отложений, ледяных, гидратных и других пробок и возможность их удаления.

5.1.2 Диаметр трубопроводов должен определяться гидравлическим расчетом и соответствовать сортаменту выпускаемых труб.

5.1.3 При выборе диаметра трубопровода с учетом гидравлического расчета необходимо обеспечить исключение:

- ламинарного режима;
- режима течения, способствующего выпадению водного подслоя из газожидкостной среды при транспортировке водогазонефтяных смесей;
- режимов течения, способствующих повышенному эрозионному износу.

5.1.4 Гидравлический расчет трубопроводов, транспортирующих обводненные газожидкостные смеси, следует проводить по методикам расчета, показывающим наиболее достоверные результаты в производственных подразделениях нефтяных компаний, подтвержденные при контрольном замере фактических перепадов давления, или по методикам, рекомендованным нефтегазовыми компаниями и с использованием соответствующего программного обеспечения.

5.1.5 Расчет несущей способности трубопроводов должен включать определение толщин стенок труб и деталей трубопроводов, проведение поверочного расчета принятого конструктивного решения на неблагоприятные сочетания нагрузок и воздействий с оценкой

сопротивления разрушению и устойчивости рассматриваемого трубопровода, включая оценку устойчивости положения (против всплытия).

5.1.6 При недостаточности достоверных исходных данных допускается определять диаметр трубопроводов из условия обеспечения скорости движения транспортируемого продукта в диапазоне от 0,8 м/с до 4,5 м/с.

5.1.7 Комплекс требуемых Потребителю свойств трубопроводов на нефтяных месторождениях представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 - Комплекс требуемых свойств трубопроводов, определяющий их качество

5.1.8 Технические требования к трубопроводам (ПТ) должны определять технические требования к их отдельным элементам, к соединениям этих элементов и к материалам в последовательности, представленной на рисунке 2.



Рисунок 2 – Схема последовательности разработки технических требований к трубопроводам с наружным и внутренним покрытиями, к их отдельным элементам и к соединениям этих элементов при проектировании

## **5.2 Технические требования к способности трубопроводов выполнять свое назначение**

5.2.1 Алгоритм выбора критериев качества (норм) на показатели требуемых свойств ПТ, определяющих его способность выполнять свое назначение, представлен на рисунке 3.

5.2.2 Технические требования, определяющие способность трубопровода из стальных элементов с покрытиями выполнять свое назначение, должны содержать следующую информацию, излагаемую в определенной последовательности:

- функции, которые должен выполнять трубопровод на нефтяном месторождении;
- требуемые свойства трубопровода, определяющие его способность выполнять свои функции;
- диапазон интенсивности внешних воздействий на трубопровод, проектируемый для конкретного нефтяного месторождения;
- показатели требуемых свойств проектируемого трубопровода в исходном состоянии и в заданном диапазоне интенсивности внешних воздействий на трубопровод.
- нормы на показатели требуемых свойств трубопровода, являющиеся критериями его качества.

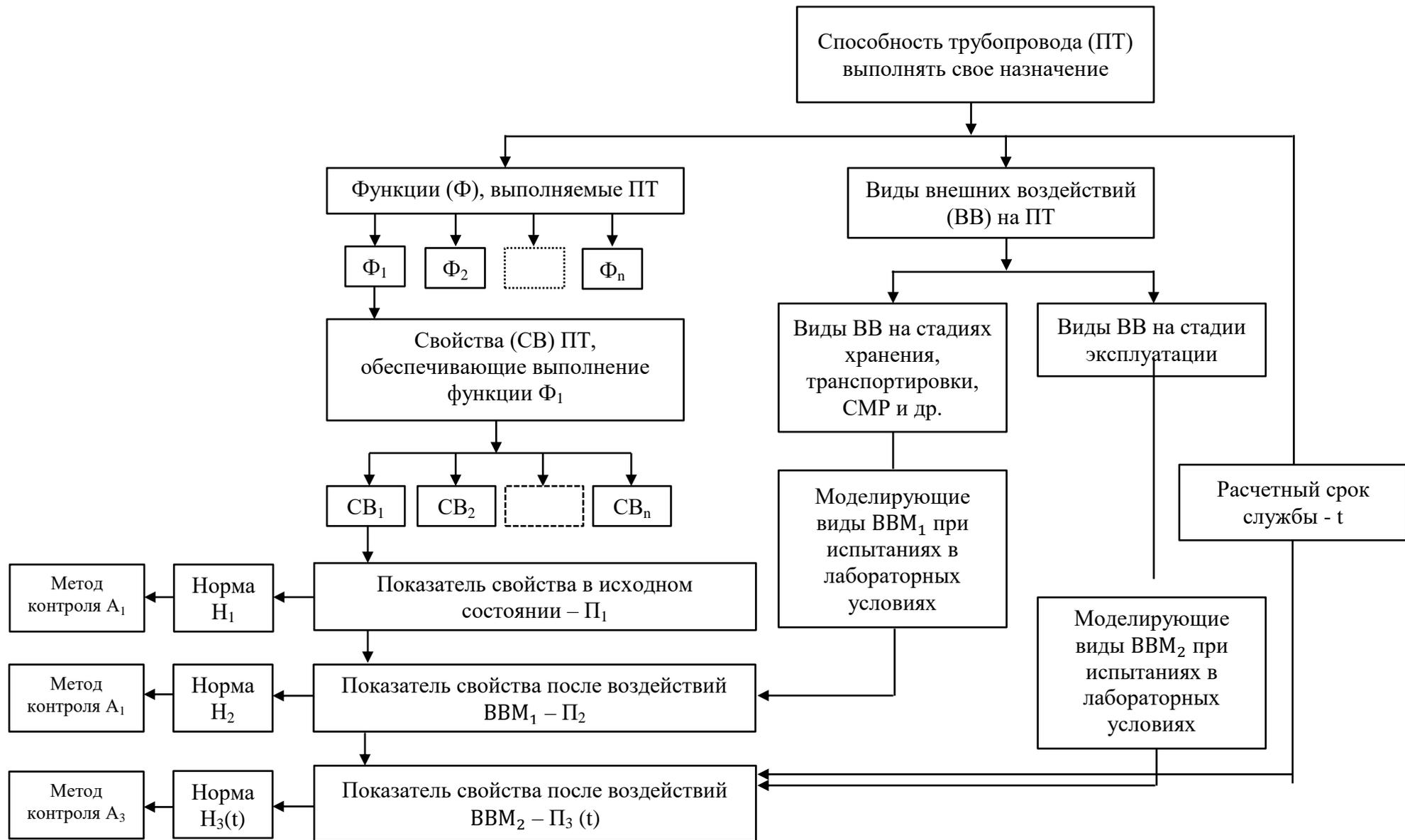


Рисунок 3 – Алгоритм выбора критериев качества (норм) на показатели требуемых свойств ПТ, определяющих его способность выполнять свое назначение

5.2.4 Функции, выполняемые трубопроводом на нефтяных месторождениях, и его требуемые свойства представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Функции, выполняемые трубопроводом на нефтяных месторождениях и его требуемые свойства

Требуемые свойства трубопровода	Функции трубопровода		
	Создание канала требуемого размера для движения перекачиваемой среды	Сопротивление силовым воздействиям	Поддержание температуры перекачиваемой среды на заданном уровне
Пропускная способность	+	–	–
Герметичность	+	–	–
Несущая способность	–	+	–
Теплопередача	–	–	+

5.2.5 Технические требования к трубопроводам, определяющие их способность выполнять свое назначение, приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические требования к трубопроводам, определяющие их способность выполнять свое назначение.

Требуемые свойства	Показатели свойств	Нормы на показатели
Пропускная способность:  -в исходном состоянии	Расход перекачиваемой среды при заданной величине давления, $Q$ , $m^3/сут.$ , не менее	Назначается Проектной организацией в соответствии с ТЗ Потребителя и требованиями нормативной документации
-при внешних воздействиях в заданном диапазоне их интенсивности в течение расчетного срока службы		Назначается Проектной организацией в соответствии с ТЗ Потребителя и требованиями нормативной документации

## Окончание таблицы 2

Требуемые свойства	Показатели свойств	Нормы на показатели
Герметичность: -в исходном состоянии	Допустимые утечки, $Q_{ут}$ , м <sup>3</sup> /сут, при заданном давлении испытательной среды, $p$ , МПа	Назначается Проектной организацией
-при внешних воздействиях в заданном диапазоне их интенсивности в течение расчетного срока службы		Назначается проектной организацией
Несущая способность: -в исходном состоянии	Сохранение прочности при заданном давлении испытательной среды, $P$ , МПа	Назначается Проектной организацией
	Допустимая стрела прогиба, мм	Назначается Проектной организацией
-при внешних воздействиях в заданном диапазоне их интенсивности в течение расчетного срока службы	Остаточная локальная толщина стенки элементов трубопровода, мм, не менее	Назначается Проектной организацией
	Допустимая стрела прогиба, мм	Назначается Проектной организацией
Теплопередача -в исходном состоянии	Коэффициент теплопередачи, Вт/м·К	Назначается Проектной организацией
		Назначается Проектной организацией
-при внешних воздействиях в заданном диапазоне их интенсивности в течение расчетного срока службы		

### 5.3 Технические требования к энергетической эффективности трубопроводов

5.3.1 Энергетическая эффективность трубопровода из стальных элементов с покрытиями должна определяться величиной энергозатрат на транспортировку перекачиваемой среды.

5.3.2 Технические требования к трубопроводам, определяющие их энергетическую эффективность, приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Технические требования к трубопроводам, определяющие их энергетическую эффективность

Требуемые свойства	Показатель свойств	Норма на показатель
<p>Энергоэффективность:</p> <p>- в исходном состоянии</p> <p>-при внешних воздействиях в заданном диапазоне их интенсивности в течение расчетного срока службы</p>	Гидравлические потери, $\Delta P$ , МПа	Назначается Проектной организацией в соответствии с ТЗ Потребителя

5.3.3 Внутреннее покрытие стальных элементов трубопровода должно уменьшать гидравлические потери за счет снижения величины шероховатости до значений, определяемых величиной ламинарного подслоя, и предотвращения образования значительных твердых отложений асфальтосмолопарафинов и минеральных солей.

5.3.4 Гидравлический расчет трубопроводов с внутренним покрытием должен выполняться в соответствии с ГОСТ 3845 с учетом следующих особенностей конструкции:

- внутреннее покрытие должно снижать абсолютную величину эквивалентной шероховатости до значений не более  $4 \times 10^{-6}$  м;
- втулки для внутренней противокоррозионной защиты сварных соединений труб и фасонных изделий вызывают сужение части проходного сечения трубопровода.

#### 5.4 Технические требования к надежности трубопроводов

5.4.1 Надежность трубопроводов включает следующие свойства: безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость.

5.4.2 Технические требования к трубопроводам, определяющие их надежность, приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Технические требования к трубопроводам, определяющие их надежность

Требуемые свойства	Показатели свойств	Нормы на показатели
Безотказность	Показатель безопасности - параметр потока отказов, отказ/(1 км·год), не более	Назначается Проектной организацией в соответствии с ТЗ Потребителя

## Окончание таблицы 4

Требуемые свойства	Показатели свойств	Нормы на показатели
Долговечность	Гамма процентный срок службы, $\tau_\gamma$ , где $\tau$ – срок службы; $\gamma$ - вероятность, выраженная в процентах, $\gamma$ не менее 80%	Назначается Проектной организацией в соответствии с ТЗ Потребителя
Ремонтопригодность	Удельная суммарная стоимость устранения отказов, ТО и ремонтов, $C_y$ , средняя стоимость эксплуатации 1 км трубопровода/ год, не более	Назначается Проектной организацией в соответствии с ТЗ Потребителя
Сохраняемость (при консервации трубопровода)	Срок сохраняемости, год, не менее	Назначается Проектной организацией в соответствии с ТЗ Потребителя

5.4.3 При эксплуатации трубопроводов до отказа основным показателем безотказности является параметр потока отказов или УЧП, который показывает среднее число нарушений герметичности (порывов) трубопровода, приходящееся на 1 км его длины за 1 год.

5.4.4 При эксплуатации трубопроводов до предотказного состояния, фактическая толщина стенки стальных элементов трубопровода должна устанавливаться на основании периодического диагностирования технического состояния трубопроводов соответствующими средствами неразрушающего контроля.

5.4.5 Показателем долговечности трубопроводов должен служить расчетный или прогнозируемый срок службы с заданной вероятностью.

5.4.6 Вероятность обеспечения расчетного срока службы трубопроводов  $P(t)$  на месторождениях должна быть не менее 0,8.

5.4.7 Показателем ремонтопригодности трубопроводов должна являться удельная суммарная стоимость устранения отказов, технического обслуживания и ремонтов, выражаемая средней стоимостью эксплуатации 1 км трубопровода в год.

5.4.8 Показателем сохраняемости трубопроводов на нефтяных месторождениях служит срок сохраняемости, который должен соответствовать требуемому сроку консервации трубопровода.

## 5.5 Технические требования к безопасности трубопроводов

5.5.1 Показателями безопасности трубопроводов на нефтяных месторождениях являются степень риска аварий в течение расчетного срока службы и ущерб от аварии.

5.5.2 Степень риска аварий оценивается вероятностью возникновения хотя бы одной аварии в заданный период по формуле

$$Q(t) = 1 - \exp(-\omega t), \quad (1)$$

где  $\omega$  – параметр потока отказов (аварий) трубопровода, 1/км·год;  
 $t$  – расчетный срок службы трубопровода, год.

5.5.3 Технические требования к трубопроводам, определяющие их безопасность, приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Технические требования к трубопроводам, определяющие их безопасность

Требуемые свойства	Показатели свойств	Нормы на показатели
Безопасность: - в исходном состоянии	Степень риска	Назначается Проектной организацией
-при внешних воздействиях в заданном диапазоне их интенсивности в течение расчетного срока службы	Показатель ущерба от аварий, $u$ , тыс. руб./км·год	Назначается Проектной организацией

5.5.4 Показатель ущерба от аварий трубопроводов на нефтяном месторождении,  $u$ , тыс. руб./км·год, вычисляются по формуле

$$u = U/\omega t, \quad (2)$$

где  $u$  – средние убытки от аварий, приходящиеся на 1 км длины трубопровода в год, тыс. руб./км·год;

$U$  – общие убытки от аварий на трубопроводе за расчетный срок службы, тыс. руб.

5.5.5 За средние убытки от аварий принимают потери (убытки) в производственной и непроизводственной сфере жизнедеятельности человека, вред окружающей природной среде, нанесенные в результате аварии и исчисляемые в денежном эквиваленте.

## 5.6 Технические требования к технологичности трубопроводов

5.6.1 Технические требования к трубопроводам, определяющие их технологичность, норма на показатель приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Технические требования к трубопроводам, определяющие их технологичность

Требуемые свойства	Показатель свойства	Норма на показатель
Технологичность	Совокупная приведенная стоимость владения (ТСО)	Минимальное значение из предлагаемых вариантов

5.6.2 Нормативное значение показателя технологичности трубопроводов должно назначаться Проектной организацией и согласовываться с Потребителем.

## 5.7 Требования к метрологическому обеспечению и техническому диагностированию при проектировании трубопроводов с покрытиями

5.7.1 Метрологическому обеспечению при проектировании трубопроводов с покрытиями подлежат все применяемые методы и средства измерений, в т. ч. средства измерений давления рабочего, гидравлического сопротивления при определенном расходе, габаритных и присоединительных размеров, средства измерений из состава средств эксплуатационного контроля (в т.ч. неразрушающего) и испытательного оборудования, измерительные системы и измерительные каналы из состава систем диагностики СКТТ, САКТ и СКТВ.

5.7.2 Метрологическое обеспечение осуществляется в соответствии с [1-2], ГОСТ Р 8.596, другими нормативными документами ГСИ, Росстандарта, Ростехнадзора, носит комплексный характер, охватывает все этапы жизненного цикла трубопроводов и применяемых на этих этапах средств и методов измерений. В соответствии с [1], измерения, выполняемые при осуществлении деятельности в области проектирования, изготовления и эксплуатации трубопроводов с покрытиями, осуществлении производственного контроля за соблюдением установленных законодательством Российской Федерации требований промышленной безопасности к эксплуатации опасного производственного объекта, относятся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, подлежат федеральному государственному метрологическому надзору и выполняются по аттестованным методикам (методам) с применением поверенных средств измерений.

5.7.3 Техническая документация на применяемые СИ, в т.ч. ИС и ИК из состава систем диагностики (в т.ч. регламентирующая номенклатуру измеряемых параметров, диапазонов и требований к точности их измерений, типы, модели, модификации, пределы измерений, метрологические и др. технические характеристики применяемых СИ) и иная документация, связанная с получением или использованием измерительной информации, в т.ч. при испытаниях, должна быть подвергнута в установленном порядке метрологической экспертизе.

5.7.4 Все применяемые СИ, в т.ч. ИС (ИК), входящие в состав систем диагностики, должны иметь свидетельства об утверждении типа, действующие свидетельства (или клейма) о поверке. В процессе эксплуатации все применяемые СИ подлежат периодической поверке. Поверку осуществляет организация, аккредитованная на техническую компетентность в области обеспечения единства измерений проведения данных работ.

5.7.5 В необходимых случаях, в соответствии с [1], при выполнении не прямых (совокупных, косвенных и других технически сложных) измерений должны быть разработаны и аттестованы в установленном порядке методики (методы) измерений, выполняемые СИ, в т.ч. ИС (ИК) систем диагностики, включая программное обеспечение для их реализации, или алгоритмы, реализуемые вычислительным компонентом ИС (метрологически значимое ПО также должно быть защищено от несанкционированного доступа).

5.7.6 Применяемые средства и методы измерений, а также соблюдение метрологических правил и норм подлежат метрологическому надзору.

5.7.7 Выполнение требований по метрологическому обеспечению применяемых средств и методов измерений осуществляется Проектными организациями.

5.7.8 Выполнение требований по техническому диагностированию трубопроводов осуществляется Проектными организациями.

5.7.9 Требования к техническому диагностированию трубопроводов должны быть приведены в ТЗ и ТУ на трубопроводы (или приложениях к ТУ на оборудование конкретной поставки), подтверждены КД и материалами приемочных испытаний, реализованы в конструкции трубопроводов и приведены в ЭД.

## **6 Виды опасных воздействий на покрытия стальных элементов трубопроводов на нефтяных месторождениях**

### **6.1 Классификация опасных воздействий на покрытия стальных элементов трубопроводов на разных стадиях их жизненного цикла у Потребителя**

6.1.1 Жизненный цикл стальных элементов трубопроводов с покрытиями у Потребителя состоит из ряда стадий, которые могут быть обозначены соответствующим шифром:

- хранение (X);
- транспортировка и проведение строительно-монтажных работ при сооружении трубопровода (Т);
- эксплуатация трубопровода (Э);
- проведение операций технологических (О).

6.1.2 Разнообразные виды опасных воздействий на стальные элементы трубопроводов с покрытиями на разных стадиях их жизненного цикла у Потребителя следует разделить на шесть групп, каждая из которых может быть обозначена определенным шифром:

- тепловые воздействия (Т);
- силовые воздействия (М);
- фрикционные воздействия (П);
- физико-химические воздействия эксплуатационных и технологических сред (С);
- образование твердых асфальтосмолопарафиновых отложений (А);
- образование твердых отложений минеральных солей (О).

6.1.3 Комбинация шифров, обозначающих стадию жизненного цикла и группу воздействий, характеризует группу воздействия на определенной стадии жизненного цикла:

- Х.Т – на стадии хранения/складирования группа тепловых воздействий;
- Т.С – на стадии транспортировки/СМР группа воздействий среды или ее компонентов;
- Э.М – на стадии эксплуатации группа силовых воздействий.

6.1.4 Каждая группа воздействий включает конкретные виды воздействий, относящиеся к этой группе. Конкретному виду воздействия может быть присвоен соответствующий цифровой шифр.

*Пример:*

- *Х.Т.1, Х.Т.2, Х.Т.3 – на стадии хранения различные виды тепловых воздействий;*
- *Э.С.1, Э.С.2, Э.С.3 – на стадии эксплуатации различные среды.*

6.1.5 Классификация видов и характеристик внешних воздействий на внутреннее покрытие стальных элементов трубопроводов для транспорта продукции добывающих скважин на различных стадиях их жизненного цикла на месторождениях производственных подразделений на примере одной из нефтегазовых компаний Российской Федерации, приведена в Приложении А.

6.1.6 Аналогичную классификацию видов и характеристик воздействий на наружное и внутреннее покрытия стальных элементов трубопроводов конкретного назначения следует проводить на своих месторождениях соответствующим подразделениям нефтегазовых компаний для обоснованного выбора типов покрытий, сопротивляющихся этим воздействиям в течение расчетного срока службы трубопроводов.

## 6.2 Систематизация опасных воздействий на нормативные диапазоны по интенсивности их влияния на покрытия стальных элементов трубопроводов

6.2.1 Для систематизации опасных воздействий по интенсивности их влияния на покрытия стальных элементов трубопроводов необходимо разбить предельно возможный диапазон изменения количественной или качественной характеристики каждого вида воздействия на нефтяных месторождениях Российской Федерации на нормативные диапазоны, отличающиеся интенсивностью воздействия на покрытия:

- нормальные воздействия;
- повышенные воздействия;
- усиленные воздействия;
- жесткие воздействия.

Конкретный диапазон интенсивности каждого вида воздействия выбирают из условия его проявления на достаточном количестве нефтяных месторождений, что обуславливает экономическую целесообразность производства труб с покрытиями, обладающими необходимым сопротивлением в этом диапазоне воздействий.

6.2.2 В таблицах 8 - 13 представлены нормативные диапазоны интенсивности влияния различных видов внешних воздействий на внутреннее покрытие стальных элементов трубопроводов для транспорта продукции добывающих скважин на нефтяных месторождениях Российской Федерации.

Таблица 8 – Нормативные диапазоны интенсивности тепловых воздействий на внутреннее покрытие стальных элементов трубопроводов для транспорта продукции добывающих скважин

Стадии жизненного цикла	Тепловые воздействия на внутреннее покрытие стальных элементов трубопроводов для транспорта продукции добывающих скважин	Код	Диапазоны интенсивности тепловых воздействий			
			Нормальные [ $T_{\text{вн}} - 1$ ]	Повышенные [ $T_{\text{вн}} - 2$ ]	Интенсивные [ $T_{\text{вн}} - 3$ ]	Жесткие [ $T_{\text{вн}} - 4$ ]
Х. Хранение	Минимальная климатическая температура, $T_{\text{х.мин}}$ , °С	Х.Т.1	- 60			
	Максимальная климатическая температура, $T_{\text{х.мах}}$ , °С	Х.Т.2	+ 60			

## Окончание таблицы 8

Стадии жизненного цикла	Тепловые воздействия на внутреннее покрытие стальных элементов трубопроводов для транспорта продукции добывающих скважин	Код	Диапазоны интенсивности тепловых воздействий			
			Нормальные [ $T_{н}^{вн} - 1$ ]	Повышенные [ $T_{н}^{вн} - 2$ ]	Интенсивные [ $T_{н}^{вн} - 3$ ]	Жесткие [ $T_{н}^{вн} - 4$ ]
Т. Транспортировка и СМР	Минимально допустимая температура окружающей среды, согласно [3], $T_{T.min}$ , °С	Т.Т.1	- 35			
	Максимально допустимая температура, согласно [3], $T_{T.max}$ , °С	Т.Т.2	+ 40			
Э. Эксплуатация	Минимальная рабочая температура нефтесборного трубопровода, $T_{Э.min}^{нар}$ , °С	Э.Т.1	-5			
	Максимальная рабочая температура нефтесборного трубопровода, $T_{Э.max}^{нар}$ , °С	Э.Т.2	+ 60	+ 80	+ 110	+ 150
О. Операции технологические	Максимальная температура при прокачке по нефтесборному трубопроводу горячей нефти (плюс 100 °С с октября по апрель не более одного раза в два дня по 4-5 ч.), $T_{O}^{нар}$ , °С	О.Т.1	Недопустима прокачка горячей нефти при 110 °С		+ 110 °С (500 ч.)	
	Максимальный диапазон изменения температуры при обработке горячей нефтью, $\Delta T_{O}^{нар}$ , °С	О.Т.2	- 60 ÷ + 110			

Таблица 9 – Нормативные диапазоны интенсивности силовых воздействий на внутреннее покрытие стальных элементов трубопроводов для транспорта продукции добывающих скважин

Стадии жизненного цикла	Силовые воздействия на внутреннее покрытие стальных элементов трубопроводов для транспорта продукции добывающих скважин	Код	Диапазоны интенсивности силовых воздействий			
			Нормальные [ $M_{H}^{BH} - 1$ ]	Повышенные [ $M_{H}^{BH} - 2$ ]	Интенсивные [ $M_{H}^{BH} - 3$ ]	Жесткие [ $M_{H}^{BH} - 4$ ]
Т. Транспортировка и СМР	Максимально допустимый поперечный изгиб со стрелой прогиба при транспортировке и укладке в траншею, $f_H$ , мм	Т.М.1	$\leq 2f_H$ ,			
			где $f_H$ соответствует $\sigma_{\max} \leq 0,95\sigma_t$ ( $\sigma_t$ - предел текучести металла)			
Э. Эксплуатация	Максимально допустимый поперечный изгиб трубопроводов при провисании на болотистой местности и на подводных переходах со стрелой прогиба $f_H$ , мм	Э.М.1	$\leq 2f_H$ ,			
			где $f_H$ соответствует $\sigma_{\max} \leq 0,95\sigma_t$ ( $\sigma_t$ - предел текучести металла)			
			Э.М.2	Максимальное давление в нефтеборном трубопроводе, $p_{Э.мах}^{BH}$ , МПа	$\leq 5,0$	свыше 5,0 до 8,0
Э.М.3	Среднегодовое количество сбросов давления в нефтеборном трубопроводе в течение года, $N^{BH}$	$\leq 10$				
		О. Операции технологические	Контактная нагрузка при периодической очистке нефтеборного трубопровода от отложений поршнями или диагностике внутритрубным индикатором, МПа	О.М.1	$\leq 2,0$	

Таблица 10 – Нормативные диапазоны интенсивности фрикционных воздействий на внутреннее покрытие стальных элементов трубопроводов для транспорта продукции добывающих скважин на стадии эксплуатации

Стадии жизненного цикла	Фрикционные воздействия на внутреннее покрытие стальных элементов трубопроводов для транспорта продукции добывающих скважин	Код	Диапазоны интенсивности фрикционных воздействий			
			Нормальные [ $\Pi_{\text{н}}^{\text{вн}} - 1$ ]	Повышенные [ $\Pi_{\text{н}}^{\text{вн}} - 2$ ]	Интенсивные [ $\Pi_{\text{н}}^{\text{вн}} - 3$ ]	Жесткие [ $\Pi_{\text{н}}^{\text{вн}} - 4$ ]
Э. Эксплуатация	Максимальная скорость потока, $v^{\text{вн}}$ , м/с	Э.П.1	$\leq 5,0$	свыше 5,0 до 10,0	свыше 10,0 до 15,0	свыше 15,0 до 25,0
	Концентрация мех. примесей, $K_{\text{мех}}^{\text{вн}}$ , не более, мг/дм <sup>3</sup>	Э.П.2	$\leq 1000$			

Таблица 11 – Нормативные диапазоны интенсивности воздействия эксплуатационных и технологических сред и их отдельных компонентов на внутреннее покрытие стальных элементов трубопроводов для транспорта продукции добывающих скважин

Стадии жизненного цикла	Воздействие среды и ее отдельных компонентов на внутреннее покрытие стальных элементов трубопроводов для транспорта продукции добывающих скважин	Код	Диапазоны интенсивности воздействий эксплуатационных и технологических сред и их отдельных компонентов		
			Нормальные [ $C_{\text{н}}^{\text{вн}} - 1$ ]	Повышенные [ $C_{\text{н}}^{\text{вн}} - 2$ ]	Интенсивные – жесткие [ $C_{\text{н}}^{\text{вн}} - 3$ ]
Э. Эксплуатация	Нефть в нефтесборных трубопроводах, % <sup>вн</sup>	Э.С.1	от 2 до 97		
	Минерализованная водная среда в водонефтяной эмульсии, транспортируемой по нефтесборным трубопроводам, % <sup>вн</sup>	Э.С.2	от 3 до 98		
	Свободный углеводородный газ в нефтесборных трубопроводах при максимальном содержании, % <sup>вн</sup>	Э.С.3	от 0 до 20	Свыше 20 до 50	от 50 до 99
	Сероводород в нефтесборных трубопроводах при максимальном содержании, H <sub>2</sub> S, % <sup>вн</sup>	Э.С.4	от 0 до 5	Свыше 5,0 до 10	от 10 до 50
	Двуокись углерода в нефтесборных трубопроводах при максимальном содержании, CO <sub>2</sub> , % <sup>вн</sup>	Э.С.5	от 0 до 5	Свыше 5,0 до 10	от 10 до 50

## Окончание таблицы 11

Стадии жизненного цикла	Воздействие среды и ее отдельных компонентов на внутреннее покрытие стальных элементов трубопроводов для транспорта продукции добывающих скважин	Код	Диапазоны интенсивности воздействий эксплуатационных и технологических сред и их отдельных компонентов		
			Нормальные [С <sub>н</sub> <sup>вн</sup> – 1]	Повышенные [С <sub>н</sub> <sup>вн</sup> – 2]	Интенсивные – жесткие [С <sub>н</sub> <sup>вн</sup> – 3]
О. Операции технологические	Содержание горячей нефти при прокачке при удалении пробки, % <sup>вн</sup>	О.С.1	от 5 до 95		
	Минерализованная водная среда в водонефтяной эмульсии, транспортируемой по нефтесборным трубопроводам, % <sup>вн</sup>	О.С.2	от 5 до 95		

Таблица 12 – Нормативные диапазоны интенсивности асфальтосмолопарафиновых отложений, характеризуемой частотой очисток от них (количество очисток в год) внутренней поверхности стальных элементов трубопроводов для транспорта продукции добывающих скважин

Стадии жизненного цикла	Типы твердых отложений на внутренней поверхности стальных элементов трубопроводов для транспорта продукции добывающих скважин	Код	Частота очисток от АСПО	
			Нормальные [А <sub>н</sub> <sup>вн</sup> – 1]	Повышенные-интенсивные-жесткие [А <sub>н</sub> <sup>вн</sup> – 2]
О. Операции технологические	Отложения АСПО	О.А.1	от 0 до 2	от 2 до 80

Таблица 13 – Нормативные диапазоны интенсивности солевых отложений, характеризуемой частотой очисток от них (количество очисток в год) внутренней поверхности стальных элементов трубопроводов для транспорта продукции добывающих скважин

Стадии жизненного цикла	Типы твердых отложений на внутренней поверхности стальных элементов трубопроводов для транспорта продукции добывающих скважин	Код	Частота очисток от СО	
			Нормальные [O <sub>Н</sub> <sup>ВН</sup> – 1]	Повышенные-интенсивные-жесткие [O <sub>Н</sub> <sup>ВН</sup> – 2]
О. Операции технологические	Солевые отложения (СО)	О.О.1	от 0 до 2	от 2 до 80

6.2.3 Аналогичные нормативные диапазоны интенсивности внешних воздействий на наружное и внутреннее покрытия конкретных трубопроводов нефтегазовые компании разрабатывают для трубопроводов различного назначения на своих месторождениях.

6.2.4 Систематизация по нормативным диапазонам фактических характеристик различных воздействий на внутреннее покрытие конкретных трубопроводов на примере производственных подразделений одной из нефтегазовых компаний Российской Федерации приведена в Приложении А.

6.2.5 На основании данных, приведенных в таблицах 8 – 13 разрабатывается реестр типов внутреннего покрытия стальных элементов трубопроводов для транспорта продукции добывающих скважин стойких к комплексу опасных внешних воздействий в конкретных нормативных диапазонах интенсивности этих воздействий на нефтяных месторождениях.

6.2.6 Систематизация (реестр) типов внутренних покрытий, обладающих стойкостью в конкретных нормативных диапазонах интенсивности внешних воздействий на них на примере производственных подразделений одной из нефтегазовых компаний Российской Федерации приведена в Приложении Б.

Аналогичные систематизации (реестры) типов покрытий для наружных и внутренних поверхностей трубопроводов различного назначения разрабатывают нефтегазовые компании для своих месторождений.

6.2.7 Согласно разработанным в нефтегазовых компаниях реестрам типов наружных и внутренних покрытий трубопроводов разного назначения стойких в конкретных нормативных диапазонах интенсивности внешних воздействий на нефтяных месторождениях должны быть разработаны нефтегазовыми компаниями технические требования к каждому типу

наружного и внутреннего покрытий трубопровода конкретного назначения для производителей трубной продукции с защитными покрытиями.

## 7 Технические требования к стальным элементам трубопроводов с покрытиями

### 7.1 Технические требования к стальным трубам и соединительным деталям с покрытиями

7.1.1 Технические требования к стальным трубам и соединительным деталям с покрытиями должны определяться техническими требованиями к трубопроводу в целом.

7.1.2 Последовательность разработки технических требований, определяющих требуемый уровень качества стальных труб и соединительных деталей с покрытиями, должна соответствовать последовательности разработки технических требований к трубопроводу из этих элементов, представленной на рисунке 3.

7.1.3 Технические требования к трубам и соединительным деталям с покрытиями, определяющие их способность выполнять свое назначение, аналогичны техническим требованиям к трубопроводам из стальных элементов с покрытиями, приведенным в таблицах 1 и 2.

7.1.4 Технические требования к трубам и соединительным деталям с покрытиями, определяющие их энергетическую эффективность, аналогичны техническим требованиям к трубопроводам из стальных элементов с покрытиями, приведенным в таблице 3.

7.1.5 Технические требования к трубам и соединительным деталям с покрытиями, определяющие их надежность, приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Технические требования к трубам и соединительным деталям с покрытиями, определяющие их надежность

Требуемые свойства	Показатели свойств	Нормы на показатели
Безотказность	Интенсивность отказов, $P(\tau)$ , не менее, где $\tau$ – расчетный срок службы	Назначает Проектная организация, согласовывая с Потребителем
Долговечность	Гамма процентный срок службы, $\tau_\gamma$ , где $\tau$ – расчетный срок службы; $\gamma$ – вероятность, выраженная в процентах, $\gamma$ не менее 80%	Назначает Проектная организация, согласовывая с Потребителем

## Окончание таблицы 14

Требуемые свойства	Показатели свойств	Нормы на показатели
Сохраняемость	Срок сохраняемости, год, не менее	Назначает Проектная организация
Ремонтопригодность	Удельная суммарная стоимость устранения отказов, ТО и ремонтов, $C_y$ , средняя стоимость эксплуатации 1 км трубопровода/ год, не более	Назначает Проектная организация, согласовывая с Потребителем

7.1.6 Технические требования к стальным трубам и соединительным деталям с покрытиями, определяющие их безопасность, приведены в таблице 15.

Таблица 15 – Технические требования к стальным трубам и соединительным деталям с покрытиями, определяющие их безопасность

Требуемые свойства	Показатели свойств	Нормы на показатели
Безопасность	Степень риска	Назначает Проектная организация
	Средние убытки от отказов, приходящиеся на 1 км трубопровода/ год.	Назначает Проектная организация

7.1.7 Технические требования к стальным трубам и соединительным деталям с покрытиями, определяющие их технологичность, приведены в таблице 16.

Таблица 16 – Технические требования к стальным трубам и соединительным деталям с покрытиями, определяющие их технологичность

Требуемые свойства	Показатели свойств	Нормы на показатели
Технологичность	Удельная трудоемкость в человеко-часах на 1 км (или 1000 км) трубопровода	Назначает Проектная организация, согласовывая с Потребителем

## **7.2 Технические требования к стальным трубам, подлежащим наружной и внутренней изоляции покрытиями**

7.2.1 Технические требования к стальным трубам, подлежащим наружной и внутренней изоляции покрытиями (таблица 17), должны определяться техническими требованиями к стальным трубам с покрытиями и техническими требованиями к самим покрытиям.

7.2.2 При применении стальных труб с покрытиями не требуется оценка воздействия сред на них под покрытием.

7.2.3 Трубы, подлежащие изоляции наружным и внутренним покрытиями, должны изготавливаться в соответствии со стандартами или ТУ на стальные трубы для трубопроводов на нефтяных месторождениях и корпоративными требованиями нефтяных компаний из следующих трубных сталей:

- углеродистые (марок 10 и 20)/КЛАСС 1;
- низколегированные хладостойкие (марок 09Г2С и т.д.)/КЛАСС 2;
- низкоуглеродистые хладостойкие из модифицированной стали 20 (20А, 20С), стали 09ГСФ и т.д., подвергнутые термической или термомеханической обработке/КЛАСС 3.

Допускается составление временных ТС, дополняющих требования, действующих стандартов и ТУ

7.2.4 Качество изолируемых покрытием наружной и внутренней поверхностей труб должно отвечать техническим требованиям, приведенным в таблице 17.

7.2.5 Технические требования к сталям, используемым для производства труб, подлежащим наружной и внутренней изоляции покрытиями должны определяться ТЗ Потребителя, нормативной документацией и учитывать:

- природные особенности района расположения трубопровода: сейсмичность района, характеристика местности (горы, реки, болота и т.п.);
- технологические параметры эксплуатации трубопровода: расход продукции, давление (пределы его колебания), предельные значения (min, max) температуры продукции;
- наличие различных производственно-технических объектов и коммуникаций, расположенных в зоне прокладки трубопровода: другие расположенные параллельно или пересекающие трубопроводы, кабели, ЖД коммуникации, мосты, эстакады, ЛЭП и т.п.;
- технологию производства труб, подлежащих изоляции покрытиями;
- способ соединения труб с покрытиями при строительстве трубопроводов.

Таблица 17 – Технические требования к стальным трубам, подлежащим изоляции наружным и внутренним покрытиями

Требуемые свойства	Показатели свойств	Нормы на показатели
Пропускная способность	Расход перекачиваемой среды при заданной величине давления, $Q$ , м <sup>3</sup> /сут., не менее	Назначает Проектная организация, согласовывая с Потребителем
Несущая способность	Сохранение прочности при заданном давлении испытательной среды, $P$ , МПа	Назначается Проектной организацией
Герметичность	Допустимые утечки, $Q_{ут}$ , м <sup>3</sup> /сут, не более, при заданном давлении испытательной среды, $P$ , МПа	Назначает Проектная организация, согласовывая с Потребителем
Качество наружной и внутренней поверхности	-Содержание солей, мг/м <sup>2</sup> , не более -Количество пыли, степень; -Размер частиц пыли, класс; -Степень очистки	Определяется требованиями ТУ предприятий по изоляции стальных труб наружным и внутренним полимерным покрытием
	-Средняя высота микронеровностей $R_z$ , мкм, в пределах	Назначает разработчик материала покрытия
Геометрические свойства концевых участков	-Длина не изолируемых концевых участков  -Конструктивные особенности	Определяется требованиями нефтегазовой компании к способу соединения труб с покрытием

7.2.6 Способ соединения труб с внутренним покрытием при строительстве трубопроводов обуславливает конструкцию их присоединительных концов.

7.2.7 Трубы, подлежащие наружной и внутренней изоляции, должны быть испытаны гидравлическим давлением и иметь сертификаты соответствия.

7.2.8 К качеству изолируемых стальных труб в состоянии поставки предъявляются специальные требования, содержащиеся в ТУ Производителя покрытий труб или дополнительных требованиях к ТУ от Потребителя.

### **7.3 Технические требования к стальным соединительным деталям, подлежащим наружной и внутренней изоляции покрытиями**

7.3.1 Технические требования к стальным соединительным деталям, подлежащим наружной и внутренней изоляции покрытиями (таблица 18), должны определяться техническими требованиями к стальным соединительным деталям с покрытиями и техническими требованиями к самим покрытиям.

7.3.2 При применении соединительных деталей с покрытиями не требуется оценка воздействия сред на них под покрытием.

7.3.3 Соединительные детали, подлежащие изоляции наружным и внутренним покрытиями, должны изготавливаться в соответствии со стандартами или ТУ на соединительные детали нефтяных месторождений и корпоративными требованиями нефтяных компаний. Допускается составление временных ТС, дополняющих требования, действующих стандартов и ТУ.

7.3.4 Марка стали соединительных деталей, как правило, должна соответствовать марке стали линейной части трубопровода. Класс прочности соединительных деталей должен быть не ниже класса прочности присоединяемых труб, а также удовлетворять требованиям равнопрочности и свариваемости.

7.3.5 Качество изолируемых покрытиями поверхностей соединительных деталей должно отвечать техническим требованиям, приведенным в таблице 18.

Таблица 18 – Технические требования к соединительным деталям, подлежащим изоляции наружным и внутренним покрытиями

Требуемые свойства	Показатели свойств	Нормы на показатели
Пропускная способность:	Расход перекачиваемой среды при заданной величине давления, $Q$ , м <sup>3</sup> /сут., не менее	Назначает Проектная организация, согласовывая с Потребителем
Несущая способность	Сохранение прочности при заданном давлении испытательной среды, $p$ , МПа	Назначается Проектной организацией
Герметичность	Допустимые утечки, $Q_{ут}$ , м <sup>3</sup> /сут, не более, при заданном давлении испытательной среды, $p$ , МПа	Назначает Проектная организация, согласовывая с Потребителем
Качество наружной и внутренней поверхности в состоянии поставки	-Содержание солей, мг/м <sup>2</sup> , не более -Количество пыли, степень; -Размер частиц пыли, класс; -Степень очистки	Определяется требованиями ТУ предприятий по изоляции стальных фасонных изделий наружным и внутренним полимерным покрытием
	-Средняя высота микронеровностей $R_z$ , мкм, в пределах	Назначает разработчик материала покрытия
Геометрические свойства концевых участков	-Длина не изолируемых концевых участков -Конструктивные особенности	Определяется требованиями нефтегазовой компании к способу соединения труб с покрытием

7.3.6 Толщина стенок соединительных деталей определяется расчетом и должна быть не менее 4 мм. Расчетная толщина стенки должна вычисляться согласно [4] (формула 9). Крутоизогнутые отводы, применяемые для строительства трубопроводов, на которых планируется проведение внутритрубной инспекции, должны иметь радиус изгиба менее  $R=1,5DN$ .

7.3.7 Класс прочности соединительных деталей должен быть не ниже класса прочности присоединяемых труб.

7.3.8 Соединительные детали, подлежащие наружной и внутренней изоляции, должны быть испытаны гидравлическим давлением и иметь сертификаты соответствия.

7.3.9 Изолируемые покрытием соединительные детали, выпускаемые в соответствии с действующими стандартами или ТУ и корпоративными требованиями нефтяных компаний, должны поставляться с дополнительно приваренными патрубками с гладкими или раструбными концами, или фланцами на присоединительных концах в соответствии с согласованной с нефтяными компаниями конструкторской документацией.

7.3.10 Не допускаются к изоляции покрытиями соединительные детали, форма и размеры которых затрудняют доступ к изолируемым внутренним поверхностям и визуальную видимость этих поверхностей оператором при их подготовке к окраске, последующем нанесении лакокрасочных материалов, межоперационном контроле и выходном контроле сформированного внутреннего покрытия.

7.3.11 Не допускаются к изоляции соединительные детали с заглушенными выходными отверстиями.

7.3.12 Не допускаются к изоляции соединительные детали, форма и размеры которых не позволяют обеспечить при дробеочистке и окраске рабочий угол распыляющего факела по отношению к изолируемой внутренней поверхности в пределах  $60^{\circ}$ - $90^{\circ}$ .

7.3.13 Не допускаются к изоляции сварные конструкции соединительных деталей при разнице в толщинах стенки соединяемых элементов в зоне сварного шва более 2 мм.

7.3.14 Сварка фланцев с соединительными деталями должна осуществляться через промежуточное кольцо шириной не более 200 мм, предварительно привариваемое к фланцу.

7.3.15 Технические требования к сталям, используемым для производства соединительных деталей, подлежащих наружной и внутренней изоляции покрытиями должны определяться техническими требованиями Потребителя и учитывать:

- природные особенности района расположения трубопровода: сейсмичность района, характеристика местности (горы, реки, болота и т. п.);
- технологические параметры эксплуатации трубопровода: расход продукции, давление (пределы его колебания), предельные значения (min, max) температуры продукции;
- наличие различных производственно-технических объектов и коммуникаций, расположенных в зоне прокладки трубопровода: другие расположенные параллельно или пересекающие трубопроводы, кабели, ЖД коммуникации, мосты, эстакады, ЛЭП и т.п.;
- технологию производства деталей трубопровода, подлежащих изоляции покрытиями;
- способ соединения деталей трубопровода с покрытием при строительстве трубопроводов.

7.3.16 Способ соединения соединительных деталей с покрытиями при строительстве трубопроводов обуславливает конструкцию их присоединительных концов.

7.3.17 К качеству поверхности изолируемых соединительных деталей в состоянии поставки предъявляются специальные требования, содержащиеся в ТУ производителя покрытий деталей трубопровода или в дополнительных требованиях к ТУ.

#### 7.4 Технические требования к наружному покрытию труб и соединительных деталей

7.4.1 Технические требования к наружному покрытию стальных труб и соединительных деталей должны определяться техническими требованиями к стальным трубам и соединительным деталям с покрытиями.

7.4.2 Наружное покрытие труб и соединительных деталей должно обеспечивать требуемые уровни их теплопередачи и надежности в заданном нормативном диапазоне интенсивности внешних воздействий на это покрытие на разных стадиях жизненного цикла у Потребителя (таблицы 2 и 4). Это обуславливает следующие функции покрытия: теплоизоляция стальных элементов трубопровода и защита их от коррозионного разрушения.

7.4.3 Функции, выполняемые наружным покрытием стальных труб и соединительных деталей, и его требуемые свойства приведены в таблице 19.

Таблица 19 – Функции, выполняемые наружным покрытием стальных труб и соединительных деталей, и его требуемые свойства

Требуемые свойства наружного покрытия труб и соединительных деталей	Функции наружного покрытия труб и соединительных деталей	
	Защита стальных элементов трубопровода от коррозионного разрушения	Теплоизоляция стальных элементов трубопровода
Дефектность внешняя	+	+
Геометрические размеры	+	+
Адгезия	+	+
Диэлектрическая сплошность	+	–
Электропроводность	+	–
Теплопередача	–	+

7.4.4. Виды опасных внешних воздействий на наружное покрытие стальных элементов трубопроводов для транспорта продукции добывающих скважин на разных стадиях их жизненного цикла у Потребителя и требуемые свойства этого покрытия, которые необходимо контролировать при конкретных воздействиях, в качестве примера, приведены в таблице 20.

Таблица 20 – Виды внешних воздействий на наружное покрытие стальных труб и соединительных деталей трубопроводов для транспорта продукции добывающих скважин на разных стадиях их жизненного цикла у Потребителя и свойства покрытия, контролируемые при этих воздействиях

Виды опасных внешних воздействий на наружное покрытие стальных труб и соединительных деталей трубопроводов для транспорта продукции добывающих скважин на разных стадиях их жизненного цикла у Потребителя	Контролируемые свойства наружного покрытия					
	Дефектность внешняя	Геометрические свойства	Адгезия к стали	Диэлектрическая сплошность	Электропроводность	Теплопередача
На стадии хранения (X):						
-контактная нагрузка в сочетании с повышенной температурой $T_{X,max}^{нар}$ , °С	-	+	-	+	-	-
-контактная нагрузка в сочетании с пониженной температурой $T_{X,min}^{нар}$ , °С	-	-	-	+	-	+
-солнечная радиация в сочетании с повышенной температурой $T_{X,max}^{нар}$ , °С	-	-	-	+	-	-
-атмосферные осадки в сочетании с повышенной температурой $T_{X,max}^{нар}$ , °С	-	-	+	-	-	-
На стадии проведения транспортных и строительно-монтажных работ (Т):						
-поперечный изгиб в сочетании с отрицательной температурой $T_{T,min}^{нар}$ , °С	-	-	-	+	-	-
-удар в сочетании с отрицательной температурой $T_{T,min}^{нар}$ , °С	-	-	-	+	-	-
-солнечная радиация в сочетании с повышенной температурой $T_{T,max}^{нар}$ , °С с последующим ударом	-	-	-	+	-	-
На стадии эксплуатации (Э):						
-контактная нагрузка при температуре $T_{Э,max}^{нар}$ , °С	-	-	-	+	-	-
-катодная поляризация при температуре $T_{Э,max}^{нар}$ , °С	-	-	+	-	-	-
-минерализованная водная среда при температуре $T_{Э,max}^{нар}$ , °С	+	-	+	-	+	-
- микроорганизмы	+	-	-	-	-	-
-поперечный изгиб в сочетании с минерализованной водной средой при температуре $T_{Э,max}^{нар}$ , °С	-	-	-	+	-	-
На стадии операций технологических (О):						
-циклическая температура при обработке горячей нефтью, $\Delta T_{O,нефт}^{нар}$ , °С	+	-	-	+	-	-
-циклическая температура от $T_{Э,max}^{нар}$ , °С до $\Delta T_{O,пар}^{нар}$ , °С	+	-	-	+	-	-
Пар водяной $T_O^{нар}$ , °С при очистке нефтесборного трубопровода от пробок в зимний период от 5 до 12 раз продолжительностью, ч., не менее	+	-	-	-	-	-

7.4.5 При периодических и сертификационных испытаниях наружного покрытия труб и соединительных деталей в лабораторных условиях виды внешних воздействий на покрытие должны моделировать опасные внешние воздействия на него в реальных условиях эксплуатации.

7.4.6 Моделирующие виды внешних воздействий на наружное покрытие труб и соединительных деталей трубопроводов для транспорта продукции добывающих скважин при периодических испытаниях в лабораторных условиях, в качестве примера, приведены в таблице 21.

Таблица 21 – Моделирующие виды внешних воздействий на наружное покрытие стальных труб и соединительных деталей трубопроводов для транспорта продукции добывающих скважин при испытаниях в лабораторных условиях

Виды опасных внешних воздействий на наружное покрытие стальных труб и соединительных деталей трубопроводов для транспорта продукции добывающих скважин на разных стадиях их жизненного цикла у Потребителя способные вызвать изменение требуемых свойств покрытия	Моделирующие виды внешних воздействий, соответствующих заданному нормативному диапазону их интенсивности $[T_{\text{н}}^{\text{нар}} - i]$ °С, на наружное покрытие труб и соединительные детали трубопроводов для транспорта продукции добывающих скважин при периодических испытаниях в лабораторных условиях
Поперечный изгиб в сочетании с температурой $T_{\text{т.мин}}$ °С	Поперечный изгиб с заданной стрелой прогиба в сочетании с температурой $[T_{\text{н}}^{\text{нар}} - i]_{\text{т.т.1}}$ °С
Удар в сочетании с температурой $T_{\text{т.мин}}$ °С	Удар с заданной энергией $Q_{\text{т.мах}}$ Дж/мм толщины покрытия в сочетании с температурой $[T_{\text{н}}^{\text{нар}} - i]_{\text{т.т.1}}$ °С
Солнечная радиация в сочетании с температурой $T_{\text{т.мах}}$ °С с последующим поперечным изгибом	УФ-облучение с заданной интенсивностью при температуре $[T_{\text{н}}^{\text{нар}} - i]_{\text{т.т.2}}$ °С на заданной базе времени с последующим ударом с энергией $Q_{\text{т.мах}}$ Дж/мм толщины покрытия
Циклическая температура от $T_{\text{э.мин}}^{\text{нар}}$ °С до $T_{\text{э.мах}}^{\text{нар}}$ °С	Циклическая температура от $[T_{\text{н}}^{\text{нар}} - i]_{\text{э.т.1}}$ °С до $[T_{\text{н}}^{\text{нар}} - i]_{\text{э.т.2}}$ °С при заданном числе циклов
Удельная контактная нагрузка в сочетании с температурой $T_{\text{э.мах}}^{\text{нар}}$ °С	Заданная удельная контактная нагрузка $q_{\text{э}}^{\text{нар}}$ МПа в сочетании с температурой $[T_{\text{н}}^{\text{нар}} - i]_{\text{э.т.2}}$ °С на заданной базе времени испытаний
Катодная поляризация при температуре $T_{\text{э.мах}}^{\text{нар}}$ °С	Катодная поляризация стали с покрытием при температуре $[T_{\text{н}}^{\text{нар}} - i]_{\text{э.т.2}}$ °С при заданных значениях электрического напряжения $V_{\text{эл}}$ В и базы времени испытаний
Минерализованная водная среда при температуре $T_{\text{э.мах}}^{\text{нар}}$ °С	3%-ный водный раствор NaCl при температуре $[T_{\text{н}}^{\text{нар}} - i]_{\text{э.т.2}}$ °С на заданной базе времени испытаний

## Окончание таблицы 21

Виды опасных внешних воздействий на наружное покрытие стальных труб и соединительных деталей трубопроводов для транспорта продукции добывающих скважин на разных стадиях их жизненного цикла у Потребителя способные вызвать изменение требуемых свойств покрытия	Моделирующие виды внешних воздействий, соответствующих заданному нормативному диапазону их интенсивности $[T_n^{\text{нар}} - i]$ °С, на наружное покрытие труб и соединительные детали трубопроводов для транспорта продукции добывающих скважин при периодических испытаниях в лабораторных условиях
Микроорганизмы	Биологически активная среда по ГОСТ 9.049 и ГОСТ 9.050
Минерализованная водная среда при температуре $T_{\text{э.мах}}^{\text{нар}}$ °С в сочетании с поперечным изгибом	3%-ный водный раствор NaCl при температуре $[T_n^{\text{нар}} - i]_{\text{э.т.2}}$ °С на заданной базе времени испытаний с последующим поперечным изгибом стали с покрытием с заданной стрелой прогиба
Пар водяной $T_0^{\text{нар}}$ °С при очистке нефтесборного трубопровода от пробок в зимний период от 5 до 12 раз продолжительностью, ч., не менее	Пар водяной при температуре $[T_n^{\text{нар}} - i]_{\text{0.т.1}}$ °С на заданной базе времени испытаний при операциях технологических
Примечание: Буквенно-цифровой шифр приведен в соответствии с пунктами 6.1.1.-6.1.4 настоящего стандарта	

7.4.7 Технические требования к наружному покрытию стальных труб и соединительных деталей трубопроводов для транспорта продукции добывающих скважин, определяющие его способность выполнять свои функции (таблица 19) при внешних воздействиях на него в заданном нормативном диапазоне их интенсивности на различных стадиях жизненного цикла у Потребителя (таблица 20), должны содержать требуемые свойства этого покрытия (таблица 19), показатели требуемых свойств покрытия в исходном состоянии и при внешних воздействиях на него, моделирующих реальные воздействия в заданном нормативном диапазоне их интенсивности (таблица 21), нормы на показатели и методы контроля соответствия фактических показателей покрытия этим нормам при периодических и сертификационных испытаниях в лабораторных условиях на образцах, приведенных в Приложении В.

7.4.8 Технические требования к наружному покрытию стальных труб и соединительных деталей трубопроводов для транспорта продукции добывающих скважин, в качестве примера, приведены в таблице 22.

Таблица 22 – Технические требования к наружному покрытию стальных труб и соединительных деталей трубопроводов для транспорта продукции добывающих скважин

Свойство	Показатель	Норма	Метод испытания и методика контроля
1 Дефектность внешняя:			
-в исходном состоянии при температуре плюс $(20\pm 5)^\circ\text{C}$	Внешний вид	Отсутствие пропусков, пузырей, вздутий, отслоений	Метод по ГОСТ 9.407  Методика по Приложению Г настоящего стандарта
-после выдержки 100 сут. в 3%-ном водном растворе NaCl в течение при температуре $[T_{\text{н}}^{\text{нар}} - i]_{\text{э.т.2}}^\circ\text{C}^{1)}$		Отсутствие пузырей, вздутий, размягчения покрытия, значительного изменения цвета	Метод по ГОСТ 9.407  Методика по Приложению Г настоящего стандарта
-после циклического изменения температуры от $[T_{\text{н}}^{\text{нар}} - i]_{\text{э.т.1}}^\circ\text{C}^{2)}$ до $[T_{\text{н}}^{\text{нар}} - i]_{\text{э.т.2}}^\circ\text{C}$ или до плюс $120^\circ\text{C}$ при периодической пропарке, при числе циклов не менее 10		Отсутствие пузырей, вздутий, отслаивания на краевых участках	Метод по ГОСТ 31448 Приложение В  Методика по Приложению Г настоящего стандарта
-после воздействия биологически активной среды (для покрытий из полиолефинов)		Отсутствие раковин и мелких каверн	Метод по ГОСТ 9.049  Метод по ГОСТ 9.050
2 Геометрические размеры:			
-в исходном состоянии при температуре плюс $(20\pm 5)^\circ\text{C}$	Толщина, мм, не менее	Рекомендации Поставщиков материалов и соответствие требованиям настоящего стандарта	Метод по ГОСТ 31993 (ISO 2808)  Методика по Приложению Д настоящего стандарта
-после действия удельной контактной нагрузки 10 МПа при температуре $[T_{\text{н}}^{\text{нар}} - i]_{\text{э.т.2}}^\circ\text{C}$ в течение 24 ч	Относительное уменьшение толщины, %, не более	10	Метод по ГОСТ Р 51164 Приложение Е  Методика по Приложению Д настоящего стандарта

## Продолжение таблицы 22

Свойство	Показатель	Норма	Метод испытания и методика контроля
3 Диэлектрическая сплошность:			
-в исходном состоянии при температуре плюс $(20\pm 5)$ °С	Отсутствие электрического пробоя покрытия при величине напряжения, кВ/мм толщины покрытия, не менее	5,0	Метод по ГОСТ Р 51164
-после поперечного изгиба стали с покрытием с заданной стрелой прогиба $f_{\max}$ , мм, (для покрытий из терморектопластов) при температуре: а) плюс $(20\pm 5)$ °С б) минус $(40\pm 3)$ °С			Методика по Приложению Е настоящего стандарта
-после прямого удара (для покрытий из терморектопластов) с энергией 5 Дж/мм толщины покрытия при температуре: а) плюс $(20\pm 5)$ °С б) минус $(40\pm 3)$ °С	Отсутствие электрического пробоя покрытия при величине напряжения, кВ/мм толщины покрытия, не менее	5,0	Метод по ГОСТ Р 51164 Приложение А
-после УФ-радиации с заданной интенсивностью при температуре $[T_{\text{н}}^{\text{нар}} - i]_{\text{х.т.2}}$ °С <sup>3)</sup> на заданной базе времени с последующим прямым ударом с энергией 5 Дж/мм толщины покрытия (для покрытий из полиолефинов)			Метод по ГОСТ 4765
-после поперечного изгиба с заданной стрелой прогиба $f_{\max}$ при одновременной выдержке в 3%-ном водном растворе NaCl в течение 100 суток при температуре $[T_{\text{н}}^{\text{нар}} - i]_{\text{э.т.2}}$			Методика по Приложению Е настоящего стандарта
			Метод по [5]
			Методика по Приложению Е настоящего стандарта

## Продолжение таблицы 22

Свойство	Показатель	Норма	Метод испытания и методика контроля
4 Адгезия к стали:			
-в исходном состоянии:			
а) при температуре плюс (20±5) °С;	При Х-образном надрезе (для покрытий из терморектопластов), балл, не более	1	Метод по ГОСТ 32702.2 (ISO 16276-2)  Методика по Приложению Ж настоящего стандарта
	При отрыве «грибка» (для покрытий из терморектопластов), МПа, не менее	5,0 (отсутствие отслаивания от стали)	Метод по ГОСТ 32299 (ISO 4624)  Методика по Приложению Ж настоящего стандарта
	При отслаивании полосы покрытия (для покрытий из термопластов), Н/см, не менее	50,0 (отсутствие отслаивания от стали)	Метод по ГОСТ 411  Методика по Приложению Ж настоящего стандарта
б) при температуре $[T_{\text{н}}^{\text{нар}} - i]_{\text{э.т.2}} \text{ } ^\circ\text{C}$	Характер разрушения покрытия:	Отсутствие отслаивания от стали	Метод по ГОСТ 32299 (ISO 4624)  Методика по Приложению Ж настоящего стандарта
	-при отрыве «грибка» (для покрытий из терморектопластов)  -при отслаивании полосы покрытия (для покрытий из термопластов)		Метод по ГОСТ 411  Методика по Приложению Ж настоящего стандарта

## Продолжение таблицы 22

Свойство	Показатель	Норма	Метод испытания и методика контроля
-после выдержки в 3%-ном водном растворе NaCl на базах времени испытаний $c=70$ сут. и $\tau_2=100$ сут. при температуре $[T_n^{\text{нар}} - i]_{\text{э.т.2}}$ °C	Относительное уменьшение адгезионной прочности на двух заданных базах времени испытаний с последующим отрывом «грибка» (для покрытий из терморектопластов), не менее или отслаивании полосы (для покрытий из термопластов), $\sigma(\tau_2)/\sigma(\tau_1)$ , не менее	0,925 <sup>4)</sup> при сроке службы $\tau_p$ не менее 20 лет и усилие отрыва грибка на базе времени $\tau_1=70$ сут. не менее 5 МПа	Метод по ГОСТ 32299 (ISO 4624)  Методика по Приложению Ж настоящего стандарта
		0,925 <sup>1)</sup> при сроке службы $\tau_p$ не менее 20 лет и усилие отслаивания полосы на базе времени $\tau_1=70$ сут. не менее 50 Н/см	Метод по ГОСТ 411  Методика по Приложению Ж настоящего стандарта
-после катодной поляризации в течение 30 суток при электрическом напряжении 1,5 V в 3%-ном водном растворе NaCl при температуре при температуре $[T_n^{\text{нар}} - i]_{\text{э.т.2}}$ °C <sup>5)</sup>	Площадь отслаивания, см <sup>2</sup> , не более	10	Метод по ГОСТ Р 51164 Приложение В

## Окончание таблицы 22

Свойство	Показатель	Норма	Метод испытания и методика контроля
-после воздействия пара водяного в течение заданного времени при температуре плюс 120 °С	При X-образном надрезе (для покрытий из терморект-пластов), балл, не более	1	Метод по ГОСТ 32702.2 (ISO 16276-2) Методика по Приложению Ж настоящего стандарта
	При отслаивании полосы покрытия (для покрытий из термопластов)	Отсутствие отслаивания от стали	Метод по ГОСТ 411 Методика по Приложению Ж настоящего стандарта
<b>5 Электропроводность:</b>			
-в исходном состоянии при температуре плюс (20±5) °С	Переходное сопротивление, Ом·м <sup>2</sup> , не менее	10 <sup>8</sup>	Метод по ГОСТ Р 51164 Приложение Г
-после выдержки в 3%-ном водном растворе NaCl при температуре $[T_{\text{н}}^{\text{нар}} - i]_{\text{Э.Т.2}}$ °С в течение 100 сут		10 <sup>7</sup>	Методика по Приложению И настоящего стандарта
<p>Примечания:</p> <p>1 <math>[T_{\text{н}}^{\text{нар}} - i]_{\text{Э.Т.2}}</math> °С – максимальная рабочая температура трубопровода для каждого нормативного диапазона интенсивности воздействий: 60 °С, 80 °С, 110 °С, 150 °С.</p> <p>2 <math>[T_{\text{н}}^{\text{нар}} - i]_{\text{Э.Т.1}}</math> °С – минимальная рабочая температура трубопровода для каждого нормативного диапазона интенсивности воздействий: минус 5 °С.</p> <p>3 <math>[T_{\text{н}}^{\text{нар}} - i]_{\text{Х.Т.2}}</math> °С – максимальная температура при хранении элементов трубопровода у Потребителя для каждого нормативного диапазона интенсивности воздействий: плюс 60 °С.</p> <p>4 Норму на соотношение адгезионной прочности покрытия при нормальном отрыве <math>k = \sigma(\tau_2) / \sigma(\tau_1)</math> на двух базах времени <math>\tau_1</math> и <math>\tau_2</math> при регламентированном сроке службы <math>\tau</math> находят из выражения <math>K_{\sigma} = \left[ 1 - \left( \frac{\tau_2}{\tau_p} \right)^{0,083} \right] / \left[ 1 - \left( \frac{\tau_1}{\tau_p} \right)^{0,083} \right]</math>. При регламентированном сроке службы покрытия <math>\tau_p</math> не менее 20 лет и базах времени воздействия внешней среды <math>\tau_1 = 70</math> суток и <math>\tau_2 = 100</math> суток норма на соотношение адгезионной прочности «<math>K_p \geq 0,925</math>».</p> <p>5 Испытания проводят при дополнительной катодной защите трубопровода.</p>			

7.4.9 Технические требования к наружному теплоизоляционному покрытию труб и соединительных деталей приведены в ГОСТ 30732. Материал и толщина теплоизоляционного покрытия должны назначаться на основе теплотехнических расчетов из условий обеспечения необходимой температуры трубопровода в процессе его эксплуатации.

7.4.10 Наружные покрытия труб, как и сами трубы, не являются объектами обязательной сертификации [6]. Поэтому сертификационные и периодические испытания наружного покрытия труб и деталей трубопровода на соответствие техническим требованиям, приведенным в таблице 22 и ГОСТ 30732, может выполнять специализированная испытательная лаборатория, аккредитованная в соответствующей области.

## **7.5 Технические требования к внутреннему покрытию труб и соединительных деталей**

7.5.1 Технические требования к внутреннему покрытию стальных труб и соединительных деталей должны определяться техническими требованиями к стальным трубам и соединительным деталям с покрытиями.

7.5.2 Внутреннее покрытие стальных труб и соединительных деталей должно обеспечивать требуемый уровень их качества в заданном диапазоне интенсивности внешних воздействий в течение расчетного срока службы.

7.5.3 Для обеспечения требуемого уровня надежности стальных труб и соединительных деталей их внутреннее покрытие должно выполнять следующие функции:

- защищать сталь от коррозионного разрушения,
- сульфидного растрескивания в сероводородсодержащей водной среде,
- коррозионно-механического разрушения, вызываемого потоком транспортируемой электрохимически активной среды, содержащей значительное количество механических примесей.

7.5.4 Для обеспечения требуемого уровня энергетической эффективности стальных труб и соединительных деталей их внутреннее покрытие должно выполнять следующие функции:

- предотвращать образование значительных твердых отложений асфальтосмолопарафинов и минеральных солей;
- снижать шероховатость проточных поверхностей на величину, определяемую толщиной ламинарного подслоя.

7.5.5 Функции, выполняемые внутренним покрытием стальных труб и соединительных деталей, и его требуемые свойства приведены в таблице 23.

Таблица 23 – Функции, выполняемые внутренним покрытием стальных труб и соединительных деталей, и его требуемые свойства

Требуемые свойства внутреннего покрытия труб и соединительных деталей	Функции внутреннего покрытия труб и соединительных деталей		
	Защита стали от коррозионно-механического разрушения	Защита стали от сульфидного растрескивания	Поддержание требуемого уровня энергетической эффективности
Дефектность внешняя	+	+	–
Адгезия к стали	+	+	–
Диэлектрическая сплошность	+	+	–
Геометрические размеры	+	+	–
Способность сохранять геометрические размеры при воздействии потока жидкости, содержащего мех. примеси	+	+	–
Электропроводность	+	+	–
Способность защищать сталь от сульфидного растрескивания	+	+	–
Сопротивление образованию АСПО	–	–	+
Сопротивление образованию СО	–	–	+

7.5.6 Виды опасных внешних воздействий на внутреннее покрытие стальных труб и соединительных деталей трубопроводов для транспорта продукции добывающих скважин на разных стадиях их жизненного цикла у Потребителя и требуемые свойства этого покрытия, которые необходимо контролировать в конкретном нормативном диапазоне этих воздействий, в качестве примера, приведены в таблице 24.

Таблица 24 – Виды опасных внешних воздействий на внутреннее покрытие труб и соединительных деталей для транспорта продукции добывающих скважин на разных стадиях их жизненного цикла у Потребителя и свойства покрытия, контролируемые при этих воздействиях

Виды опасных внешних воздействий на внутреннее покрытие труб и соединительных деталей трубопроводов для транспорта продукции добывающих скважин на разных стадиях их жизненного цикла у Потребителя, способные вызвать изменение требуемых свойств покрытия	Контролируемые свойства внутреннего покрытия								
	Дефектность внешняя	Адгезия к стали	Диэлектрическая сплошность	Геометрические размеры	Способность сохранять геометрические размеры при воздействии потока жидкости, содержащего мех. примеси	Электропроводность	Способность защищать сталь от сульфидного растрескивания	Сопротивление образованию АСПО	Сопротивление образованию СО
<u>На стадии хранения (X):</u>									
Отрицательная температура $T_{X.min}$ °С	–	+	–	–	–	–	–	–	–
<u>На стадии транспортирования и проведения строительно-монтажных работ (Т):</u>									
-поперечный изгиб в сочетании с отрицательной температурой $T_{T.min}$ °С	–	+	–	–	–	–	–	–	–
-обратный удар в сочетании с отрицательной температурой $T_{T.min}$ °С	–	+	–	–	–	–	–	–	–

## Окончание таблицы 31

Виды опасных внешних воздействий на внутреннее покрытие труб и соединительных деталей трубопроводов для транспорта продукции добывающих скважин на разных стадиях их жизненного цикла у Потребителя, способные вызвать изменение требуемых свойств покрытия	Контролируемые свойства внутреннего покрытия								
	Дефектность внешняя	Адгезия к стали и между слоями	Диэлектрическая сплошность	Геометрические размеры	Способность сохранять геометрические размеры при воздействии потока жидкости, содержащего мех. примеси	Электропроводность	Способность защищать сталь от сульфидного растрескивания	Сопротивление образованию АСПО	Сопротивление образованию СО
<u>На стадии эксплуатации (Э):</u>									
-компоненты транспортируемой среды:									
а) минерализованная вода	-	+	-	-	-	+	-	-	-
б) нефть	+	-	-	-	-	-	-	-	-
в) сероводород	-	+	-	-	-	-	+	-	-
г) двуокись углерода	+	-	-	-	-	-	-	-	-
д) углеводородный газ	+	-	-	-	-	-	-	-	-
-поперечный изгиб в сочетании с транспортируемой средой при температуре $T_{Э,мах}^{ВН}$ °С и давлении $p_{Э,мах}^{ВН}$ МПа	-	-	+	-	-	-	-	-	-
-поток транспортируемой среды с мех. примесями	-	-	-	+	+	-	-	-	-
-отложения асфальтосмолорпарафинов	-	-	-	-	-	-	-	+	-
-отложения минеральных солей		-	-	-	-	-	-	-	+
<u>На стадии операций технологических (О):</u>									
-прокачка нефти при температуре плюс 100 °С	+	-	-	-	-	-	-	-	-
-прокачка пара водяного при температуре плюс 120 °С	+	+	-	-	-	-	-	-	-
-циклическая температура $\Delta T_{О,пар}^{ВН}$ °С	+	-	-	-	-	-	-	-	-
-царапание очищающим устройством	-	-	+	-	-	-	-	-	-

7.5.7 При периодических и сертификационных испытаниях внутреннего покрытия труб и соединительных деталей в лабораторных условиях виды внешних воздействий на покрытие должны моделировать опасные внешние воздействия на него в реальных условиях эксплуатации.

7.5.8 Моделирующие виды внешних воздействий на внутреннее покрытие труб и соединительных деталей трубопроводов для транспорта продукции добывающих скважин при испытаниях в лабораторных условиях приведены в таблице 25

Таблица 25 – Моделирующие виды внешнего воздействия на внутреннее покрытие труб и соединительных деталей трубопроводов для транспорта продукции добывающих скважин

Виды опасных внешних воздействий на внутреннее покрытие труб и соединительных деталей трубопроводов для продукции добывающих скважин на разных стадиях их жизненного цикла у Потребителя, способные вызвать изменение требуемых свойств покрытия	Моделирующие виды внешних воздействий, соответствующих заданному нормативному диапазону $[T_H^{BH} - i]$ °C и $[P_H^{BH} - i]$ МПа, на внутреннее покрытие труб и соединительных деталей трубопроводов для транспорта продукции добывающих скважин при испытаниях в лабораторных условиях
Поперечный изгиб в сочетании с температурой $T_{T.min}$ °C	Поперечный изгиб стали с покрытием с заданной стрелой прогиба в сочетании с температурой $[T_H^{BH} - i]_{T.T.1}$ °C
Обратный удар в сочетании с температурой $T_{T.min}$ °C	Обратный удар с энергией $Q_{T.max}$ , Дж/мм толщины покрытия в сочетании с температурой $[T_H^{BH} - i]_{T.T.1}$ °C
Циклическая температура от $T_{Э.min}^{BH}$ °C до $T_{Э.max}^{BH}$ °C	Циклическая температура от $[T_H^{BH} - i]_{Э.T.1}$ °C до $[T_H^{BH} - i]_{Э.T.2}$ °C при заданном числе циклов
Минерализованная вода при температуре $T_{Э.max}^{BH}$ °C и давлении $p_{Э.max}^{BH}$ МПа	3%-ный водный раствор NaCl при температуре $[T_H^{BH} - i]_{Э.T.2}$ °C и давлении $[P_H^{BH} - i]_{Э.M.2}$ МПа на заданной базе времени испытаний
Нефть при температуре $T_{Э.max}^{BH}$ °C и давлении $p_{Э.max}^{BH}$ МПа	Обезвоженная нефть при температуре $[T_H^{BH} - i]_{Э.T.2}$ °C и давлении $[P_H^{BH} - i]_{Э.M.2}$ МПа на заданной базе времени испытаний
Свободный углеводородный газ в транспортируемой продукции при температуре $T_{Э.max}^{BH}$ °C и давлении $p_{Э.max}^{BH}$ МПа с периодическим сбросом давления	5%-ный водный раствор NaCl, насыщенный N <sub>2</sub> и CO <sub>2</sub> , при температуре $[T_H^{BH} - i]_{Э.T.2}$ °C и давлении $[P_H^{BH} - i]_{Э.M.2}$ МПа на заданной базе времени испытаний с последующей декомпрессией
Сероводород при температуре $T_{Э.max}^{BH}$ °C и давлении $p_{Э.max}^{BH}$ МПа	5%-ный водный раствор NaCl, насыщенный H <sub>2</sub> S и CO <sub>2</sub> , при температуре плюс $(20 \pm 5)$ °C и давлении $[P_H^{BH} - i]_{Э.M.2}$ МПа на заданной базе времени испытаний
Транспортируемая продукция при температуре $T_{Э.max}^{BH}$ °C и давлении $p_{Э.max}^{BH}$ МПа в сочетании с поперечным изгибом	3%-ный водный раствор NaCl при температуре $[T_H^{BH} - i]_{Э.T.2}$ °C и давлении $[P_H^{BH} - i]_{Э.M.2}$ МПа на заданной базе времени с последующим поперечным изгибом

## Окончание таблицы 25

Виды опасных внешних воздействий на внутреннее покрытие труб и соединительных деталей трубопроводов для продукции добывающих скважин на разных стадиях их жизненного цикла у Потребителя, способные вызвать изменение требуемых свойств покрытия	Моделирующие виды внешних воздействий, соответствующих заданному нормативному диапазону $[T_H^{BH} - i]$ °С и $[P_H^{BH} - i]$ МПа, на внутреннее покрытие труб и соединительных деталей трубопроводов для транспорта продукции добывающих скважин при испытаниях в лабораторных условиях
Поток транспортируемой среды при скорости течения $v^{BH}$ , м/с с мех. примесями $K_{мех}^{BH}$ мг/дм <sup>3</sup>	Поток водной среды при скорости течения 5 м/с и концентрации кварцевого песка 3% с последующим пересчетом на реальные значения скорости и концентрации мех. примесей
Нефть при температуре плюс 100 °С	Нефть при температуре $[T_H^{BH} - i]_{0.1}$ °С на заданной базе времени испытаний
Пар водяной $T_0^{BH}$ при температуре плюс 120 °С	Пар водяной при температуре $[T_H^{BH} - i]_{0.1}$ °С на заданной базе времени испытаний
Царапание очищающим устройством	Царапание твердым контртелом при заданной контактной нагрузке
АСПО и СО	Отложения модельных сред, образующих АСПО и СО
Примечание: Буквенно-цифровой шифр приведен в соответствии с пунктами 6.1.1.-6.1.4 настоящего стандарта	

7.5.9 Технические требования к внутреннему покрытию стальных труб и соединительных деталей трубопроводов для транспорта продукции добывающих скважин, определяющие его способность выполнять свои функции (таблица 19) при внешних воздействиях на него в заданном нормативном диапазоне их интенсивности на различных стадиях жизненного цикла у потребителя (таблица 20), должны содержать требуемые свойства этого покрытия (таблица 19), показатели требуемых свойств покрытия в исходном состоянии и при внешних воздействиях на него, моделирующих реальные воздействия в заданном нормативном диапазоне их интенсивности (таблица 21), нормы на показатели и методы контроля соответствия фактических показателей покрытия этим нормам при периодических и сертификационных испытаниях в лабораторных условиях на образцах, приведенных в Приложении К.

7.5.10 Технические требования к внутреннему покрытию стальных труб и соединительных деталей трубопроводов для транспорта продукции добывающих скважин, в качестве примера, приведены в таблице 26.

Таблица 26 – Технические требования к внутреннему покрытию стальных труб и соединительных деталей трубопроводов для транспорта продукции добывающих скважин

Свойство	Показатель	Норма	Метод испытания и методика контроля			
1 Дефектность внешняя:	Внешний вид	Отсутствие пропусков, пузырей, вздутий, отслоений	Метод по ГОСТ 9.407			
-в исходном состоянии при температуре плюс $(20\pm 5)$ °С			Методика по Приложению Л настоящего стандарта			
-после выдержки 100 сут. при давлении $[P_H^{BH} - i]_{Э.М.2}$ МПа <sup>1)</sup> в модельных средах:		Отсутствие пузырей, вздутий, размягчения покрытия, значительного изменения цвета	Метод по ГОСТ 9.407			
а) в 3%-ном водном растворе NaCl при температуре $[T_H^{BH} - i]_{Э.Т.2}$ °С <sup>2)</sup>			Методика по Приложению Л настоящего стандарта			
б) в обезвоженной нефти при температуре $[T_H^{BH} - i]_{Э.Т.2}$ °С (или плюс 110 °С при периодической прокачке горячей нефти)		Отсутствие пузырей, вздутий	Метод по ГОСТ 9.407	Методика по Приложению Л настоящего стандарта		
-после декомпрессии с предварительной выдержкой в течение 24 ч. при температуре $[T_H^{BH} - i]_{Э.Т.2}$ °С и давлении $[P_H^{BH} - i]_{Э.М.2}$ МПа в модельных средах:						
а) 5%-ный водный раствор NaCl, насыщенный CO <sub>2</sub> и N <sub>2</sub>						
б) жидкая углеводородная среда (50% керосина + 50% толуола), насыщенная N <sub>2</sub>						
-после циклического изменения температуры от $[T_H^{BH} - i]_{Э.Т.1}$ °С <sup>3)</sup> до $[T_H^{BH} - i]_{Э.Т.2}$ °С (или плюс 110 °С при периодической прокачке горячей нефти) при числе циклов не менее 10	Отсутствие отслаивания на краевых участках образца				Метод по ГОСТ 9.407	Методика по Приложению Л настоящего стандарта

## Продолжение таблицы 26

Свойство	Показатель	Норма	Метод испытания и методика контроля
2 Геометрические размеры: -в исходном состоянии при температуре плюс $(20\pm 5)$ °С	Толщина, мм, не менее	Рекомендации Поставщиков материалов и соответствие требованиям настоящего стандарта	Метод по ГОСТ 31993 (ISO 2808)  Методика по Приложению М настоящего стандарта
3 Способность сохранять геометрические размеры: -после воздействия потока жидкости со скоростью $[\Pi_{\text{H}}^{\text{BH}} - i]_{\text{Э.П.1}}$ м/с <sup>5</sup> и концентрацией мех. примесей, $[\Pi_{\text{H}}^{\text{BH}} - i]_{\text{Э.П.2}}$ , не более, мг/дм <sup>3 6</sup>	Скорость изменения толщины покрытия, мкм/ч, не более	0,0034 <sup>4)</sup> при сроке службы $\tau_p$ не менее 20 лет	Метод по ГОСТ 20811  или  Методика по Приложению Н настоящего стандарта
4 Диэлектрическая сплошность: -в исходном состоянии при температуре плюс $(20\pm 5)$ °С	Отсутствие электрического пробоя покрытия при величине напряжения, кВ/мм толщины покрытия, не менее	5,0	Методика по Приложению П настоящего стандарта
-после поперечного изгиба стали с покрытием с заданной стрелой прогиба $f_{\text{max}}$ , мм при температуре: а) плюс $(20\pm 5)$ °С; б) минус $(40\pm 3)$ °С			Методика по Приложению П настоящего стандарта
-после обратного удара с энергией 5 Дж/мм толщины покрытия при температуре: а) плюс $(20\pm 5)$ °С; б) минус $(40\pm 3)$ °С			Методика по Приложению П настоящего стандарта
-после поперечного изгиба с заданной стрелой прогиба $f_{\text{max}}$ в 3%-ном водном растворе NaCl в течение 100 суток при температуре $[\text{T}_{\text{H}}^{\text{BH}} - i]_{\text{Э.Т.2}}$ °С и давлении $[\text{P}_{\text{H}}^{\text{BH}} - i]_{\text{Э.М.2}}$ МПа			Методика по Приложению П настоящего стандарта
-после царапания при заданной контактной нагрузке			Методика по Приложению П настоящего стандарта

## Продолжение таблицы 26

Свойство	Показатель	Норма	Метод испытания и методика контроля
5 Адгезия к стали			
-в исходном состоянии:	При X-образном надрезе, балл, не более	1	Метод по ГОСТ 32702.2 (ISO 16276-2) Методика по Приложению Р настоящего стандарта
а) при температуре плюс $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$	При отрыве «грибка», МПа, не менее	5,0 (отсутствие отслаивания от стали)	Метод по ГОСТ 32299 (ISO 4624) Методика по Приложению Р настоящего стандарта
б) при температуре $[T_H^{BH} - i]_{Э.Т.2}^\circ\text{C}$	При отрыве «грибка»	Отсутствие отслаивания от стали	Метод по ГОСТ 32299 (ISO 4624) Методика по Приложению Р настоящего стандарта
-после выдержки в 3%-ном водном растворе NaCl на базах времени испытаний $\tau_1=70$ сут. и $\tau_2=100$ сут. при температуре $[T_H^{BH} - i]_{Э.Т.2}^\circ\text{C}$ и давлении $[P_H^{BH} - i]_{Э.М.2}$ МПа	Относительное уменьшение адгезионной прочности на двух заданных базах времени испытаний с последующим отрывом «грибка», $\sigma(\tau_2)/\sigma(\tau_1)$ , не менее	0,925 <sup>7)</sup> при сроке службы $\tau_p$ не менее 20 лет и усилия отрыва грибка на базе времени $\tau_1=70$ сут. не менее 5 МПа	Метод по ГОСТ 32299 (ISO 4624) Методика по Приложению Р настоящего стандарта
6 Электропроводность:			
-в исходном состоянии плюс $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$	Переходное сопротивление, Ом·м <sup>2</sup> , не менее	$10^8$	Методика по Приложению С настоящего стандарта
-после выдержки в течение 100 сут. в 3%-ном водном растворе NaCl при температуре $[T_H^{BH} - i]_{Э.Т.2}^\circ\text{C}$ и давлении $[P_H^{BH} - i]_{Э.М.2}$ МПа	Переходное сопротивление, Ом·м <sup>2</sup> , не менее	$10^7$	Методика по Приложению С настоящего стандарта

## Окончание таблицы 26

Свойство	Показатель	Норма	Метод испытания и методика контроля
7 Способность защищать сталь от сульфидного растрескивания:			
-после выдержки в 5%-ном водном растворе NaCl, насыщенном H <sub>2</sub> S и CO <sub>2</sub> , при температуре (20±5) °С и давлении [P <sub>н</sub> <sup>вн</sup> – i] <sub>Э.М.2</sub> МПа в течение 720 ч	Внешний вид поверхности стали под покрытием	Отсутствие пленки сульфида железа черного цвета	Методика по Приложению Т настоящего стандарта
8 Сопротивление образованию АСПО	Относительная площадь отмыва водой пленки нефти на поверхности покрытия за 10 мин, %, не менее	50	Методика по Приложению У настоящего стандарта
9 Сопротивление образованию СО	Относительное уменьшение усилия сдвига отложения солей на покрытии по сравнению с усилием сдвига на неизолированной внутренней поверхности труб и соединительных деталей, %, не менее	50	Методика по Приложению У настоящего стандарта
<p>Примечания:</p> <p>1 [P<sub>н</sub><sup>вн</sup> – i]<sub>Э.М.2</sub> МПа – максимальное рабочее давление в трубопроводе для каждого нормативного диапазона интенсивности воздействий: 5,0 МПа, 8,0 МПа, 10,0 МПа, 15,0 МПа.</p> <p>2 [T<sub>н</sub><sup>вн</sup> – i]<sub>Э.Т.2</sub> °С – максимальная рабочая температура трубопровода для каждого нормативного диапазона интенсивности воздействий: 60 °С, 80 °С, 110 °С, 150 °С.</p> <p>3 [T<sub>н</sub><sup>вн</sup> – i]<sub>Э.Т.1</sub> °С – минимальная рабочая температура трубопровода для каждого нормативного диапазона интенсивности воздействий: минус 5 °С.</p> <p>4 Норму на скорость изменения толщины покрытия при гидроабразивном изнашивании <math>v_{пк}</math> находят из выражения <math>v_{пк} = \frac{\Delta\delta_{пк}}{\tau_p}</math>, где <math>\Delta\delta_{пк}</math> - допускаемое изменение толщины покрытия в течение регламентированного срока службы <math>\tau_p</math>. При <math>\Delta\delta_{пк} = 0,3</math> мм и <math>\tau_p = 20</math> лет норма на скорость гидроабразивного изнашивания <math>v_{из} \leq 0,0034</math> мкм/ч.</p>			

5  $[\Pi_{\text{н}}^{\text{вн}} - i]_{\text{э.п.1}}$  м/с – максимальная скорость потока на стадии эксплуатации для каждого нормативного диапазона интенсивности воздействий: 5,0 м/с, 10,0 м/с, 15,0 м/с, 25,0 м/с.

6  $[\Pi_{\text{н}}^{\text{вн}} - i]_{\text{э.п.2}}$  мг/дм<sup>3</sup> – максимальная концентрация мех. примесей на стадии эксплуатации для каждого нормативного диапазона интенсивности воздействий: 1000 мг/дм<sup>3</sup>.

7 Норму на соотношение адгезионной прочности покрытия при нормальном отрыве  $k = \sigma(\tau_2) / \sigma(\tau_1)$  на двух базах времени  $\tau_1$  и  $\tau_2$  при регламентированном сроке службы  $\tau$  находят из выражения  $K_{\sigma} = \left[ 1 - \left( \frac{\tau_2}{\tau_p} \right)^{0,083} \right] / \left[ 1 - \left( \frac{\tau_1}{\tau_p} \right)^{0,083} \right]$ . При регламентированном сроке службы покрытия  $\tau_p$  не менее 20 лет и базах времени воздействия внешней среды  $\tau_1 = 70$  суток и  $\tau_2 = 100$  суток норма на соотношение адгезионной прочности « $K_p \geq 0,925$ ».

7.5.11 Внутренние покрытия труб, как и сами трубы, не являются объектами обязательной сертификации [6]. Сертификационные и периодические испытания внутреннего покрытия труб и соединительных деталей на соответствие техническим требованиям, приведенным в таблице 26, может выполнять специализированная испытательная лаборатория, аккредитованная в соответствующей области.

7.5.12 Технические требования к внутреннему покрытию стальных труб и соединительных деталей, контролируемые при опытно-промышленных испытаниях на байпасных линиях, приведены в Приложении Ф.

## **8 Технические требования к соединениям стальных труб и соединительных деталей с покрытиями**

### **8.1 Технические требования к сварному соединению гладких и раструбных концов труб и соединительных деталей с покрытиями**

8.1.1 Соединение труб и соединительных деталей с наружным и внутренним покрытиями методом сварки производится согласно [7-9].

8.1.2 При сварке труб и соединительных деталей с покрытиями температура нагрева металла на границе контакта покрытия с неизолированной внутренней поверхностью концевой участка трубы не должна превышать 150 °С.

8.1.3 Качество сварного соединения труб и соединительных деталей с покрытиями должно отвечать техническим требованиям, приведенным в таблице 27.

Таблица 27 – Технические требования к сварному соединению труб и соединительных деталей с покрытиями, определяющие его способность выполнять свое назначение

Требуемые свойства	Показатели свойств	Нормы на показатели
Дефектность внешняя	Внешний вид (наплыв; подрез)	Назначается Проектной организацией
Дефектность внутренняя	Микропоры и микротрещины, нитридные, кислородные и другие неметаллические включения, крупнозернистость, участки перегрева и пережога	Назначается Проектной организацией
Несущая способность	Сохранение прочности при заданном давлении испытательной среды, Р, МПа	Назначается Проектной организацией
Герметичность	Допустимые утечки, $Q_{ут}$ , м <sup>3</sup> /сут, не более, при заданном давлении испытательной среды, Р, МПа	Назначается Проектной организацией

## 8.2 Технические требования к механическому соединению гладких и раструбных концов труб и соединительных деталей с покрытиями

8.2.1 Соединение труб и соединительных деталей с наружным и внутренним покрытиями механическими методами определяется Проектной организацией и согласовывается с Потребителем.

8.2.2 **Все** механические соединения труб, труб с соединительными деталями, с арматурой подвергают контролю на соответствие техническим требованиям, приведенным в таблице 28.

Таблица 28 – Технические требования к механическому соединению труб и соединительных деталей с покрытиями

Требуемые свойства	Показатели свойств	Норма на показатель
Дефектность внешняя	Внешний вид	Назначается Проектной организацией
Пропускная способность	Расход перекачиваемой среды при заданной величине давления, Q, м <sup>3</sup> /сут., не менее	Назначается Проектной организацией
Несущая способность	Сохранение прочности при заданном давлении испытательной среды, Р, МПа	Назначается Проектной организацией
Герметичность	Допустимые утечки, $Q_{ут}$ , м <sup>3</sup> /сут, не более, при заданном давлении испытательной среды, Р, МПа	Назначается Проектной организацией

### 8.2.3 При осмотре механического соединения:

- проверяют наличие на каждом стыке клейма сварщика, выполнявшего соединение. Если соединение одного стыка выполняли несколько сварщиков, то на каждом стыке должно быть проставлено клеймо каждого монтажника в данной бригаде, или одно клеймо, присвоенное всей бригаде;
- проверяют наличие на одном из концов каждой плети ее порядкового номера;
- убеждаются в отсутствии недопустимых визуально видимых дефектов, указанных в корпоративной нормативной документации нефтяной компании, определяющей качество трубопроводов с данным видом механического соединения труб и соединительных деталей.

8.2.4 Механические соединения трубопроводов, которые по результатам визуального контроля и обмера отвечают требованиям, подвергают неразрушающему контролю ультразвуковым методом.

8.2.5 Механические соединения, в которых по результатам контроля обнаружены недопустимые дефекты (признанные "негодными") подлежат удалению или ремонту с последующим повторным контролем в соответствии с требованиями корпоративной нормативной документации нефтяной компании, определяющей качество трубопроводов с данным видом механического соединения труб и соединительных деталей.

## **8.3 Технические требования к наружной изоляции сварных и механических соединений труб и соединительных деталей с покрытиями**

8.3.1 Технические требования к наружной изоляции сварных соединений труб и соединительных деталей должны соответствовать техническим требованиям к наружному покрытию стальных элементов трубопроводов (таблица 23).

8.3.2 Материалы и конструкция наружного покрытия труб и соединительных деталей определяют материалы и конструкцию наружной изоляции их сварных соединений.

## **8.4 Технические требования к внутренней изоляции сварных и механических соединений труб и соединительных деталей с покрытиями**

8.4.1 Требования к внутренней изоляции сварных соединений герметизируемой стальной втулкой с эпоксидным покрытием включают:

- требования к эпоксидному покрытию стальной втулки;
- требования к герметичности сопряжения стальной втулки с внутренним покрытием сварных элементов трубопровода.

8.4.1.1 Требования к эпоксидному покрытию стальной втулки должны соответствовать техническим требованиям к внутреннему покрытию стальных элементов трубопроводов, приведенным в таблице 26.

8.4.1.2 Требования к герметичности сопряжения защитной стальной втулки с внутренней поверхностью сваренных концевых участков элементов трубопровода должны соответствовать ТУ на изоляцию защитной стальной втулкой сварных соединений трубопроводов с внутренним эпоксидным покрытием.

8.4.2 Требования к внутренней изоляции сварных соединений бандажной лентой, пропитанной эпоксидным связующим, должны соответствовать техническим требованиям к внутреннему покрытию элементов трубопровода, приведенным в таблице 26.

## **9 Технические требования к применяемым в трубопроводах материалам, полуфабрикатам, комплектующим, методам обработки, сварки и применяемым методам контроля при изготовлении**

9.1 Конструкционные материалы, применяемые для изготовления трубопроводов и их элементов должны удовлетворять требованиям, указанным в действующей нормативной документации, в том числе корпоративных стандартах нефтяных компаний, в рабочей КД, спецификациях конструкционных материалов, таблиц контроля качества, а также иметь сертификаты Предприятий-поставщиков, подтверждающие их качество и свойства и содержащие сведения по виду термической обработки.

9.2 В качестве сварочных материалов должны использоваться электроды и проволока марок, указанных в рабочей КД.

9.3 Сварочные материалы должны удовлетворять требованиям, указанным в корпоративных стандартах нефтяных компаний, рабочей КД, спецификациях конструкционных материалов.

9.4 Сварные соединения должны удовлетворять требованиям рабочей КД, и таблиц контроля качества.

9.5 Строительство трубопроводов из стальных элементов с покрытиями должен выполняться только при наличии маркировки на этих элементах и при полностью оформленных документах на их приемку техническим контролем.

9.6 Качество поверхностей стальных элементов трубопроводов с покрытиями должно обеспечиваться по технологическому процессу в соответствии с требованиями рабочей КД.

9.7 Производственно-технологическая документация на выплавку и разливку металла, термическую резку, обработку давлением, сварку, наплавку и термическую обработку должна соответствовать требованиям нормативной документации на стальные трубы и соединительные детали на нефтяных месторождениях. На исправление дефектов в металле элементов трубопроводов (в том числе в сварных соединениях и наплавках) с помощью сварки должны быть типовые технологические инструкции, регламентирующие технологию исправления наиболее часто встречающихся (типовых) дефектов.

9.8 Поставляемые материалы и полуфабрикаты должны соответствовать документации на их поставку (соответствовать требованиям стандартов и ТУ).

9.9 Соответствие материалов и полуфабрикатов требованиям стандартов и технических условий должно подтверждаться сертификатами Предприятия-поставщика.

9.10 Для обоснования физико-механических свойств материалов должен быть представлен отчет, в котором содержатся результаты испытаний и технической обоснование физико-механических свойств материалов на расчетный срок службы.

## **10 Требования к составу проектной документации на трубопроводы**

10.1 Предприятие изготовитель должно иметь:

- ТЗ на разработку трубопровода;
- ТУ на трубопровод;
- технический проект, включая расчеты по подтверждению технических характеристик трубопровода;
- результаты испытаний по оценке (подтверждению) показателей и технических характеристик составных частей трубопровода, включая материалы приемо-сдаточных испытаний;
- рабочую конструкторскую документацию с literой не менее «Т».

10.2 Состав КД трубопровода (составных частей трубопровода) должен соответствовать требованиям ГОСТ 2.102 и включать:

- ведомость технического проекта;
- проект ТУ;
- чертеж общего вида;
- пояснительную записку;
- расчеты трубопровода;
- обоснования конструкции в виде отдельных отчетов;
- программы и методики испытаний (кроме приемочных) опытных образцов трубопровода.

10.3 Объем выполненных работ должен соответствовать положениям ГОСТ 2.120.

10.4 В ведомость технического проекта записывают все включенные в технический проект конструкторские документы в порядке, установленном ГОСТ 2.106.

10.5 Проект ТУ трубопровода выпускается в соответствии с требованиями ГОСТ 2.114. В разделе ТУ «Технические требования» должны быть учтены технические требования к трубопроводам, приведенные в настоящем стандарте.

10.6 Чертеж общего вида трубопровода (составных частей трубопровода) должен соответствовать требованиям ГОСТ 2.119 и соответствующих стандартов.

10.7 В чертежах стального трубопровода с покрытиями и его элементов должны быть определены основные требования к конструкции и применяемым материалам.

10.8 В технических требованиях чертежа должны быть указаны требования к сварным швам и методам их контроля, требования к гибам и методам последующей термообработки.

10.9 При применении специальных технологических процессов должны быть приведены ссылки на технологические инструкции, согласованные с Ростехнадзором.

10.10 Пояснительная записка должна быть разработана в соответствии с положениями ГОСТ 2.106 с учетом требований ГОСТ 2.120 (подраздел 2.3).

10.11 В пояснительной записке должны быть приведены основные технические требования к трубопроводам и обоснование основных конструкторских решений, позволяющих выполнить указанные требования. В ней должен быть приведен:

- анализ соответствия конструкции трубопровода (его элементов) требованиям НД;
- обоснование выполнения заданных показателей надежности на основе расчетов и опыта эксплуатации прототипов;
- обоснование стойкости к внешним воздействиям и обоснование способности трубопровода выполнять свои функции в установленном проекте объеме с учетом возможных механических, тепловых, химических и прочих воздействий проектных аварий;
- перечень работ, которые следует провести на стадии разработки рабочей документации, в дополнение и (или) уточнение работ, предусмотренных техническим заданием.

10.12 В общем случае для трубопровода должны быть выполнены следующие расчеты по заданной модели эксплуатации:

- теплогидравлический (включая расчет гидравлического сопротивления трубопровода при различных базовых температурах среды);
- расчет тепловых полей (используемый для оценки перемещений элементов трубопровода и в анализе прочности);
- расчеты прочности.

10.13 Все расчеты должны выполняться по верифицированным и аттестованным в установленном порядке методикам и программам расчетов.

10.14 Основными нагрузками, действующими на трубопровод в проектных режимах, являются:

- внутреннее и внешнее давление;
- весовые нагрузки;
- температурные воздействия;

- смещения концевых опор трубопровода;
- динамические нагрузки при проектных авариях и при сейсмических воздействиях.

10.15 В виде отдельных отчетов по обоснованию конструкции трубопровода должны быть представлены отчеты производителя стальных элементов с покрытиями для трубопроводов на нефтяных месторождениях по анализу физико-механических характеристик применяемых материалов в течение расчетного срока службы этих элементов, а также выбранных методов изготовления и контроля стальных элементов трубопровода. Также должны быть представлены отчеты по проведенным испытаниям макетов трубопроводов (если таковые проводились).

10.16 На основе перечня работ, которые следует провести на стадии разработки рабочей документации, должны быть выпущены программы и методики исследовательских и контрольных испытаний (кроме приемочных) опытных образцов трубопровода, запланированные на стадии разработки рабочей документации (если они предусмотрены).

10.17 Состав ЭД и ремонтной документации должен соответствовать действующей нормативной документации нефтегазовых компаний.

## **11 Требования к правилам приемки трубопроводов с покрытиями и гарантийные сроки их эксплуатации**

### **11.1 Требования к приемке**

11.1.1 Приемка и ввод в эксплуатацию законченных строительством трубопроводов с покрытиями, сооруженных в соответствии с проектной документацией по действующим нормам и правилам, должны осуществляться в соответствии с [9] и другими НД.

11.1.2 Приемку трубопроводов с покрытиями осуществляют после полного завершения всех строительно-монтажных и пуско-наладочных работ в соответствии с НД.

Приемка в эксплуатацию трубопроводов запрещается, если не полностью (согласно проектной документации) закончены строительством сопутствующие объекты, обеспечивающие безопасность людей, защиту окружающей среды и пожарную безопасность.

11.1.3 До предъявления вновь построенного трубопровода приемочной комиссии должна быть проведена приемка трубопровода и его объектов рабочей комиссией, назначаемой ПП не позднее, чем за три месяца до планируемого срока начала работы комиссии.

11.1.4 В состав приемочной комиссии включаются представители ПП (председатель комиссии) и члены комиссии, в т.ч. служба эксплуатации трубопроводов ПП, строительно-монтажной организации – генерального подрядчика, представителя регионального управления Ростехнадзора Российской Федерации.

11.1.5 Генеральный подрядчик на каждый законченный строительством трубопровод с покрытиями предъявляет приемочной комиссии в одном экземпляре следующую исполнительную документацию в соответствии с методическими указаниями нефтегазовой компании «Формирование приемосдаточной документации на объектах строительства компании», в том числе:

- перечень организаций, участвовавших в производстве строительно-монтажных работ, с указанием выполненных ими видов работ и фамилий специалистов, ответственных за каждый вид работ;
- реестр исполнительной документации;
- комплект рабочих чертежей на строительство предъявляемого к приемке объекта с подписями, сделанными лицами, ответственными за производство строительно-монтажных работ, о соответствии выполненных работ этим чертежам или внесенным в них проектной организацией изменениям;
- перечень всех допущенных при строительстве отступлений от рабочих чертежей с указанием причин и предъявлением соответствующих документов согласования на эти отступления организации, которой выполнен проект строительства, реконструкции или капитального ремонта объекта;
- технические паспорта и сертификаты заводов-изготовителей (их копии, заверенные лицом, ответственным за строительство объекта) на трубы, сварочные и изоляционные материалы, оборудование, узлы, соединительные детали, изоляционные покрытия, трубопроводную арматуру, а также другие документы, удостоверяющие качество оборудования (изделия);
- акт разбивки и передачи трассы (площадки) для трубопроводов;
- строительный паспорт;
- протоколы проверки качества сварных стыков;
- копии аттестационных документов исполнителей;
- общий журнал работ;
- журнал сварки с указанием температуры окружающего воздуха на момент производства сварочных работ;
- журнал производства земляных работ;
- журнал изоляционно-укладочных работ и ремонта изоляции;
- журнал замечаний и предложений по ведению строительно-монтажных работ;
- акты на скрытые работы;
- акты испытаний трубопроводов на прочность и герметичность;
- акты пооперационной приемки работ по сооружению переходов через водные преграды и исполнительные профили траншей на всех переходах с фактическими отметками глубины заложения трубопровода и горизонтальной и вертикальной привязкой к реперам;
- акт на футеровку и балластировку сваренного в нитку подводного перехода;

- акт предварительных испытаний трубопровода на подводных переходах;
- акт на продувку (промывку) внутренней полости участков трубопровода и пропуск ОУ;
- акты на приемку природоохранных сооружений и защитных сооружений от аварийного разлива нефти;
- документацию об отводе земель, рекультивации и возврате части их владельцу после окончания строительства;
- документы, подтверждающие сдачу местным органам власти исполнительной съемки расположения объектов линейной части;
- документы согласований с организациями, объекты которых расположены в охранной зоне трубопровода (или при его пересечении);
- журнал учета работ – по требованию ПП.

11.1.6 Исполнительная документация предоставляется генеральным подрядчиком (исполнителем строительно-монтажных работ) на проверку ПП за 10 рабочих дней до начала работы приемочной комиссии.

11.1.7 ПП предъявляет приемочной комиссии в одном экземпляре следующую документацию:

- утвержденную проектную документацию;
- справку об устранении недоделок, выявленных рабочей комиссией;
- документы об отводе земельных участков под строительство;
- справку об обеспечении принимаемого объекта эксплуатационными кадрами и их профессиональной подготовке (протоколы проверки знаний);
- документы на геодезическую разбивочную основу для объектов строительства, а также на геодезические работы в процессе строительства, выполненные ПП.

11.1.8 Приемочная комиссия должна проверить представленную исполнительную документацию и соответствие смонтированной системы трубопроводов с покрытиями этой документации и требованиям действующих норм и правил.

11.1.9 Приемка вновь построенных трубопроводов с покрытиями и участков трубопроводов с покрытиями после реконструкции и капитального ремонта оформляется актом приемочной комиссии, который утверждается руководителем ПП.

Датой приемки объекта считается дата подписания акта приемочной комиссией.

## **11.2 Требуемые гарантийные сроки эксплуатации (гарантии изготовителя)**

11.2.1 Предприятие-изготовитель должен гарантировать соответствие технических характеристик поставляемых трубопроводов требованиям ТУ при соблюдении эксплуатирующей организацией условий эксплуатации, ремонта и хранения, установленных в ТУ и (или) руководстве по эксплуатации.

11.2.2 Гарантийный срок эксплуатации для заданных Потребителем условий должен составлять не менее 36 месяцев со дня выдачи подтверждения с момента приемки государственной комиссией трубопровода не менее 24 месяцев со дня ввода трубопровода в эксплуатацию.

11.2.3 Гарантийные обязательства должны быть приведены в ТУ и эксплуатационной документации на трубопровод.

11.2.4 Способность трубопровода надежно работать в условиях, которые указаны в ТУ или ТЗ на его конкретный тип (вид), должна подтверждаться испытаниями (в том числе аттестационными), документироваться в соответствующих протоколах и отражаться в сопроводительной документации на оборудование.

## **12 Требования к правилам приемки и поставки стальных элементов трубопроводов с покрытиями**

### **12.1 Требования к приемке**

12.1.1 Стальные элементы трубопроводов с покрытиями должны быть приняты техническим контролем строительной организации и представителем эксплуатирующей организации.

12.1.2 Каждый стальной элемент трубопроводов с покрытиями должен проходить на предприятии-изготовителе сплошной контроль качества. Контроль качества должен осуществляться на каждом этапе изготовления и сборки на соответствие требованиям рабочей КД, технологической документации, спецификаций конструкционных материалов, программы контроля качества и таблиц контроля качества, приведенным в рабочей КД.

12.1.3 В процессе изготовления и приемки стальных элементов трубопроводов с покрытиями на предприятии-изготовителе должны осуществляться следующие виды контроля:

- входной контроль основных материалов и полуфабрикатов, предназначенных для изготовления стальных элементов трубопроводов с покрытиями;
- операционный контроль;
- приемочный контроль.

12.1.4 Объем приемочного контроля должен соответствовать положениям ГОСТ 2.114 (подраздел 4.7), и положениям ГОСТ 15.309 и требованиям, приведенным в рабочей КД и программе приемо-сдаточных испытаний.

12.1.5 При приемке стальных элементов трубопроводов с покрытиями на предприятии изготовителе должна быть предъявлена следующая документация

- сертификат об изготовлении стальных элементов трубопроводов с покрытиями;
- технические условия на стальные элементы трубопроводов с покрытиями;
- комплект рабочей КД;
- спецификации конструкционных материалов;
- программа контроля качества;
- таблицы контроля качества;
- сертификаты на материалы и полуфабрикаты;
- технологическая документация.

12.1.6 Результаты приемки стальных элементов трубопроводов с покрытиями должны быть отражены в свидетельстве об изготовлении этих элементов (составной части трубопровода).

## **12.2 Требования к методам контроля**

12.2.1 Испытание и контроль качества изготовления трубопровода должны выполняться в соответствии с требованиями рабочей КД и ТУ.

12.2.2 Контроль качества основного металла, сварочных материалов, сварных соединений и наплавов должен выполняться в соответствии с требованиями рабочей КД и ТУ и корпоративных стандартов нефтегазовой компании, определяющими требуемое качество трубопроводов на нефтяных месторождениях.

12.2.3 Проверка внешнего вида элементов трубопроводов должна проводиться визуальным контролем на соответствие изделия рабочей КД, качеству сборки и отсутствия повреждений, а также с учётом требований ТУ.

12.2.4 Контроль габаритных и присоединительных размеров должен проводиться методами и средствами, предусмотренными технологическим процессом обработки и контроля изделия, разработанным в соответствии с требованиями рабочей КД, ГОСТ 8.051, [10-12].

12.2.5 Прочность и герметичность отдельных элементов трубопровода на предприятии-изготовителе проверяется гидравлическими испытаниями в соответствии с требованиями рабочих чертежей и по производственной программе гидравлических испытаний.

12.2.6 Для проведения гидравлических испытаний в рабочей КД должны содержаться требования к испытательным средам.

12.2.7 Прочность и герметичность трубопровода после окончания монтажа должна проверяться методом гидравлических испытаний в соответствии с требованиями рабочей КД (включая ЭД) по комплексной программе гидравлических испытаний трубопровода и системы, в которую включается трубопровод, при этом в ЭД должны быть определены требования к испытательной среде и ее температуре.

12.2.8 Комплектность поставки элементов трубопровода должна проверяться сличением действительной комплектности с указанной в ТУ.

12.2.9 Маркировка, упаковка и консервация элементов трубопровода должна проверяться на соответствие требованиям ТУ, рабочей КД и сборочного чертежа упаковки.

### **12.3 Требования к маркировке и упаковке**

12.3.1 Каждый элемент трубопровода, работающий под давлением, должен маркироваться способом, обеспечивающим сохранность маркировки в течение расчетного срока службы.

12.3.2 Маркировка, наносимая на видимом месте, должна содержать следующие данные:

- информацию о стране-изготовителе;
- наименование или товарный знак предприятия-изготовителя;
- обозначение изделия по основному конструкторскому документу;
- порядковый заводской номер;
- код ККС;
- год изготовления;
- расчетное давление;
- расчетная температура;
- давление гидравлических испытаний;
- тип рабочей среды;
- масса;
- клеймо ОТК предприятия-изготовителя.

Перечень данных характеристик дополнительно определяется и согласовывается на стадии согласования ТУ (ТЗ) на элементы трубопровода.

12.3.3 Все элементы трубопровода должны быть замаркированы в соответствии с требованиями рабочей КД.

12.3.4 Допускается выполнение надписей по технологии предприятия изготовителя при условии сохранения надписей в течение расчетного срока службы трубопровода.

12.3.5 Запасные части, инструмент и приспособления должны маркироваться с указанием обозначения изделия по основному конструкторскому документу, а также с использованием специальных методов кодирования.

12.3.6 Каждое грузовое место, в котором размещаются элементы трубопровода для транспортирования и хранения, должно иметь

транспортную маркировку, нанесенную непосредственно на наружной поверхности изделия или на таре в соответствии с требованиями сборочного чертежа упаковки.

12.3.7 Транспортная маркировка должна соответствовать данным, приведенным в товаросопроводительной документации.

13.3.8 Вышеприведенные требования должны быть предусмотрены в КД и выполняться при изготовлении и поставке оборудования.

## **12.4 Требования к транспортировке и хранению**

12.4.1 Требования к транспортировке и хранению приводятся в ИТТ, ТЗ, ТУ и разрабатываются с учетом проектной модели эксплуатации.

12.4.2 В КД, включая ЭД, должны быть приведены следующие требования к транспортированию элементов трубопроводов, комплектов запасных частей, инструмента и приспособлений, упакованных в тару предприятия-изготовителя:

- вид транспорта, которым допускается производить транспортировку с указанием условий транспортировки по ГОСТ 15150;
- необходимость защиты при транспортировании тары от перемещений и защиты от атмосферных осадков в процессе транспортировки.

12.4.3 Должны быть также приведены требования к хранению элементов трубопроводов, комплектов запасных частей, инструмента и приспособлений, с указанием условий хранения по ГОСТ 15150.

12.4.4 Должен быть приведен назначенный срок хранения элементов трубопроводов, который должен составлять не менее трех лет.

12.4.5 При входном контроле поставляемых элементов трубопровода должна проводиться проверка целостности упаковки после транспортирования. В ЭД должен быть приведен алгоритм действий инжиниринговой компании и эксплуатирующей организации при повреждении упаковки.

## **12.5 Требуемые гарантийные сроки эксплуатации (гарантии изготовителя и поставщика)**

12.5.1 Предприятие-изготовитель и поставщик должны гарантировать соответствие технических характеристик поставляемых элементов трубопроводов требованиям ТУ при соблюдении инжиниринговой компанией условий транспортирования, хранения и монтажа, а эксплуатирующей организацией – условий эксплуатации, ремонта и хранения, установленных в ТУ и (или) руководстве по эксплуатации.

12.5.2 Гарантийный срок эксплуатации элементов трубопроводов должен составлять не менее 36 месяцев со дня выдачи подтверждения об их поставке и не менее 24 месяцев со дня ввода трубопровода в эксплуатацию.

12.5.3 Гарантийные обязательства должны быть приведены в ТУ и эксплуатационной документации на трубопровод.

12.5.4 Способность трубопровода работать с заданной надежностью в условиях, которые указаны в ТУ или ТЗ на его конкретный тип (вид), должна подтверждаться испытаниями (в том числе аттестационными), документироваться в соответствующих протоколах и отражаться в сопроводительной документации на трубопровод.

## **12.6 Требования к составу сопроводительной документации**

12.6.1 Совместно с элементами трубопровода должна поставляться следующая сопроводительная документация (согласно ГОСТ 2.106):

- а) упаковочный лист;
- б) комплектовочная ведомость;
- в) спецификация на трубопровод и его элементы;
- г) сборочный чертеж трубопровода и его основных элементов;
- д) расчет (выписка из расчета) на прочность и сейсмостойкость трубопровода;
- е) комплект документации согласно ведомости эксплуатационных документов:

- 1) оформленный Предприятием-изготовителем формуляр (паспорт);
- 2) руководство по эксплуатации на трубопровод;
- 3) заполненные паспорта и руководства по эксплуатации элементов трубопровода и его комплектующих;
- 4) ведомости ЗИП.

- ж) свидетельство об изготовлении элементов трубопроводов;
- з) таблицы контроля качества сварных соединений и основных материалов.

12.6.2 Габаритные чертежи трубопроводов должны быть выполнены в виде информационных 3D-моделей, в формате, необходимом для возможности использования при проектировании.

12.6.3 Вышеприведенные требования должны быть предусмотрены в технической документации и выполняться при строительстве трубопровода и поставке его элементов.

**Приложение А**  
**(справочное)**

**Систематизация по нормативным диапазонам фактических характеристик различных воздействий на внутреннее покрытие конкретных трубопроводов**

Таблица А.1 – Распределение по нормативным диапазонам фактических характеристик тепловых воздействий на внутреннее покрытие стальных элементов трубопроводов для транспорта продукции добывающих скважин на конкретных месторождениях производственных подразделений одной из нефтегазовых компаний Российской Федерации

Производственное подразделение	Код	Интенсивность тепловых воздействий			
		Нормальные [Т <sub>вн</sub> – 1]	Повышенные [Т <sub>вн</sub> – 2]	Интенсивные [Т <sub>вн</sub> – 3]	Жесткие [Т <sub>вн</sub> – 4]
ПП-1	Х.Т.1	–	–	- 36,4 <sup>0</sup> С	–
	Х.Т.2	–	–	+ 42 <sup>0</sup> С	–
	Т.Т.1	–	–	- 35 <sup>0</sup> С	–
	Т.Т.2	–	–	+ 40 <sup>0</sup> С	–
	Э.Т.1	–	–	- 5 <sup>0</sup> С	–
	Э.Т.2	–	–	+ 30 <sup>0</sup> С	–
	О.Т.1	–	–	+ 100 <sup>0</sup> С (500 ч.)	–
	О.Т.2	–	–	- 35 <sup>0</sup> С ÷ + 100 <sup>0</sup> С	–
ПП-2	Х.Т.1	–	–	- 55 <sup>0</sup> С	–
	Х.Т.2	–	–	+ 57 <sup>0</sup> С	–
	Т.Т.1	–	–	- 35 <sup>0</sup> С	–
	Т.Т.2	–	–	+ 40 <sup>0</sup> С	–
	Э.Т.1	–	–	0 <sup>0</sup> С	–
	Э.Т.2	–	–	+ 60 <sup>0</sup> С	–
	О.Т.1	–	–	+ 100 <sup>0</sup> С (500 ч.)	–
	О.Т.2	–	–	- 40 <sup>0</sup> С ÷ + 100 <sup>0</sup> С	–
ПП-3	Х.Т.1	–	–	- 55 <sup>0</sup> С	–
	Х.Т.2	–	–	+ 38 <sup>0</sup> С	–
	Т.Т.1	–	–	- 35 <sup>0</sup> С	–
	Т.Т.2	–	–	+ 40 <sup>0</sup> С	–
	Э.Т.1	–	–	+ 4 <sup>0</sup> С	–
	Э.Т.2	–	–	+ 65 <sup>0</sup> С	–
	О.Т.1	–	–	+ 100 <sup>0</sup> С (500 ч.)	–
	О.Т.2	–	–	- 40 <sup>0</sup> С ÷ + 100 <sup>0</sup> С	–
ПП-4	Х.Т.1	–	–	- 55	–
	Х.Т.2	–	–	+ 35	–
	Т.Т.1	–	–	- 35 <sup>0</sup> С	–
	Т.Т.2	–	–	+ 40	–
	Э.Т.1	–	–	+ 0 <sup>0</sup> С	–
	Э.Т.2	–	–	+ 50 <sup>0</sup> С	–
	О.Т.1	–	–	+ 100 <sup>0</sup> С (500 ч.)	–
	О.Т.2	–	–	- 55 <sup>0</sup> С ÷ + 100 <sup>0</sup> С	–

## Окончание таблицы А.1

Производственное подразделение	Код	Интенсивность тепловых воздействий			
		Нормальные [ $T_{\text{вн}} - 1$ ]	Повышенные [ $T_{\text{вн}} - 2$ ]	Интенсивные [ $T_{\text{вн}} - 3$ ]	Жесткие [ $T_{\text{вн}} - 4$ ]
ПП - 5	Х.Т.1	-	-	- 55 <sup>0</sup> С	-
	Х.Т.2	-	-	+ 45 <sup>0</sup> С	-
	Т.Т.1	-	-	- 35 <sup>0</sup> С	-
	Т.Т.2	-	-	+ 40 <sup>0</sup> С	-
	Э.Т.1	-	-	+15 <sup>0</sup> С	-
	Э.Т.2	-	-	+40 <sup>0</sup> С	-
	О.Т.1	-	-	+ 100 <sup>0</sup> С (500 ч.)	-
	О.Т.2	-	-	- 40 <sup>0</sup> С ÷ + 100 <sup>0</sup> С	-

Таблица А.2 – Распределение по нормативным диапазонам фактических характеристик силовых воздействий на внутреннее покрытие стальных элементов трубопроводов для транспорта продукции добывающих скважин на конкретных месторождениях производственных подразделений одной из нефтегазовых компаний Российской Федерации

Производственное подразделение	Код	Интенсивность силовых воздействий			
		Нормальные [ $M_{\text{вн}} - 1$ ]	Повышенные [ $M_{\text{вн}} - 2$ ]	Интенсивные [ $M_{\text{вн}} - 3$ ]	Жесткие [ $M_{\text{вн}} - 4$ ]
ПП - 1	Т.М.1	-	-	$\leq 2 f_H$ , где $f_H$ соответствует $\sigma_{\text{макс}} \leq 0,95\sigma_t$ ( $\sigma_t$ -предел текучести металла)	-
	Э.М.1	-	-	$\leq 2 f_H$ , где $f_H$ соответствует $\sigma_{\text{макс}} \leq 0,95\sigma_t$ ( $\sigma_t$ -предел текучести металла)	-
	Э.М.2	-	-	10	-
	Э.М.3	-	-	2	-
	О.М.1	-	-	$\leq 2$	-

Продолжение таблицы А.2

Производственное подразделение	Код	Интенсивность силовых воздействий			
		Нормальные [М <sub>нн</sub> – 1]	Повышенные [М <sub>пн</sub> – 2]	Интенсивные [М <sub>ин</sub> – 3]	Жесткие [М <sub>жн</sub> – 4]
ПП -2	Т.М.1	$\leq 2 f_H$ , где $f_H$ соответствует $\sigma_{\max} \leq 0,95\sigma_t$ ( $\sigma_t$ -предел текучести металла)	–	–	–
	Э.М.1	$\leq 2 f_H$ , где $f_H$ соответствует $\sigma_{\max} \leq 0,95\sigma_t$ ( $\sigma_t$ -предел текучести металла)	–	–	–
	Э.М.2	4	–	–	–
	Э.М.3	3	–	–	–
	О.М.1	$\leq 2$	–	–	–
ПП -3	Т.М.1	$\leq 2 f_H$ , где $f_H$ соответствует $\sigma_{\max} \leq 0,95\sigma_t$ ( $\sigma_t$ -предел текучести металла)	–	–	–
	Э.М.1	$\leq 2 f_H$ , где $f_H$ соответствует $\sigma_{\max} \leq 0,95\sigma_t$ ( $\sigma_t$ -предел текучести металла)	–	–	–
	Э.М.2	4	–	–	–
	Э.М.3	1	–	–	–
	О.М.1	$\leq 2$	–	–	–

Окончание таблицы А.2

Производственное подразделение	Код	Интенсивность силовых воздействий			
		Нормальные [М <sub>нн</sub> – 1]	Повышенные [М <sub>нн</sub> – 2]	Интенсивные [М <sub>нн</sub> – 3]	Жесткие [М <sub>нн</sub> – 4]
ПП -4	Т.М.1	$\leq 2 f_H$ , где $f_H$ соответствует $\sigma_{\max} \leq 0,95\sigma_t$ ( $\sigma_t$ -предел текучести металла)	–	–	–
	Э.М.1	$\leq 2 f_H$ , где $f_H$ соответствует $\sigma_{\max} \leq 0,95\sigma_t$ ( $\sigma_t$ -предел текучести металла)	–	–	–
	Э.М.2	3,9	–	–	–
	Э.М.3	4	–	–	–
	О.М.1	$\leq 2$	–	–	–
ПП -5	Т.М.1	$\leq 2 f_H$ , где $f_H$ соответствует $\sigma_{\max} \leq 0,95\sigma_t$ ( $\sigma_t$ -предел текучести металла)	–	–	–
	Э.М.1	$\leq 2 f_H$ , где $f_H$ соответствует $\sigma_{\max} \leq 0,95\sigma_t$ ( $\sigma_t$ -предел текучести металла)	–	–	–
	Э.М.2	4,0	–	–	–
	Э.М.3	10	–	–	–
	О.М.1	$\leq 2$	–	–	–

Таблица А.3 – Распределение по нормативным диапазонам фактических характеристик сред и их отдельных компонентов, воздействующих на внутреннее покрытие стальных элементов трубопроводов для транспорта продукции добывающих скважин на конкретных месторождениях производственных подразделений одной из нефтегазовых компаний Российской Федерации

Производственное подразделение	Код	Интенсивность воздействий эксплуатационных и технологических сред и их отдельных компонентов		
		Нормальные [C <sub>н</sub> <sup>вн</sup> – 1]	Повышенные [C <sub>н</sub> <sup>вн</sup> – 2]	Интенсивные – жесткие [C <sub>н</sub> <sup>вн</sup> – 3]
ПП -1	Э.С.1	–	5-90	–
	Э.С.2	–	10-95	–
	Э.С.3	–	50	–
	Э.С.4	–	6,0	–
	Э.С.5	–	1,5	–
	О.С.1	–	5-90	–
	О.С.2	–	10-95	–
ПП -2	Э.С.1	–	5-90	–
	Э.С.2	–	10-95	–
	Э.С.3	–	30	–
	Э.С.4	–	0	–
	Э.С.5	–	3,2	–
	О.С.1	–	5-70	–
	О.С.2	–	30-95	–
ПП -3	Э.С.1	2-97	–	–
	Э.С.2	3-98	–	–
	Э.С.3	0	–	–
	Э.С.4	0	–	–
	Э.С.5	1,25	–	–
	О.С.1	2-97	–	–
	О.С.2	3-98	–	–
ПП -4	Э.С.1	2-40	–	–
	Э.С.2	60-98	–	–
	Э.С.3	-0	–	–
	Э.С.4	0,01	–	–
	Э.С.5	1,25	–	–
	О.С.1	2-40	–	–
	О.С.2	60-98	–	–
ПП -5	Э.С.1	–	10	–
	Э.С.2	–	90	–
	Э.С.3	–	30	–
	Э.С.4	–	0,01	–
	Э.С.5	–	1,25	–
	О.С.1	–	10	–
	О.С.2	–	90	–

Таблица А.4 – Распределение по нормативным диапазонам фактической частоты очисток от АСПО (количество очисток в год) внутренней поверхности стальных элементов трубопроводов для транспорта продукции добывающих скважин на конкретных месторождениях производственных подразделений одной из нефтегазовых компаний Российской Федерации

Производственное подразделение	Код	Частота очисток от АСПО в год	
		Нормальные [ $A_H^{BH} - 1$ ]	Повышенные-интенсивные-жесткие [ $A_H^{BH} - 2$ ]
ПП -1	О.А.1	0	–
ПП -2	О.А.1	–	36
ПП -3	О.А.1	–	12
ПП -4	О.А.1	–	10
ПП -5	О.А.1	–	55

Таблица А.5 – Распределение по нормативным диапазонам фактической частоты очисток от СО (количество очисток в год) внутренней поверхности стальных элементов трубопроводов для транспорта продукции добывающих скважин конкретных месторождениях производственных подразделений одной из нефтегазовых компаний Российской Федерации

Производственное подразделение	Код	Частота очисток от СО	
		Нормальные [ $O_H^{BH} - 1$ ]	Повышенные-интенсивные-жесткие [ $O_H^{BH} - 2$ ]
ПП -1	О.О.1	–	10
ПП -2	О.О.1	0	–
ПП -3	О.О.1	0	–
ПП -4	О.О.1	0	–
ПП -5	О.О.1	0	–

**Приложение Б  
(справочное)**

**Систематизация типов внутренних покрытий, обладающих стойкостью в  
конкретных нормативных диапазонах интенсивности внешних воздействий на них**

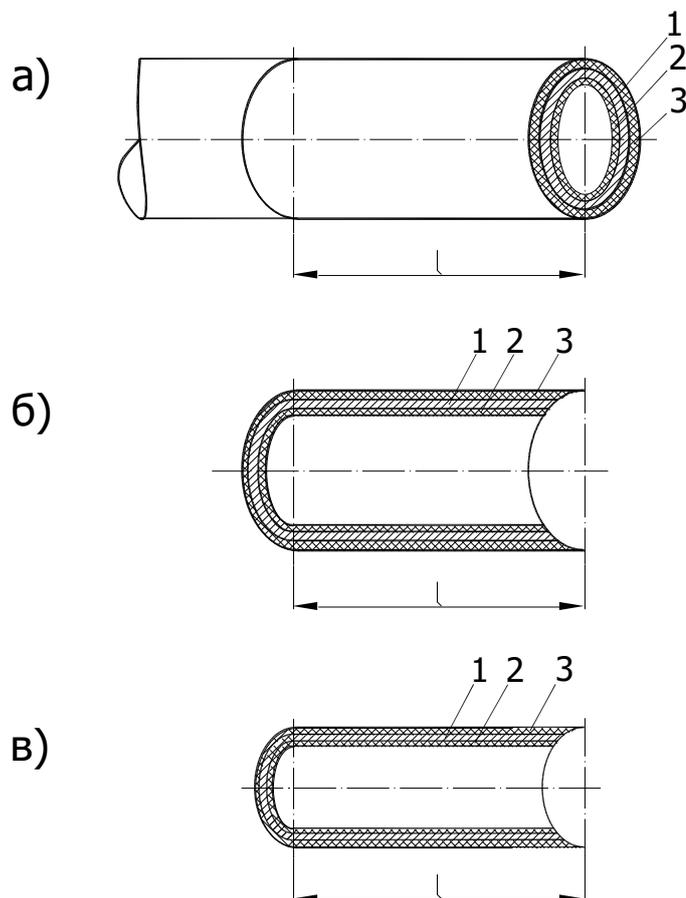
Таблица Б.1 – Структура реестра типов внутренних покрытий стальных элементов трубопроводов для транспорта продукции добывающих скважин по стойкости к комплексу опасных внешних воздействий на конкретных месторождениях производственных подразделений одной из нефтегазовых компаний Российской Федерации

Производственное подразделение	Типы внутреннего покрытия стальных элементов системы трубопроводного транспорта продукции добывающих скважин
ПП -1	Пк ([Т <sub>Н</sub> <sup>ВН</sup> -3], [М <sub>Н</sub> <sup>ВН</sup> -3], [П <sub>Н</sub> <sup>ВН</sup> -2], [С <sub>Н</sub> <sup>ВН</sup> -2], [А <sub>Н</sub> <sup>ВН</sup> -1], [О <sub>Н</sub> <sup>ВН</sup> -2])
ПП -2	Пк ([Т <sub>Н</sub> <sup>ВН</sup> -3], [М <sub>Н</sub> <sup>ВН</sup> -1], [П <sub>Н</sub> <sup>ВН</sup> -2], [С <sub>Н</sub> <sup>ВН</sup> -2], [А <sub>Н</sub> <sup>ВН</sup> -2], [О <sub>Н</sub> <sup>ВН</sup> -1])
ПП -3	Пк ([Т <sub>Н</sub> <sup>ВН</sup> -3], [М <sub>Н</sub> <sup>ВН</sup> -1], [П <sub>Н</sub> <sup>ВН</sup> -1], [С <sub>Н</sub> <sup>ВН</sup> -1], [А <sub>Н</sub> <sup>ВН</sup> -2], [О <sub>Н</sub> <sup>ВН</sup> -1])
ПП -4	Пк ([Т <sub>Н</sub> <sup>ВН</sup> -3], [М <sub>Н</sub> <sup>ВН</sup> -1], [П <sub>Н</sub> <sup>ВН</sup> -1], [С <sub>Н</sub> <sup>ВН</sup> -1], [А <sub>Н</sub> <sup>ВН</sup> -2], [О <sub>Н</sub> <sup>ВН</sup> -1])
ПП -5	Пк ([Т <sub>Н</sub> <sup>ВН</sup> -3], [М <sub>Н</sub> <sup>ВН</sup> -1], [П <sub>Н</sub> <sup>ВН</sup> -1], [С <sub>Н</sub> <sup>ВН</sup> -2], [А <sub>Н</sub> <sup>ВН</sup> -2], [О <sub>Н</sub> <sup>ВН</sup> -1])

**Приложение В**  
**(справочное)**

**Образцы для контроля фактических характеристик покрытия наружной поверхности труб и соединительных деталей**

В.1 На рисунке В.1 представлены образцы для проведения периодических и сертификационных испытаний покрытия наружной поверхности труб и соединительных деталей.



а) образец в виде патрубка; б) образец в виде полуцилиндра;  
в) образец в виде сегмента длиной 150 мм (вдоль оси изолированного изделия) и шириной 90 мм

- 1-патрубок или вырезанный из него элемент;
- 2- покрытие внутренней поверхности патрубка или вырезанного из него элемента;
- 3- покрытие наружной поверхности патрубка или вырезанного из него элемента

Рисунок В.1 - Схемы образцов, вырезанных из изолированных трубных изделий для контроля фактических характеристик их наружного покрытия

## Приложение Г (справочное)

### Оценка внешнего вида покрытия наружной поверхности труб и соединительных деталей

#### Г.1 Назначение методики

Методика устанавливает правила испытаний и контроля внешнего вида покрытия наружной поверхности труб и соединительных деталей в исходном состоянии и после воздействия модельных сред при заданных значениях температуры на основе стандартизированных методов оценки внешнего вида покрытий металлов.

#### Г.2 Методы испытаний

Для приемо-сдаточных, периодических и сертификационных испытаний применяют метод оценки внешнего вида по ГОСТ 9.407.

#### Г.3 Образцы для испытаний

##### Г.3.1 Типы образцов:

-при приемо-сдаточных испытаниях – изолированные изделия (трубы и соединительные детали).

-при периодических и сертификационных испытаниях - сегменты длиной 150 мм (вдоль оси изолированного изделия) и шириной 90 мм (Приложение В, рисунок В.1в).

Г.3.2 Количество образцов для параллельных испытаний в заданных условиях не менее пяти.

Г.3.3 Образцы перед началом испытаний маркируются с обратной стороны с помощью маркера или гравированием ручным или механическим способом.

#### Г.4 Требования к приспособлениям, материалам, оборудованию и реактивам.

Для контроля дефектности внешней используют следующие приспособления, материалы, инструменты, оборудование и реактивы:

– Циркуляционный термостат для выдержки образцов в модельной среде с диапазоном измерения температуры от плюс 0 °С до 250 °С - 1 шт.

Класс точности приборов измерения температуры не ниже 0,5;

– Криостат, обеспечивающий поддержание температуры, с предельной температурой минус 60 °С, с точностью  $\pm 2$  °С – 1 шт.

– Сушильный шкаф типа «АТК 100/300В» - 1 шт.

– Теплоизолированная камера с подключенным парогенератором:

Максимальная паропроизводительность по насыщенному пару - 10 кг/ч;

Рабочее давление пара – 0,1-0,5 (МПа) – 1 шт.

– Лупа с 5х увеличением – 1 шт.

– Салфетки тканевые – 1 упаковка.

– Дистиллированная вода по ГОСТ 6709 – 1 тара объемом 10 л.

– NaCl (химически чистый) по ГОСТ 4233 - 1 банка п/э 0,5 кг.

– Бумага фильтровальная ГОСТ 12026 – 1 упаковка.

#### Г.5 Условия проведения испытаний

– при приемо-сдаточных испытаниях – в цеховых условиях предприятия по внутренней изоляции трубной продукции при температуре  $(20\pm 5)$  °С.

– при периодических и сертификационных испытаниях – в лабораторных условиях в модельных средах при заданных значениях температуры.

## **Г.6 Проведение испытаний и обработка результатов**

Г.6.1 Проведение контроля внешнего вида наружного покрытия при приемо-сдаточных испытаниях изолированных изделий по ГОСТ 9.407 в исходном состоянии при температуре плюс  $(20\pm 5)$  °С.

Г.6.1.1 Протирают покрытие образца влажной мягкой салфеткой для удаления с поверхности покрытия загрязнений.

Г.6.1.2 Визуально осматривают поверхность покрытия, отстоящую от краев образца на расстоянии не менее 10 мм, используя при необходимости лупу.

Г.6.1.3 Покрытие считают соответствующим техническим требованиям, если результаты контроля внешнего вида покрытия на всех образцах соответствуют норме, приведенной в таблице 22 п.1 настоящего стандарта.

Г.6.2 Проведение контроля внешнего вида наружного покрытия при периодических и сертификационных испытаниях на образцах типа сегментов (Приложение В, рисунок В.1в) после выдержки в модельной среде (3%-ный водный раствор NaCl) при заданном значении повышенной температуры.

Г.6.2.1 Проверяют соответствие внешнего вида покрытия испытываемых образцов в исходном состоянии норме, приведенной в таблице 22 п.1 настоящего стандарта.

Г.6.2.2 Готовят модельную среду (3%-ный водный раствор NaCl), для чего растворяют в дистиллированной воде 30 г/л NaCl.

Г.6.2.3 Устанавливают образцы в циркуляционный термостат (расположив их в соответствии с ГОСТ 9.083) и заполняют рабочую камеру циркуляционного термостата соответствующей модельной средой (3%-ный водный раствор NaCl).

Г.6.2.4 Выдерживают образцы в циркуляционном термостате в соответствующей модельной среде (3%-ный водный раствор NaCl) в течение  $\tau = 100$  суток при заданном значении температуры.

Г.6.2.6 Охлаждают модельную среду в циркуляционном термостате до комнатной температуры.

Г.6.2.7 Извлекают образцы из модельной среды и протирают фильтровальной бумагой для удаления остатков модельной среды.

Г.6.2.8 Визуально осматривают поверхность покрытия, отстоящую от краев образца на расстоянии не менее 10 мм, используя при необходимости лупу.

Г.6.2.9 Покрытие считают соответствующим техническим требованиям, если результаты контроля внешнего вида покрытия на всех образцах после испытаний в модельной среде при указанной температуре соответствуют норме, приведенной в таблице 22 п.1 настоящего стандарта.

Г.6.3 Проведение контроля внешнего вида наружного покрытия при сертификационных и периодических испытаниях на образцах типа сегментов (Приложение В, рисунок В.1в) после циклического воздействия отрицательной температуры минус  $(60\pm 3)$  °С и водяного пара при температуре плюс  $(120\pm 3)$  °С и заданном числе циклов.

Г.6.3.1 Проверяют соответствие внешнего вида покрытия испытываемых образцов в исходном состоянии норме, приведенной в таблице 22 п.1 настоящего стандарта.

Г.6.3.2 Подвергают образец термоциклическому воздействию в течение 10 циклов по следующему режиму:

- 1 ч выдержки криостате при температуре минус  $(60\pm 3)$  °С;
- 1 ч выдержки в теплоизолированной камере, подключенной к парогенератору, при воздействии на покрытие струи пара водяного с температурой плюс  $(120\pm 3)$  °С;
- 1 ч выдержки на воздухе при комнатной температуре с предварительным удалением влаги с поверхности образца фильтровальной бумагой.

Г.6.3.3 Визуально осматривают внешний вид покрытия, используя при необходимости лупу.

Г.6.3.4 Результаты контроля внешнего вида покрытия заносят в акт проведения контроля.

Г.6.3.5 Покрытие считают соответствующим техническим требованиям, если результаты контроля внешнего вида покрытия на всех образцах после термоциклических испытаний соответствуют норме, приведенной в таблице 22 п.1 настоящего стандарта.

## Приложение Д (справочное)

### Определение толщины покрытия наружной поверхности труб и соединительных деталей

#### Д.1 Назначение методики

Методика устанавливает правила испытаний и контроля геометрических размеров покрытия наружной поверхности труб и соединительных деталей в исходном состоянии и после воздействия удельной контактной нагрузки при заданных значениях температуры на основе стандартизированных методов определения толщины покрытий металлов.

#### Д.2 Методы испытаний

Для приемо-сдаточных, периодических и сертификационных испытаний применяют методы согласно ГОСТ 31993 (ISO 2808).

#### Д.3 Образцы для испытаний

##### Д.3.1 Типы образцов:

-при приемо-сдаточных испытаниях – изолированные изделия (трубы и соединительные детали).

-при периодических и сертификационных испытаниях - сегменты длиной 150 мм (вдоль оси изолированного изделия) и шириной 90 мм (Приложение В, рисунок В.1в)

Д.3.2 Количество образцов для параллельных испытаний в заданных условиях не менее пяти.

Д.3.3 Образцы перед началом испытаний маркируются с обратной стороны с помощью маркера или гравированием ручным или механическим способом.

#### Д.4 Требования к приспособлениям, материалам, оборудованию и реактивам.

Для контроля геометрических размеров используют следующие приспособления, материалы, инструменты, оборудование и реактивы:

– Приспособление для контактного нагружения покрытия с нагружающим стержнем массой  $(250 + 20)$  г и диаметром опорного торца  $(1,8 + 0,1)$  мм – 1 шт.

– Толщиномер типа «Константа – К5» с диапазоном измерения от 0 до 150 мм с точностью 1% - 1 шт.

– Термометр с пределом измерения плюс 100 °С – 1 шт.

– Тарировочная пластина – 1 шт.

#### Д.5 Условия проведения испытаний

– при приемо-сдаточных испытаниях – в цеховых условиях предприятия по внутренней изоляции трубной продукции при температуре  $(20 \pm 5)$  °С.

– при периодических и сертификационных испытаниях – в лабораторных условиях при заданных значениях температуры.

#### Д.6 Проведение испытаний и обработка результатов

В.6.1 Проведение контроля исходной толщины наружного покрытия при приемо-сдаточных испытаниях изолированных изделий по ГОСТ 31993 (ISO 2808) в исходном состоянии при температуре плюс  $(20 \pm 5)$  °С.

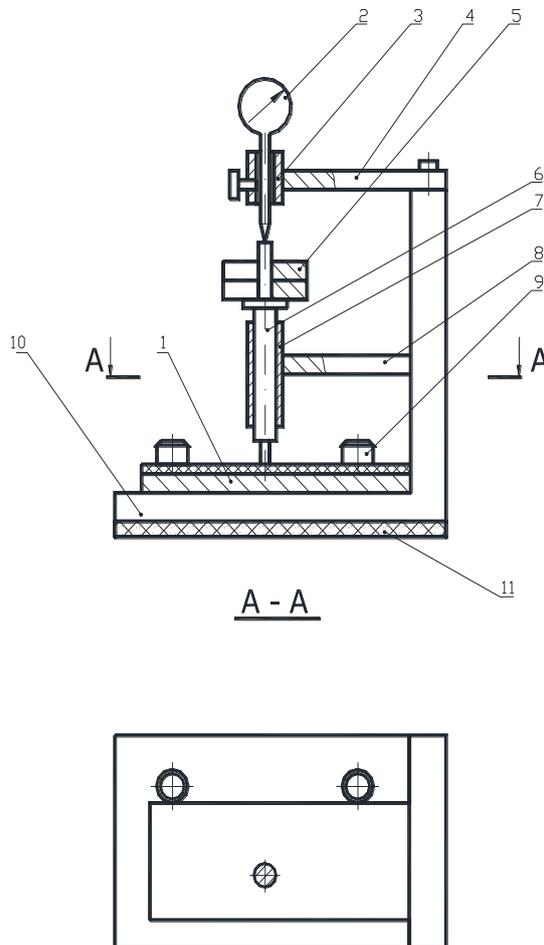
Д.6.1.1 Контролируют правильность показаний толщиномера на тарировочной пластине в соответствии с инструкцией на эксплуатацию.

Д.6.1.2 Проводят измерение толщины покрытия на краевых участках и в средней части изолированного изделия не менее чем в трех точках, расположенных равномерно по длине изолированного изделия.

Д.6.1.3 Покрытие считают соответствующим техническим требованиям, если результаты измерений соответствует норме, приведенной в таблице 22 п.2 настоящего стандарта.

Д.6.2 Проведение контроля толщины наружного покрытия при периодических и сертификационных испытаниях на образцах типа сегментов (Приложение В, рисунок В.1.в) при контактном давлении 10 МПа и заданной температуре в течение 24 ч.

Д.6.2.1 Устанавливают образец в приспособление (рисунок Д.1), плотно прижав к упорам.



1 – образец; 2 – индикатор; 3 – державка; 4, 8 – кронштейн; 5 – груз; 6 – стержень;  
7 – втулка, направляющая; 9 – упор; 10 – стойка; 11 – электронагреватель

Рисунок Д.1 - Схема испытания покрытия на сопротивление вдавливанию при действии контактной нагрузки

Д.6.2.2 Определяют исходную толщину покрытия  $\delta$ , мм с помощью толщиномера.

Д.6.2.3 Подводят ножку индикатора к поверхности покрытия, проверяют наличие контакта между ними.

Д.6.2.4 Устанавливают стрелку индикатора в нулевое положение.

Д.6.2.5 Нагревают образец до заданной температуры испытаний и выдерживают в течение 60 мин.

Д.6.2.6 Устанавливают на верхний конец стержня приспособления груз массой  $M_{гр}$ , которая рассчитывается по формуле:

$$M_{гр} = pF - M_{ст},$$

где  $p$  – нормированная величина контактного давления;  $p = 10$  МПа;

$F$  – площадь опорного торца стержня диаметром  $(1,8 + 0,1)$  мм;

$M_{ст}$  – масса стержня.

Д.6.2.7 Выдерживают образец при заданной температуре и удельной контактной нагрузке 10 МПа в течение 24 ч.

Д.6.2.8 Определяют по показанию стрелки индикатора глубину вдавливания наконечника стержня в покрытие  $h$ , мм.

Д.6.2.9 Определяют относительное уменьшение толщины покрытия,  $\Delta\delta$ , по формуле

$$\Delta\delta = \frac{h}{\delta} \cdot 100\%$$

где  $h$  – глубина вдавливания наконечника стержня в покрытие, мм;

$\delta$  – исходная толщина покрытия, мм.

Д.6.2.10 Покрытие считают соответствующим техническим требованиям, если относительное уменьшение толщины покрытия после контактного нагружения соответствует норме, приведенной в таблице 22 п.2 настоящего стандарта.

## **Д.7 Оформление результатов испытаний**

Д.7.1 Запись результатов испытаний проводят по формам Д.1 и Д.2.

Форма Д.1

Все графы обязательны к заполнению

---

 наименование принимающей организации
 

---

**АКТ**

**проведения контроля исходной толщины наружного покрытия при приемо-сдаточных испытаниях изолированных изделий (труб и соединительных деталей) при температуре плюс (20±5) °С**

Наименование изолированного изделия	Тип покрытия	Условие контроля	Номер изолированного изделия	Норма на толщину, мм	Результаты										
					Краевой участок №1			Средняя часть			Краевой участок №2				
					Т.1	Т.2	Т.3	Т.1	Т.2	Т.3	Т.1	Т.2	Т.3		
		Температура плюс (20±5) °С		Рекомендации Поставщиков материалов и соответствие требованиям настоящего стандарта											

Толщина наружного покрытия труб/соединительных деталей

---

 соответствует, не соответствует требуемому значению
 

---



---

 должность лица, проводившего испытания

---

 личная подпись

---

 расшифровка подписи

---

 дата

---

 наименование принимающей организации
**АКТ**

**проведения контроля толщины наружного покрытия при периодических и сертификационных испытаниях на образцах типа сегментов при удельной контактной нагрузке 10 МПа и заданной температуре в течение 24 ч**

Наименование изолированного изделия	Тип покрытия	Условие контроля	Номер образца	Исходная толщина покрытия, мм	Глубина внедрения наконечника стержня, мм	Норма на относительное уменьшение толщины покрытия, %, не более	Результаты
		Удельная контактная нагрузка 10 МПа при заданной температуре				10	

Относительное изменение толщины наружного покрытия образцов

---

 соответствует, не соответствует требуемому значению

---

 должность лица, проводившего испытания

---

 личная подпись

---

 расшифровка подписи

---

 дата

## Приложение Е (справочное)

### Определение диэлектрической сплошности покрытия наружной поверхности труб и соединительных деталей

#### Е.1 Назначение методики

Методика устанавливает правила испытаний и контроля диэлектрической сплошности покрытия наружной поверхности труб и соединительных деталей в исходном состоянии и после воздействия модельных сред при заданных значениях температуры на основе стандартизированных методов определения диэлектрической сплошности покрытий металлов.

#### Е.2 Методы испытаний

Для приемо-сдаточных, периодических и сертификационных испытаний применяют электролитический метод при толщине покрытия до 250 мкм и электроискровой метод при толщине покрытия свыше 250 мкм по ГОСТ Р 51164, при периодических испытаниях при УФ-радиации применяют метод по ГОСТ 16337.

#### Е.3 Образцы для испытаний

##### Е.3.1 Типы образцов:

-при приемо-сдаточных испытаниях – изолированные изделия (трубы и соединительные детали).

-при периодических и сертификационных испытаниях - сегменты длиной 150 мм (вдоль оси изолированного изделия) и шириной 90 мм (Приложение В, рисунок В.1в), при испытаниях на поперечный изгиб толщина сегмента не более 5 мм.

Е.3.2 Количество образцов для параллельных испытаний в заданных условиях не менее пяти.

Е.3.3 Образцы перед началом испытаний маркируются с обратной стороны с помощью маркера или гравированием ручным или механическим способом.

#### Е.4 Требования к приспособлениям, материалам, оборудованию и реактивам.

Для испытаний диэлектрической сплошности используют следующие приспособления, материалы, инструменты, оборудование и реактивы:

- Приспособление (рисунок Е.1) для испытания покрытия на изгиб – 1 шт.
- Циркуляционный термостат для выдержки образцов в модельной среде с диапазоном измерения температуры от плюс 0 °С до 250 °С - 1 шт.  
Класс точности приборов измерения температуры не ниже 0,5;
- Дефектоскоп электроискровой с диапазоном измерения от 0 до 15 кВ с точностью  $\pm 0,1$  кВ.– 1 шт.
- Криостат, обеспечивающий поддержание температуры, с предельной температурой минус 60 °С, с точностью  $\pm 2$  °С – 1 шт.
- Толщиномер электромагнитный с диапазоном измерения от 0 до 1500 мкм с точностью  $\pm 3\%$  - 1шт.
- Камера для ультрафиолетового облучения – 1 шт.
- Дистиллированная вода по ГОСТ 6709 – 1 тара объемом 10 л.
- NaCl (химически чистый) по ГОСТ 4233 - 1 банка п/э 0,5 кг.
- Бумага фильтровальная ГОСТ 12026 – 1 упаковка.

## **Е.5 Условия проведения испытаний**

- при приемо-сдаточных испытаниях – в цеховых условиях предприятия по внутренней изоляции трубной продукции при температуре  $(20\pm 5)^\circ\text{C}$ .
- при периодических и сертификационных испытаниях – в лабораторных условиях в модельных средах при заданных значениях температуры.

## **Г.6 Проведение испытаний и обработка результатов**

Е.6.1 Проведение контроля диэлектрической сплошности наружного покрытия при приемо-сдаточных испытаниях изолированных изделий по ГОСТ Р 51164 в исходном состоянии при температуре плюс  $(20\pm 5)^\circ\text{C}$ .

Е.6.1.1 Перед испытанием регулируют напряжение на дефектоскопе для получения требуемой величины напряжения на мм толщины покрытия.

Е.6.1.2 Заземляют образец.

Е.6.1.3 Подают напряжение на электрод дефектоскопа.

Е.6.1.4 Перемещают электрод непрерывным движением по поверхности покрытия на контролируемых участках для выявления дефектных мест по шуму пробивающейся искры или по сигналу, издаваемому прибором.

Е.6.1.5 Покрытие контролируют по всей поверхности, за исключением концевых участков, а также в местах поверхностных повреждений, выявленных при визуальном осмотре покрытия.

Е.6.1.6 Покрытие считают соответствующим техническим требованиям, если результаты контроля на диэлектрическую сплошность всех испытанных образцов соответствуют норме, приведенной в таблице 22 п.3 настоящего стандарта.

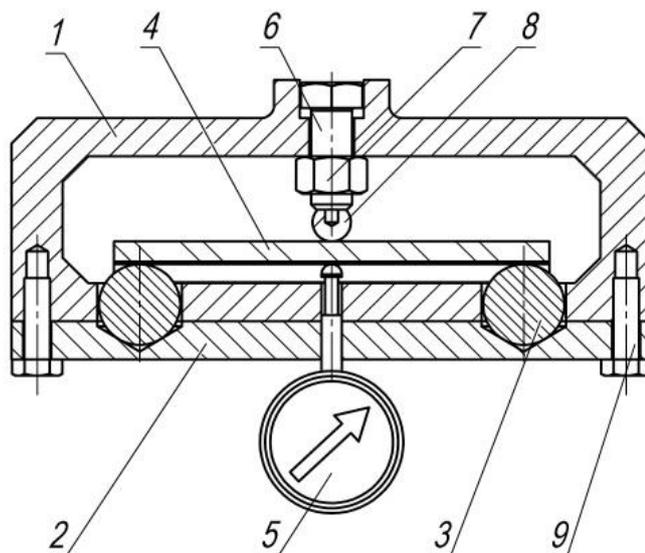
Е.6.2 Проведение контроля диэлектрической сплошности наружного покрытия при периодических испытаниях на образцах типа сегментов (Приложение В, рисунок В.1в) после поперечного изгиба со стрелой прогиба  $f_{\text{Мак}}$  при температурах плюс  $(20\pm 5)^\circ\text{C}$  и минус  $(40\pm 3)^\circ\text{C}$ .

Е.6.2.1 Проводят маркировку и определяют толщину покрытия всех испытываемых образцов.

Е.6.2.2 Проверяют диэлектрическую сплошность покрытия образцов электроискровым дефектоскопом в соответствии с п. Е.6.1

Е.6.2.3 При наличии дефектных мест образец считают непрошедшим испытания.

Е.6.2.4 Устанавливают образец, прошедший контроль на диэлектрическую сплошность в исходном состоянии, на опоры приспособления для испытания на поперечный изгиб симметрично относительно этих опор покрытием вниз (рисунок Е.1).



- 1 – рама; 2 – крышка; 3 – сферическая опора; 4 – образец с покрытием; 5 – индикатор; 6 – нажимной болт; 7 – гайка; 8 – пуансон цилиндрический;  
9 – болт крепежный

Рисунок Е.1 - Схема приспособления для испытания покрытия на изгиб при заданной стреле прогиба

Е.6.2.5 Закрепляют индикатор в державке приспособления.

Е.6.2.6 Вводят нажимной конец пуансона в соприкосновение с поверхностью образца вращением винта.

Е.6.2.7 Вводят опорную поверхность ножки индикатора в соприкосновение с поверхностью покрытия и устанавливают стрелку шкалы индикатора в нулевое положение.

Е.6.2.8 Проводят поперечный изгиб образца с помощью нажимного болта 6 до заданной стрелы прогиба, фиксируемой индикатором. Значения требуемой стрелы прогиба сегмента в зависимости от диаметра и толщины стенки трубы, из которой он вырезан, приведены в таблице Е.1.

Таблица Е.1 – Значения требуемой стрелы прогиба сегмента в зависимости от диаметра и толщины стенки трубы, из которой он вырезан

Диаметр трубы наружный, D, мм	Толщина стенки, s, мм	Длина сегмента трубы, L, мм	Расстояние между опорами, l, мм	Изгибающая нагрузка, F <sub>изг</sub> , кН	Величина стрелы прогиба, f <sub>max</sub> , мм
108	4	170	150	1,54	0,931
114	6			2,56	0,751
158	8			3,97	0,667
168	8			3,97	0,675
219	8			4,00	0,705
273	8			4,04	0,726
273	10			6,33	0,599
325	8			4,09	0,741

## Окончание таблицы Е.1

Диаметр трубы наружный, D, мм	Толщина стенки, s, мм	Длина сегмента трубы, L, мм	Расстояние между опорами, l, мм	Изгибающая нагрузка, $F_{изг}$ , кНм	Величина стрелы прогиба, $f_{max}$ , мм
325	10	170	150	6,42	0,608
426	8			4,15	0,759
426	10			6,54	0,620
530	8			4,21	0,772
530	10			6,62	0,628
720	10			6,72	0,636

ЕГ.6.2.9 Выдерживают приспособление с образцом при заданной стреле прогиба  $f_{max}$  в течение 0,5 ч. в криостате при требуемой температуре испытаний минус  $(40 \pm 3)^\circ\text{C}$ .

Е.6.2.10 Извлекают приспособление из криостата, прогревают образец до комнатной температуры и проверяют диэлектрическую сплошность покрытия образца в соответствии с п. Е.6.1.

Е.6.2.11 Покрытие считают соответствующим техническим требованиям, если результаты контроля на диэлектрическую сплошность всех испытанных образцов соответствуют норме, приведенной в таблице 22 п.3 настоящего стандарта.

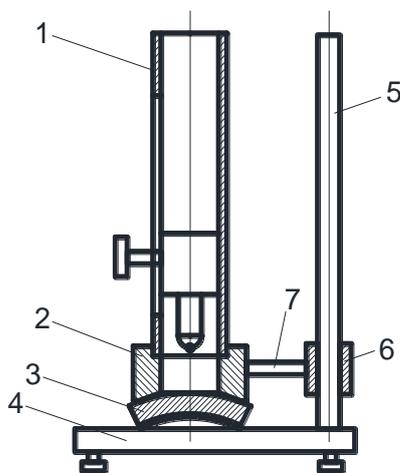
Е.6.3 Проведение контроля диэлектрической сплошности наружного покрытия при периодических испытаниях на образцах типа сегментов (Приложение В, рисунок В.1.в) после прямого удара при температурах плюс  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$  и минус  $(40 \pm 3)^\circ\text{C}$

Е.6.3.1 Проводят маркировку и определяют толщину покрытия всех испытываемых образцов.

Е.6.3.2 Проверяют диэлектрическую сплошность покрытия образцов электроискровым дефектоскопом в соответствии с п. Е.6.1.

Е.6.3.3 При наличии дефектных мест образец считают непрошедшим испытания.

Е.6.3.4 Устанавливают груз в направляющей трубе установки для испытания покрытия на удар (рисунок Е.2) на заданную высоту, определяемую требуемой энергией удара, фиксируют груз на этой высоте.



1-труба направляющая; 2-призма прижимная;  
3-образец-сегмент с наружным покрытием; 4-плита опорная; 5-стойка;  
6- втулка направляющая; 7-державка

Рисунок Е.2 – Схема установки для испытания покрытия на прямой удар

Е.6.3.5 Устанавливают образец, прошедший контроль на диэлектрическую сплошность в исходном состоянии, в криостат, устанавливают в криостате температуру минус  $(40 \pm 3)$  °С и выдерживают образец при этой температуре в течение 30 мин.

Е.6.3.6 Извлекают образец из криостата, сразу же устанавливают на опорную плиту установки для испытания на прямой удар выпуклой поверхностью вверх (рисунок Е.2), прижимают прихватом и освобождают груз, обеспечив его падение в направляющей трубе с заданной высоты на поверхность образца.

Интервал времени между извлечением образца из криостата и падением груза на поверхность покрытия не должен превышать 1 мин.

Е.6.3.7 Снимают образец с опорной плиты установки, прогревают образец до комнатной температуры и проверяют диэлектрическую сплошность покрытия образца в соответствии с п. Е.6.1.

Е.6.3.8 Повторяют п. Е.6.3.4.

Е.6.3.9 Устанавливают новый образец, прошедший контроль на диэлектрическую сплошность в исходном состоянии, на опорную плиту установки для испытания на прямой удар выпуклой поверхностью вверх (рисунок Е.2), прижимают прихватом.

Е.6.3.10 Освобождают груз, обеспечив его падение в направляющей трубе с заданной высоты на поверхность образца.

Интервал времени между извлечением образца из сушильного шкафа и падением груза на поверхность покрытия не должен превышать 1 мин.

Е.6.3.11 Снимают образец с опорной плиты установки и проверяют диэлектрическую сплошность покрытия образца в соответствии с п. Е.6.1.

Е.6.3.12 Покрытие считают соответствующим техническим требованиям, если результаты контроля на диэлектрическую сплошность всех испытанных образцов соответствуют норме, приведенной в таблице 22 п.3 настоящего стандарта.

Е.6.4 Проведение контроля диэлектрической сплошности наружного покрытия при периодических испытаниях на образцах типа сегментов (Приложение В, рисунок В.1.в) по ГОСТ 16337 при УФ-радиации с последующим прямым ударом с энергией 5,0 Дж/мм толщины покрытия.

Е.6.4.1 Проводят маркировку и определяют толщину покрытия всех испытываемых образцов.

Е.6.4.2 Проверяют диэлектрическую сплошность покрытия образцов электроискровым дефектоскопом в соответствии с п. Е.6.1.

Е.6.4.3 При наличии дефектных мест образец считают непрошедшим испытания.

Е.6.4.4 Устанавливают образец, прошедший контроль на диэлектрическую сплошность в исходном состоянии, в камеру с ксеноновой лампой и проводят ультрафиолетовое облучение покрытия при режимах, приведенных в ГОСТ 16337.

Е.6.4.5 Извлекают образец из камеры с ксеноновой лампой по окончании времени испытаний и устанавливают на опорную плиту установки для испытания на удар выпуклой поверхностью вверх.

Е.6.4.6 Устанавливают груз (рисунок Е.2) на заданную высоту, определяемую требуемой энергией удара, и отпускают груз для его свободного падения вниз до соприкосновения с поверхностью покрытия.

Е.6.4.7 Снимают образец с опорной плиты установки и проверяют диэлектрическую сплошность покрытия в соответствии с п. Е.6.1.

Е.6.4.8 Покрытие считают соответствующим техническим требованиям, если результаты контроля на диэлектрическую сплошность всех испытанных образцов соответствуют норме, приведенной в таблице 22 п. 3 настоящего стандарта.

Е.6.5 Проведение контроля диэлектрической сплошности наружного покрытия при периодических испытаниях на образцах типа сегментов (Приложение В, рисунок В.1.в)

после поперечного изгиба с заданной стрелой прогиба  $f_{\max}$  в 3%-ном водном растворе NaCl в течение 100 суток при заданном значении температуры.

Е.6.5.1 Проводят маркировку и определяют толщину покрытия всех испытываемых образцов.

Е.6.5.2 Проверяют диэлектрическую сплошность покрытия образцов электроискровым дефектоскопом в соответствии с п. Е.6.1

Е.6.5.3 При наличии дефектных мест образец считают непрошедшим испытания.

Е.6.5.4 Устанавливают образец, прошедший контроль на диэлектрическую сплошность в исходном состоянии, на опоры приспособления для испытания на поперечный изгиб симметрично относительно этих опор покрытием вниз (рисунок Е.1).

Е.6.5.5 Закрепляют индикатор в державке приспособления.

Е.6.5.6 Вводят нажимной конец пуансона в соприкосновение с поверхностью образца вращением винта.

Е.6.5.7 Вводят опорную поверхность ножки индикатора в соприкосновение с поверхностью покрытия и устанавливают стрелку шкалы индикатора в нулевое положение.

Е.6.5.8 Проводят поперечный изгиб образца с помощью винта до заданной стрелы прогиба, фиксируемой индикатором. Норма на стрелу прогиба приведена в таблице Е.1.

Е.6.5.9 Готовят модельную среду (3%-ный водный раствор NaCl), для чего растворяют в дистиллированной воде 30 г/л NaCl.

Е.6.5.10 Устанавливают приспособление с образцом при заданной стреле прогиба в циркуляционный термостат и заполняют рабочую камеру циркуляционного термостата модельной средой (3%-ный водный раствор NaCl).

Е.6.5.11 Прогревают модельную среду в циркуляционном термостате до заданной температуры.

Е.6.5.12 Выдерживают образец в циркуляционном термостате в модельной среде в течение времени  $\tau = 100$  суток при заданном значении температуры.

Е.6.5.13 Охлаждают модельную среду в циркуляционном термостате до комнатной температуры.

Е.6.5.14 Извлекают образец из модельной среды, демонтируют приспособление, протирают образец фильтровальной бумагой для удаления остатков модельной среды и проводят контроль диэлектрической сплошности в соответствии с п. Е.6.1.

Е.6.5.15 Покрытие считают соответствующим техническим требованиям, если результаты контроля на диэлектрическую сплошность всех испытанных образцов соответствуют норме, приведенной в таблице 22 п.3 настоящего стандарта.

## **Е.7 Оформление результатов испытаний**

Е.7.1 Запись результатов испытаний проводят по формам Е.1, Е.2, Е.3, Е.4 и Е.5.

Форма Е.1

Все графы обязательны к заполнению

---

 наименование принимающей организации
 

---

**АКТ**

**проведения контроля диэлектрической сплошности наружного покрытия при приемо-сдаточных испытаниях изолированных изделий (труб и соединительных деталей) при температуре плюс (20±5) °С**

Наименование изолированного изделия	Тип покрытия	Условие контроля	Номер изолированного изделия	Толщина покрытия, мм	Норма на напряжение, при которой не происходит пробой покрытия, кВ/мм толщины покрытия, не менее	Результаты
		Температура плюс (20±5) °С			5,0	

Диэлектрическая сплошность наружного покрытия партии  
труб/соединительных деталей

---

 соответствует, не соответствует требуемому значению
 

---



---

 должность лица, проводившего испытания
 

---



---

 личная подпись
 

---



---

 расшифровка подписи
 

---



---

 дата
 

---

---

 наименование принимающей организации
 

---

## АКТ

проведения контроля диэлектрической сплошности наружного покрытия при периодических и сертификационных испытаниях на образцах типа сегментов после поперечного изгиба со стрелой прогиба  $f_{\max}$  при температурах плюс  $(20\pm 5)^\circ\text{C}$  и минус  $(40\pm 3)^\circ\text{C}$

Наименование изолированного изделия	Тип покрытия	Условие контроля	Номер образца	Толщина покрытия, мм	Норма на напряжение, при котором не происходит пробой покрытия, кВ/мм толщины покрытия, не менее	Результаты
		Температура плюс $(20\pm 5)^\circ\text{C}$			5,0	
		Стрела прогиба, мм См. таблицу Е.1				
		Температура минус $(40\pm 3)^\circ\text{C}$				
		Стрела прогиба, мм См. таблицу Е.1				

Диэлектрическая сплошность наружного покрытия образцов

---

 соответствует, не соответствует требуемому значению
 

---



---

 должность лица, проводившего испытания
 

---



---

 личная подпись
 

---



---

 расшифровка подписи
 

---



---

 дата
 

---

Форма Е.3

Все графы обязательны к заполнению

---

 наименование принимающей организации
 

---

## АКТ

проведения контроля диэлектрической сплошности наружного покрытия при периодических и сертификационных испытаниях на образцах типа сегментов после прямого удара при температурах плюс  $(20\pm 5)$  °С и минус  $(40\pm 3)$  °С

Наименование изолированного изделия	Тип покрытия	Условие контроля	Номер образца	Толщина покрытия, мм	Норма на напряжение, при котором не происходит пробой покрытия, кВ/мм толщины покрытия, не менее	Результаты
		Прямой удар с энергией 5 Дж/мм толщины покрытия при температуре минус $(40\pm 3)$ °С			5,0	
		Прямой удар с энергией 5 Дж/мм толщины покрытия при температуре плюс $(20\pm 5)$ °С				

Диэлектрическая сплошность наружного покрытия образцов

---

 соответствует, не соответствует требуемому значению
 

---



---

 должность лица, проводившего испытания
 

---



---

 личная подпись
 

---



---

 расшифровка подписи
 

---



---

 дата
 

---

---

 наименование принимающей организации
 

---

**АКТ**

**проведения контроля диэлектрической сплошности наружного покрытия при периодических и сертификационных испытаниях на образцах типа сегментов после УФ-радиации с последующим прямым ударом с энергией 5,0 Дж/мм толщины покрытия**

Наименование изолированного изделия	Тип покрытия	Условие контроля	Номер образца	Толщина покрытия в исходном состоянии, мм	Норма на напряжение, при котором не происходит пробой покрытия, кВ/мм толщины покрытия, не менее	Результаты
		УФ-радиация с последующим прямым ударом с энергией 5 Дж/ мм толщины покрытия			5,0	

Диэлектрическая сплошность наружного покрытия образцов

---

 соответствует, не соответствует требуемому значению
 

---



---

 должность лица, проводившего испытания

---

 личная подпись

---

 расшифровка подписи

---

 дата

Форма Е.5

Все графы обязательны к заполнению

---

 наименование принимающей организации
 

---

**АКТ**

**проведения контроля диэлектрической сплошности наружного покрытия при периодических и сертификационных испытаниях на образцах типа сегментов после выдержки 100 суток в модельной среде при поперечном изгибе с заданной стрелой прогиба  $f_{max}$  при заданном значении температуры**

Наименование изолированного изделия	Тип покрытия	Условие контроля	Номер образца	Толщина покрытия в исходном состоянии, мм	Норма на напряжение, при котором не происходит пробой покрытия, кВ/мм толщины покрытия, не менее	Результаты
		В модельной среде при заданной температуре и поперечном изгибе со стрелой прогиба, приведенной в таблице Е.1			5,0	

Диэлектрическая сплошность наружного покрытия образцов

---

 соответствует, не соответствует требуемому значению
 

---



---

 должность лица, проводившего испытания

---

 личная подпись

---

 расшифровка подписи

---

 дата

## Приложение Ж (справочное)

### Определение адгезии покрытия наружной поверхности труб и соединительных деталей

#### Ж.1 Назначение методики

Методика устанавливает правила испытаний и контроля адгезии покрытия наружной поверхности труб и соединительных деталей в исходном состоянии и после воздействия модельных сред при заданном значении температуры на основе стандартизированных методов определения адгезии покрытий металлов.

#### Ж.2 Методы испытаний

Ж.2.1 Для приемо-сдаточных испытаний: методы X-образного надреза по ГОСТ 32702.2 (ISO 16276-2) или отрыва грибка по ГОСТ 32299 (ISO 4624) для покрытий из терморектопластов и отслаивания полосы по ГОСТ 411 для покрытий из термопластов.

Ж.2.2 Для периодических и сертификационных испытаний: методы отрыва грибка по ГОСТ 32299 (ISO 4624) для покрытий из терморектопластов и отслаивания полосы по ГОСТ 411 для покрытий из термопластов.

#### Ж.3 Образцы для испытаний

##### Ж.3.1 Типы образцов:

-при приемо-сдаточных испытаниях – изолированные изделия (трубы и соединительные детали).

-при периодических и сертификационных испытаниях - сегменты длиной 150 мм (вдоль оси изолированного изделия) и шириной 90 мм (Приложение В, рисунок В.1в).

Ж.3.2 Количество образцов для параллельных испытаний в заданных условиях не менее пяти.

Ж.3.3 Образцы перед началом испытаний маркируются с обратной стороны с помощью маркера или гравированием ручным или механическим способом.

#### Ж.4 Требования к приспособлениям, материалам, оборудованию и реактивам.

Для испытаний адгезии используют следующие приспособления, материалы, инструменты, оборудование и реактивы:

- Приспособления (рисунки Ж.5, Ж.8) для контроля адгезии при повышенной температуре - 1 шт.
- Машина разрывная с максимальной нагрузкой 10 кН, с ценой деления 1,0 Н – 1 шт.
- Адгезиметр механический с ценой деления 5 кг – 1 шт.;
- Адгезиметр типа АМЦ-2-20 с ценой деления 0,01 кг – 1 шт.;
- Циркуляционный термостат для выдержки образцов в модельной среде с диапазоном измерения температуры от плюс 0 °С до 250 °С - 1 шт.  
Класс точности приборов измерения температуры не ниже 0,5;
- Теплоизолированная камера с подключенным парогенератором:  
Максимальная паропроизводительность по насыщенному пару - 10 кг/ч;  
Рабочее давление пара – 0,1-0,5 (МПа) – 1 шт.
- Лезвийный режущий инструмент (ручной или с электроприводом) – 1 шт.
- Линейка металлическая ГОСТ 427 для прорезания полосы покрытия до металла – 1 шт.

- Грибок стальной в виде сегмента (рисунок Д.1) длиной 20 мм и шириной 15 мм, вырезанный из трубы без покрытия того же размера, что и труба с покрытием – 3 шт.
- Шлифовальная шкурка ГОСТ 6456 – 1 шт.
- Прозрачная клейкая лента шириной 25 мм с силой отрыва 10Н на 25 мм ширины – 1 шт.
- Стальной шаблон с прорезями, ширина между которыми 2-3 мм – 1 шт.
- Спирт этиловый по ГОСТ 17299 – 1 тара объемом 0,5 л.
- Клей (двухкомпонентный эпоксидный) – 1 упаковка.
- NaCl (химически чистый) по ГОСТ 4233 - 1 банка п/э 0,5 кг.
- Дистиллированная вода по ГОСТ 6709 – 1 тара объемом 10 л.
- Бумага фильтровальная ГОСТ 12026 – 1 упаковка.
- Лупа с 5х увеличением – 1 шт.
- Ацетон технический по ГОСТ 2768 - 1 тара объемом 0,5 л.
- Стамеска для отслаивания полосы покрытия от стали– 1 шт.
- Молоток – 1 шт.

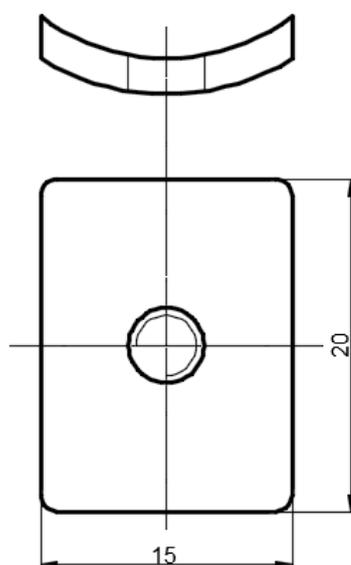


Рисунок Ж.1 – Грибок-сегмент

### Ж.5 Условия проведения испытаний

- при приемо-сдаточных испытаниях – в цеховых условиях предприятия по внутренней изоляции трубной продукции при температуре  $(20\pm 5)^\circ\text{C}$ .
- при периодических и сертификационных испытаниях – в лабораторных условиях в модельных средах при заданных значениях температуры.

### Ж.6 Проведение испытаний и обработка результатов

Ж.6.1 Проведение контроля исходной адгезии наружного покрытия из терморектопластов при приемо-сдаточных испытаниях изолированных изделий методом Х-образного надреза по ГОСТ 32702.2 (ISO 16276-2) при температуре плюс  $(20\pm 5)^\circ\text{C}$ .

Ж.6.1.1 Прорезают покрытие на концевом участке трубы с помощью режущего инструмента по шаблону до металла, на расстоянии не менее 150 мм от края покрытия, сформировав Х-образный надрез в соответствии с рисунком Ж.2.

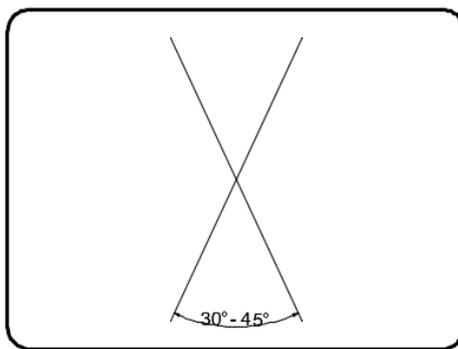


Рисунок Ж.2 - Схема X-образного надреза покрытия

Ж.6.1.2 Каждый надрез должен быть длиной не менее 40 мм. Угол пересечения надрезов должен быть между  $30^\circ$  и  $45^\circ$ .

Ж.6.1.3 В начале новой серии испытаний с катушки с лентой удаляют два полных круга ленты, после чего отрезают полосу длиной 75 мм.

Ж.6.1.4 Центр отрезанной ленты помещают на пересечение надрезов в направлении острого угла, разглаживают ее пальцем по всей длине надрезов, плотно прижимают к покрытию, оставив один конец ленты не приклеенным.

Ж.6.1.5 Удаляют ленту через 5 мин, держа за свободный конец и плавно отрывая за 0,5-1,0 с под углом примерно  $60^\circ$  вместе с отслоившимися участками покрытия.

Ж.6.1.6 При невозможности доступа внутрь изолированного изделия для создания X-образного надреза, что определяется внутренним диаметром этого изделия, отрезают патрубков от концевой участка изолированного изделия длиной 200 мм, разрезают его на два полуцилиндра, на покрытии которых в средней части делают X-образный надрез.

Ж.6.1.7 Повторяют испытание методом X-образного надреза на полуцилиндрах в соответствии с п.п. Ж.6.1.1-Ж.6.1.5.

Ж.6.1.8 Используя Приложение А ГОСТ 32702.2, определяют степень разрушения и соответствующую ей оценку в баллах.

Ж.6.1.9 Покрытие считают соответствующим техническим требованиям, если результаты контроля на всех образцах соответствуют норме, приведенной в таблице 22 п.4 настоящего стандарта.

Ж.6.2 Проведение контроля адгезии наружного покрытия из термореактопластов (эпоксидное, фенольное, эпоксидно-фенольное) при приемо-сдаточных испытаниях изолированных изделий методом отрыва грибка по ГОСТ 32299 (ISO 4624) при температуре плюс  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ .

Ж.6.2.1 С помощью режущего инструмента выделяют на поверхности покрытия контролируемые участки в соответствии с рисунком Ж.3. Канавки прорезают на всю толщину покрытия до металла.

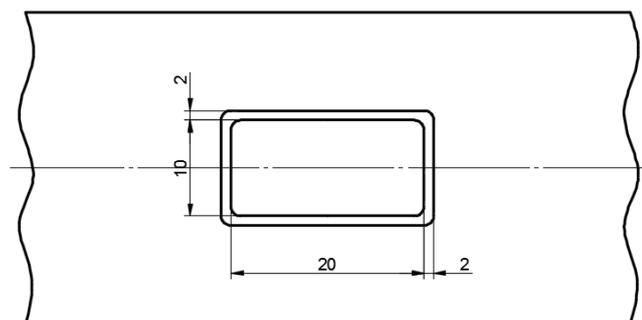


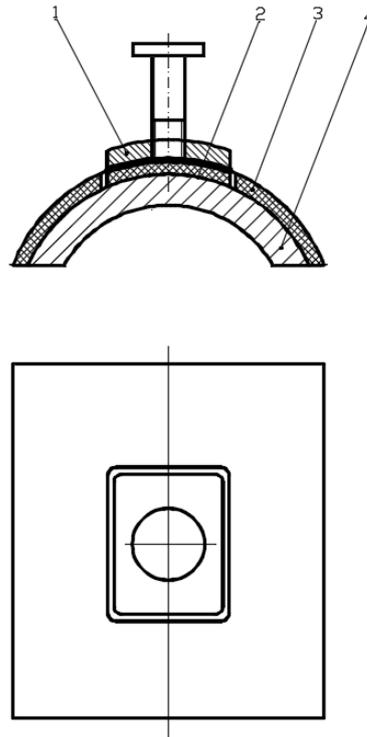
Рисунок Ж.3 – Схема образца для контроля адгезии методом отрыва грибка

Ж.6.2.2 Обрабатывают поверхность выделенного участка и приклеиваемую поверхность стального грибка шлифовальной шкуркой и обезжиривают ацетоном.

Примечание:

Грибок-сегмент следует приклеивать вогнутой поверхностью к наружному покрытию для обеспечения минимального зазора между сопрягаемыми поверхностями покрытия и грибка.

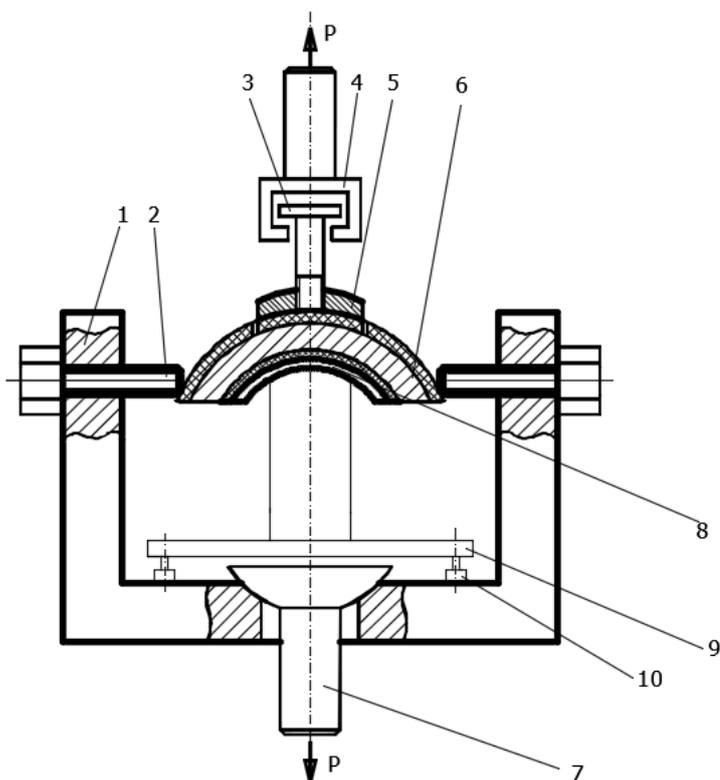
Ж.6.2.3 Наносят на обезжиренные поверхности контролируемого участка покрытия и грибка тонкий слой клея, устанавливают грибок на поверхность покрытия сразу же (рисунок Ж.4), проводят отверждение клеевого слоя при режимах, указанных в инструкции по применению клея.



1-грибок; 2-клеевой слой; 3-покрытие; 4-изолированное изделие

Рисунок Ж.4 – Схема клеевого соединения грибка с покрытием

Ж.6.2.4 Устанавливают образец в приспособление (рисунок Ж.5), закрепляют грибок в специальном зажиме и зажимают хвостовики (3) приспособления и специального зажима в зажимах разрывной машины.



1 – скоба; 2 – винт упорный; 3 – хвостовик; 4, 7 – захваты; 5 – грибок;  
6 – сегмент с покрытием; 8 – электронагреватель; 9 – опора;  
10 – ножки регулируемые

Рисунок Ж.5 - Схема испытания адгезии покрытия методом отрыва грибка

Ж.6.2.5 Отрывают грибок при скорости перемещения подвижного зажима разрывной машины 10 мм/мин.

Ж.6.2.6 Определяют удельное усилие отрыва по формуле

$$\sigma = \frac{Q}{F} \quad (\text{Ж.1})$$

где  $\sigma$  - удельное усилие отрыва грибка, МПа;

$Q$  – усилие нормального отрыва, Н;

$F$  – площадь поверхности грибка сопрягаемой с покрытием.

Ж.6.2.7 Визуально или с помощью увеличительной лупы определяют характер разрушения металлополимерного соединения при отрыве грибка; Возможны следующие виды разрушения:

- отрыв покрытия от металла образца;
- расслоение многослойного покрытия;
- отрыв клеевого слоя от покрытия;
- разрушение по материалу покрытия;
- разрушение по клеевому слою;
- отрыв клеевого слоя от поверхности грибка.

При разрушении по клеевому слою, отрыве клеевого слоя от покрытия или от грибка удельное усилие отрыва должно быть не менее 5,0 МПа. При меньшем удельном усилии отрыва повторно приклеивают грибок и повторяют испытания.

Разрушение по клеевому слою, отслаивание клеевого слоя от поверхности грибка или от покрытия при удельном усилии отрыва не менее 5,0 МПа свидетельствует о

сохранении достаточно высокой исходной адгезионной и когезионной прочности покрытия, превышающей достижимую прочность клеевого соединения.

Ж.6.2.8 Повторяют п.п. Ж.6.2.1 - Ж.6.2.7.

Ж.6.2.9 Покрытие считают соответствующим техническим требованиям, если результаты контроля адгезии на всех испытанных образцах соответствуют норме, приведенной в таблице 22 п.4 настоящего стандарта

Ж.6.3 Проведение контроля адгезии наружного покрытия из термопластов (полиэтиленовое, полипропиленовое) при прямо-сдаточных испытаниях изолированных изделий методом отслаивания прорезанной полосы покрытия от стали при температуре плюс  $(20\pm 5)$  °С.

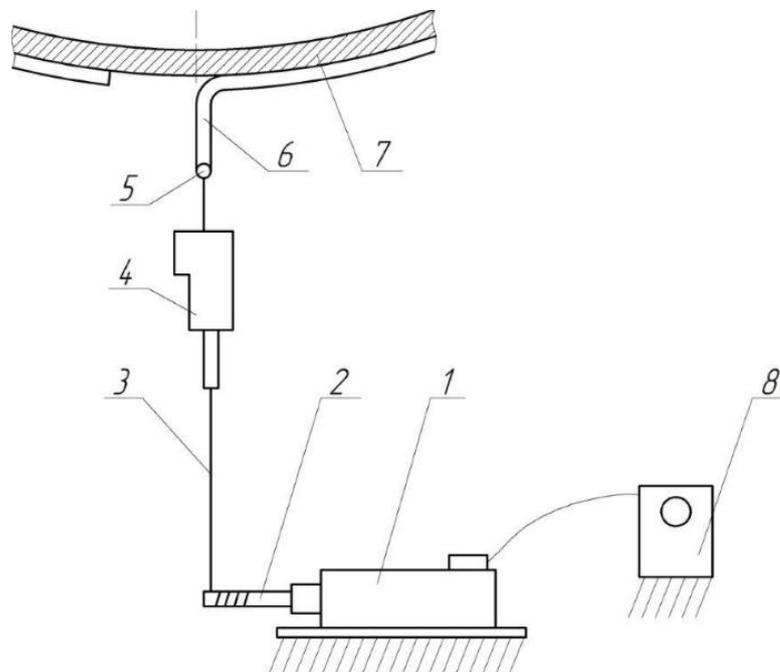
Ж.6.3.1 Контроль адгезии проводят не ранее, чем через 1 час после изоляции изделия при температуре плюс  $(20\pm 5)$  °С.

Ж.6.3.2 Контроль адгезии выполняют на участках изделия, отстоящих друг от друга на расстоянии не менее 100 мм (рекомендуется контролировать адгезию покрытия в средней части изделия и на концевых участках, подлежащих последующей зачистке).

Ж.6.3.3 Вырезают в покрытии с помощью специального ножа полосу шириной 10 мм. Покрытие прорезают на всю толщину до металла; при этом, ширина прорезей должна быть не менее 1 мм, а длина полосы - не менее 150 мм.

Ж.6.3.4. Отслаивают с использованием стамески и молотка прорезанную полосу покрытия от стали на длину, достаточную для закрепления полосы покрытия в зажиме адгезиметра (50-70 мм).

Ж.6.3.5. Закрепляют отслоенный конец полосы покрытия в зажиме адгезиметра рисунок Ж.6.



1 – электропривод (электродвигатель, мотор-редуктор); 2 – вал;  
3 – стальной тросик; 4 – адгезиметр; 5 – зажим; 6 – покрытие; 7 – труба;  
8 – регулятор электропривода

Рисунок Ж.6 - Схема приспособления для контроля адгезии покрытия из термопласта наружной поверхности трубы

Ж.6.3.6. Отслаивают полосу покрытия от поверхности трубы под углом  $90^0\pm 10^0$  на расстоянии 80–100 мм в соответствии с прилагаемой к адгезиметру инструкцией со

скоростью отслаивания (10-15) мм/мин. и определяют среднеинтегральное значение усилия отслаивания в ньютонах (Н), измеренное цифровым адгезиметром. Скорость отслаивания определяют как частное от деления длины отслоенной полосы на время отслаивания

Ж.6.3.7. Определяют величину адгезии покрытия к стали в ньютонах на сантиметр ширины полосы (Н/см) как частное от деления среднеинтегрального значения усилия отслаивания, измеренного адгезиметром, на ширину полосы.

Ж.6.3.8. Показателем адгезии покрытия к стали принимают среднеарифметическое значение, полученное по трем параллельным измерениям.

Ж.6.3.9. Покрытие считают выдержавшим испытание, если значение показателя адгезии покрытия к стали соответствует норме, приведенной в таблице 22 п.4 настоящего стандарта

Ж.6.4 Проведение контроля адгезии наружного покрытия при периодических и сертификационных испытаниях на образцах типа сегментов (Приложение В, рисунок В.1в) методом отрыва грибка по ГОСТ 32299 (ISO 4624) при заданной повышенной температуре

Ж.6.4.1 С помощью режущего инструмента выделяют на поверхности покрытия контролируемые участки в соответствии с рисунком Ж.3. Канавки прорезают на всю толщину покрытия до металла.

Ж.6.4.2 Обрабатывают поверхность выделенного участка и приклеиваемую поверхность стального грибка шлифовальной шкуркой и обезжиривают ацетоном.

Примечание:

Грибок-сегмент следует приклеивать вогнутой поверхностью к наружному покрытию для обеспечения минимального зазора между сопрягаемыми поверхностями покрытия и грибка.

Ж.6.4.3 Наносят на обезжиренные поверхности контролируемого участка покрытия и грибка тонкий слой клея, устанавливают грибок на поверхность покрытия сразу же (рисунок Ж.4), проводят отверждение клеевого слоя при режимах, указанных в инструкции по применению клея.

Ж.6.4.4 Устанавливают образец в приспособление (рисунок Ж.5), закрепляют грибок в специальном зажиме и зажимают хвостовики (3) приспособления и специального зажима в зажимах разрывной машины.

Ж.6.4.5 Прогревают образец с помощью электронагревателя (8), установленного в приспособлении, до заданной температуры и выдерживают образец при этой температуре 15 мин.

Ж.6.4.6 Отрывают грибок при скорости перемещения подвижного зажима разрывной машины 10 мм/мин.

Ж.6.4.7 Определяют удельное усилие отрыва по формуле

$$\sigma = \frac{Q}{F} \quad (\text{Ж.2})$$

где  $\sigma$  - удельное усилие отрыва грибка, МПа;

$Q$  – усилие нормального отрыва, Н;

$F$  – площадь поверхности грибка сопрягаемой с покрытием.

Ж.6.4.8 Визуально или с помощью увеличительной лупы определяют характер разрушения металлополимерного соединения при отрыве грибка; Возможны следующие виды разрушения:

- отрыв покрытия от металла образца;
- расслоение многослойного покрытия;

- отрыв клеевого слоя от покрытия;
- разрушение по материалу покрытия;
- разрушение по клеевому слою;
- отрыв клеевого слоя от поверхности грибка.

При разрушении по клеевому слою, отрыве клеевого слоя от покрытия или от грибка удельное усилие отрыва должно быть не менее 5,0 МПа. При меньшем удельном усилии отрыва повторно приклеивают грибок и повторяют испытания.

Разрушение по клеевому слою, отслаивание клеевого слоя от поверхности грибка или от покрытия при удельном усилии отрыва не менее 5,0 МПа свидетельствует о сохранении достаточно высокой исходной адгезионной и когезионной прочности покрытия, превышающей достижимую прочность клеевого соединения.

Ж.6.4.9 Повторяют п.п. Ж.6.4.1 - Ж.6.4.8.

Ж.6.4.10 Покрытие считают соответствующим техническим требованиям, если результаты контроля адгезии на всех испытанных образцах соответствуют норме, приведенной в таблице 22 п.4 настоящего стандарта

Ж.6.5 Проведение контроля адгезии наружного покрытия из термопластов (полиэтиленовое, полипропиленовое) при периодических и сертификационных испытаниях на образцах типа сегментов (Приложение В, рисунок В.1в) методом отслаивания прорезанной полосы покрытия от стали при заданной повышенной температуре.

Ж.6.5.1 Прорезают до металла вдоль оси образца полосу покрытия шириной (20±1) мм по всей длине образца. На длине 25 мм от одного из торцов отслаивают прорезанную полосу покрытия от стальной пластины.

Ж.6.5.2 Закрепляют выступающий конец полосы покрытия в специальном зажиме (рисунок Ж.6), устанавливают образец в приспособление (рисунок Ж.7) и зажимают хвостовики приспособления и специального зажима в зажимах разрывной машины.

Ж.6.5.3 Прогревают образец до заданной повышенной температуры с помощью электронагревателя, установленного в приспособлении, и выдерживают при этой температуре 15 мин.

Ж.6.5.4 Отслаивают полосу покрытия от стальной пластины по всей длине образца при скорости перемещения подвижного зажима испытательной машины 10 мм/мин.

Ж.6.5.5 Определяют удельное усилие отслаивания покрытия по формуле

$$p=P/S, \quad (\text{Ж.3})$$

где P – усилие отслаивания, Н;

S – ширина полосы покрытия, см.

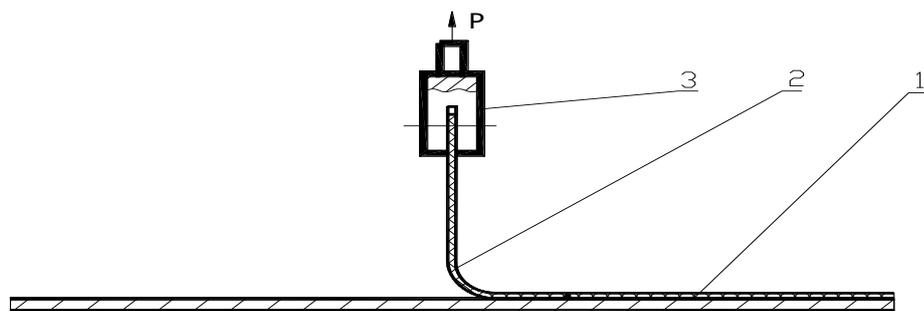
Ж.6.5.6 Определяют визуально или с помощью увеличительной лупы характер разрушения покрытия при отслаивании по всей длине образца. При этом возможны следующие варианты разрушения:

- отрыв покрытия от стали, расслоение многослойного покрытия;
- разрушение по материалу покрытия.

Ж.6.5.7 Повторяют п.п. Ж.6.3.1 и Ж.6.3.2.

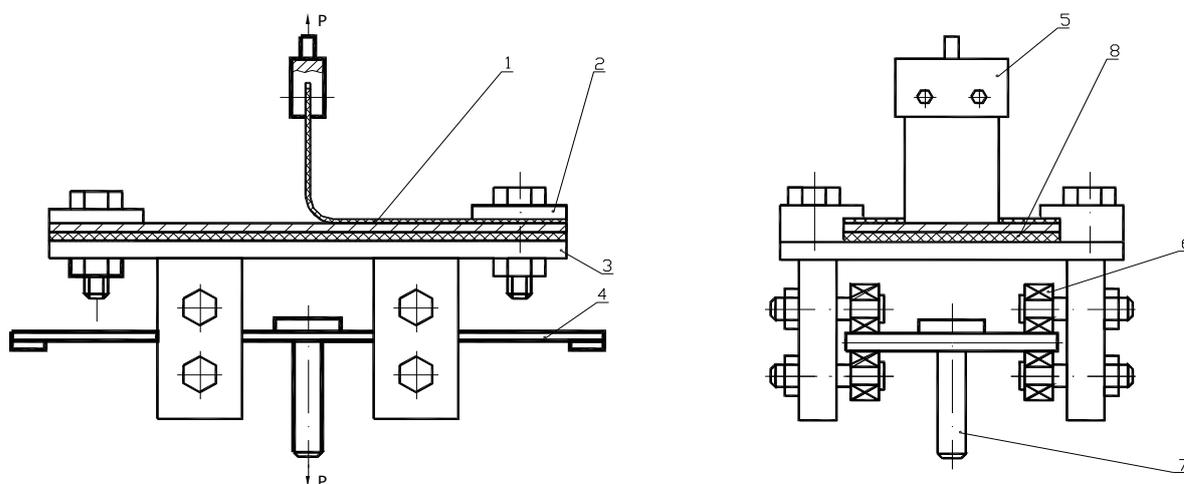
Ж.6.5.8 Прогревают образец до заданной повышенной температуры с помощью электронагревателя, установленного в приспособлении, и выдерживают при этой температуре 15 мин.

Ж.6.5.9 Повторяют п.п. Ж.6.5.4- Ж.6.5.6.



1 – пластина; 2 – покрытие; 3 – зажим для отслаивания

Рисунок Ж.7 - Схема отслаивания полосы покрытия от стали



1 – образец; 2 - прихват; 3 – плита опорная с электронагревательным элементом;  
4 - направляющая; 5 – зажим специальный; 6 – подшипник; 7 – хвостовик;  
8 – электронагреватель

Рисунок Ж.8 - Схема приспособления для контроля адгезии покрытия методом отслаивания полосы покрытия от стали

Ж.6.5.10 Покрытие считают соответствующим техническим требованиям, если результаты контроля адгезии на всех испытанных образцах соответствуют норме, приведенной в таблице 22 п.4 настоящего стандарта.

Ж.6.6 Проведение контроля относительного уменьшения адгезионной прочности наружного покрытия при периодических и сертификационных испытаниях на образцах типа сегментов (Приложение В, рисунок В.1в) методом отрыва грибка по ГОСТ 32299 (ISO 4624) после воздействия модельной среды (3%-ный водный раствор NaCl) на базах времени испытаний 70 суток и 100 суток при заданном значении температуры.

Ж.6.6.1 С помощью режущего инструмента выделяют на поверхности покрытия контролируемые участки в соответствии с рисунком Ж.9. Канавки осуществляют на всю толщину покрытия до металла.

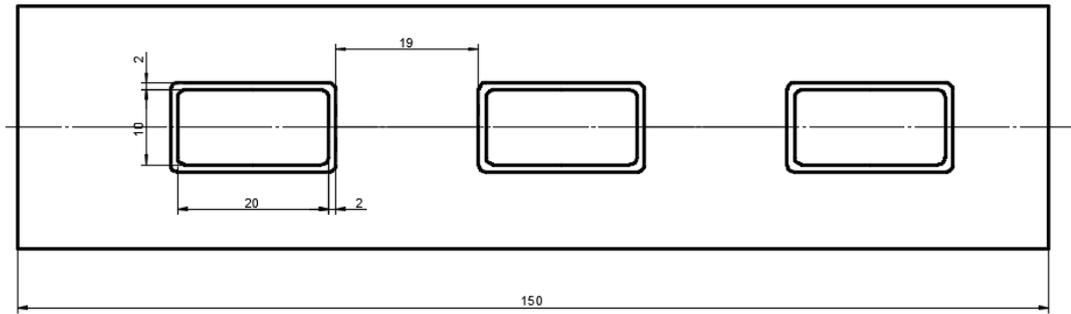


Рисунок Ж.9 – Схема образца для контроля адгезии методом отрыва грибка

Ж.6.6.2 Готовят модельную среду (3%-ный водный раствор NaCl), для чего растворяют в дистиллированной воде 30 г/л NaCl.

Ж.6.6.3 Устанавливают образец в циркуляционный термостат и заполняют рабочую камеру циркуляционного термостата модельной средой (3%-ный водный раствор NaCl).

Ж.6.6.4 Прогревают модельную среду в циркуляционном термостате до заданной температуры.

Ж.6.6.5 Выдерживают образец в циркуляционном термостате в модельной среде в течении  $\tau_1 = 70$  суток при заданных значениях температуры.

Ж.6.6.6 Охлаждают модельную среду в циркуляционном термостате до комнатной температуры.

Ж.6.6.7 Извлекают образец из модельной среды и протирают фильтровальной бумагой для удаления остатков модельной среды.

Ж.6.6.8 Обрабатывают шлифовальной шкуркой поверхность одного из выделенных участков покрытия внутри канавок, прорезанных до металла.

Ж.6.6.9 Обезжиривают обработанную поверхность и сопрягаемую с ним поверхность грибка ацетоном, наносят на обе обезжиренные поверхности тонкий слой клея.

Примечание:

Грибок-сегмент следует приклеивать вогнутой поверхностью к наружному покрытию для обеспечения минимального зазора между сопрягаемыми поверхностями покрытия и грибка.

Ж.6.6.10 Устанавливают грибок на покрытую клеем поверхность покрытия соосно с прорезанной до металла канавкой (рисунок Ж.4) и проводят отверждение клеевого слоя при режимах, указанных в инструкции по применению клея.

Ж.6.6.11 Устанавливают образец в приспособление (рисунок Ж.5), закрепляют грибок в специальном зажиме и зажимают хвостовики приспособления и специального зажима в зажимах разрывной машины.

Ж.6.6.12 Отрывают грибок при скорости перемещения подвижного зажима разрывной машины 10 мм/мин.

Ж.6.6.13 Определяют усилие отрыва по формуле

$$\sigma (\tau_1 = 70) = \frac{Q}{F} \quad (\text{Ж.4})$$

где  $\sigma (\tau_1 = 70)$  – усилие отрыва грибка, МПа;

$Q$  – усилие нормального отрыва, Н;

$F$  – площадь поверхности грибка сопрягаемой с покрытием.

Ж.6.6.14 Повторяют п. п. Ж.6.6.1- Ж.6.6.13 для остальных выделенных канавкой участков покрытия.

Ж.6.6.15 Выдерживают аналогичные образцы с покрытием в циркуляционном термостате в той же модельной среде (3%-ный водный раствор NaCl) в течение времени  $\tau_2 = 100$  суток при тех же значениях температуры, после чего повторяют Ж.6.6.1-Ж.6.6.13 для всех выделенных канавкой участков покрытия.

Ж.6.6.16 Определяют отношение

$$K_{\sigma} = \frac{\sigma(\tau_2)}{\sigma(\tau_1)} \quad (\text{Ж.5})$$

Ж.6.6.17 Покрытие считают соответствующим техническим требованиям, если полученное значение  $K_{\sigma}$  соответствует на всех образцах, испытанных в 3%-ном водном растворе NaCl, норме, приведенной в таблице. 29 п.4 настоящего стандарта.

Ж.6.7 Проведение контроля относительного изменения адгезионной прочности наружного покрытия из термопластов (полиэтиленовое, полипропиленовое) при периодических и сертификационных испытаниях на образцах типа сегментов (Приложение В, рисунок В.1в) методом отслаивания полосы покрытия и внешнего вида поверхности стали под покрытием после воздействия 3%-ного водного раствора NaCl на базах времени 70 сут. и 100 сут. при заданном значении температуры.

Ж.6.7.1 Прорезают в покрытии образца лезвийным инструментом до металла полосы шириной 20 мм в соответствии со схемой, приведенной на рисунке Д.10.

Ж.6.7.2 Устанавливают образец в циркуляционный термостат и заполняют рабочую камеру циркуляционного термостата соответствующей модельной средой (3%-ный водный раствор NaCl).

Ж.6.7.3 Прогревают модельную среду в циркуляционном термостате до заданной повышенной температуры.

Ж.6.7.4 Выдерживают образец в циркуляционном термостате в модельной среде в течении времени  $\tau_1 = 70$  суток при заданной температуре.

Ж.6.7.5 Охлаждают модельную среду в циркуляционном термостате до комнатной температуры

Ж.6.7.6 Извлекают образец из модельной среды и протирают фильтровальной бумагой для удаления остатков модельной среды.

Ж.6.7.7 Отслаивают прорезанные полосы покрытия от стальной пластины на длине 25 мм от одного из торцов (рисунок Ж.7).

Ж.6.7.8 Устанавливают образец в приспособление (рисунок Ж.8), закрепляют отслоенный конец одной из полос покрытия в зажиме специальном и зажимают хвостовики приспособления и зажима специального в зажимах разрывной машины.

Ж.6.7.9 Отслаивают полосу покрытия от стальной пластины по всей длине образца при скорости перемещения подвижного зажима испытательной машины 10 мм/мин и определяют усилие отслаивания.

Ж.6.7.10 Определяют удельное усилие отслаивания покрытия после времени выдержки в модельной среде  $\tau_1 = 70$  суток по формуле:

$$p(\tau_{1=70}) = P(\tau_1)/S \text{ (Н/см)}, \quad (\text{Ж.6})$$

где  $P(\tau_1)$  – усилие отслаивания, Н;

$S$  – ширина полосы покрытия, см.

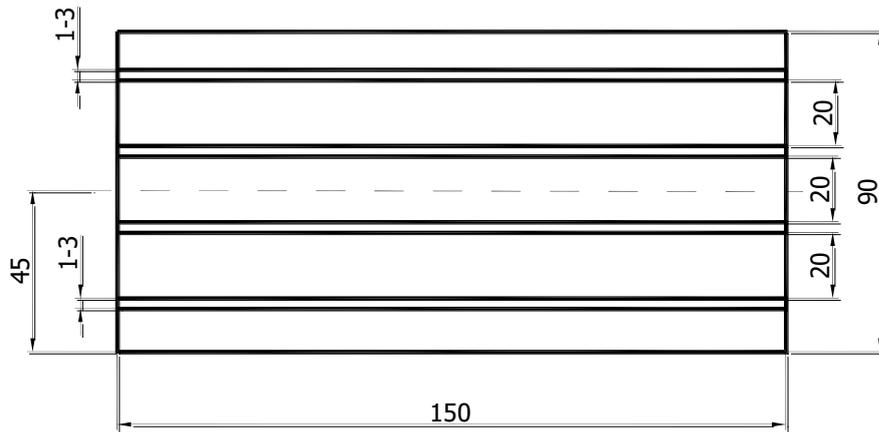


Рисунок Ж.10 - Схема образца для испытания покрытия в модельной среде с последующим контролем адгезии методом отслаивания полосы покрытия

Ж.6.7.11 Повторяют п.п. Ж.6.6.8 - Ж.6.6.10 для всех вырезанных полос покрытия.

Ж.6.7.12 Выдерживают аналогичные образцы с покрытием, подготовленным в соответствии с п. Ж.6.7.1, в циркуляционном термостате в той же модельной среде в течение 100 суток при тех же значениях температуры, после чего повторяют п. п. Ж.6.7.5 - Ж.6.7.10 для всех выделенных полос покрытия.

Ж.6.7.13 Определяют отношение  $k = p(\tau_2)/p(\tau_1)$ .

Ж.6.7.14 Покрытие считают соответствующим техническим требованиям, если полученные значения «к» и внешний вид поверхности стали в местах отрыва полосы покрытия от поверхности стали соответствуют на всех образцах, испытанных в 3%-ном водном растворе NaCl при заданной повышенной температуре, норме, приведенной в таблице 22 п.4 настоящего стандарта.

Ж.6.8 Проведение контроля адгезии наружного покрытия из термопластов (полиэтиленовое, полипропиленовое) при периодических и сертификационных испытаниях на образцах типа сегментов (Приложение В, рисунок В.1в) методом отслаивания прорезанной полосы покрытия от стали после воздействия пара на заданной базе времени.

Ж.6.8.1 Устанавливают образец в теплоизолированную камеру, подключенную к парогенератору и воздействуют на покрытие струей пара водяного при температура плюс  $(120 \pm 3)$  °С в течение 4-х часов.

Ж.6.8.2 Отключают парогенератор, охлаждают теплоизолированную камеру до комнатной температуры и извлекают образец из камеры.

Ж.6.8.3 Прорезают до металла вдоль оси образца полосу покрытия шириной  $(20 \pm 1)$  мм по всей длине образца. На длине 25 мм от одного из торцов отслаивают прорезанную полосу покрытия от стальной пластины.

Ж.6.8.4 Закрепляют выступающий конец полосы покрытия в специальном зажиме (рисунок Ж.7), устанавливают образец в приспособление (рисунок Ж.8) и зажимают хвостовики приспособления и специального зажима в зажимах разрывной машины.

Ж.6.8.5 Отслаивают полосу покрытия от стальной пластины по всей длине образца при скорости перемещения подвижного зажима испытательной машины 10 мм/мин.

Ж.6.8.6 Определяют удельное усилие отслаивания покрытия по формуле:

где  $P$  – усилие отслаивания, Н;  
 $S$  – ширина полосы покрытия, см.

Ж.6.8.7 Определяют визуально или с помощью увеличительной лупы характер разрушения покрытия при отслаивании по всей длине образца. При этом возможны следующие варианты разрушения:

- отрыв покрытия от стали, расслоение многослойного покрытия;
- разрушение по материалу покрытия.

Ж.6.8.8 Повторяют п.п. Ж.6.8.3 - Ж.6.8.7.

Ж.6.8.9 Покрытие считают соответствующим техническим требованиям, если результаты контроля адгезии на всех испытанных образцах соответствуют норме, приведенной в таблице 22 п.4 настоящего стандарта.

Ж.6.9 Проведение контроля адгезии наружного покрытия при периодических и сертификационных испытаниях на образцах типа сегментов (Приложение В, рисунок В.1в) методом Х-образного надреза по ГОСТ 32702.2 (ISO 16276-2) после воздействия пара водяного на заданной базе времени.

Ж.6.9.1 Устанавливают образец в теплоизолированную камеру, подключенную к парогенератору и воздействуют на покрытие струей пара водяного при температура плюс 120 °С в течение 2-х часов.

Ж.6.9.2 Отключают парогенератор, охлаждают теплоизолированную камеру до комнатной температуры и извлекают образец из камеры.

Ж.6.9.3 Прорезают покрытие, подвергнутое воздействию пара водяного с помощью режущего инструмента по шаблону до металла, на расстоянии не менее 150 мм от края покрытия, сформировав Х-образный надрез в соответствии с рисунком Ж.2.

Ж.6.9.4 Надрез должен быть длиной не менее 40 мм. Угол пересечения надрезов должен быть между 30° и 45°.

Ж.6.9.5 В начале испытаний с катушки с лентой удаляют два полных круга ленты, после чего отрезают полоску длиной 75 мм.

Ж.6.9.6 Центр отрезанной ленты помещают на пересечение надрезов в направлении острого угла, разглаживают ее пальцем по всей длине надрезов, плотно прижимают к покрытию, оставив один конец ленты не приклеенным.

Ж.6.9.7 Удаляют ленту через 5 мин, держа за свободный конец и плавно отрывая за 0,5-1,0 с под углом примерно 60° вместе с отслоившимися участками покрытия.

Ж.6.9.8 Повторяют испытание методом Х-образного надреза других участках покрытия в соответствии с п.п. Ж.6.9.3- Ж.6.9.7.

Ж.6.9.10 Используя Приложение А ГОСТ 32702.2, определяют степень разрушения и соответствующую ей оценку в баллах.

Ж.6.9.11 Покрытие считают соответствующим техническим требованиям, если результаты испытания на всех образцах соответствуют норме, приведенной в таблице 22 п.4 настоящего стандарта.

## **Ж.7 Оформление результатов испытаний**

Ж.7.1 Запись результатов испытаний проводят по формам Ж.1, Ж.2, Ж.3, Ж.4, Ж.5 и Ж.6.

наименование принимающей организации

**АКТ**  
**проведения контроля адгезии наружного покрытия при приемо-сдаточных испытаниях изолированных изделий**  
**(труб и соединительных деталей) при температуре плюс (20±5) °С**

Наименование изолированного изделия	Тип покрытия	Метод испытания	Условия контроля	Номер изолированного изделия	Норма на адгезию	Результаты
		Х-образный надрез для покрытий из терморектопластов	Температура плюс (20±5) °С		Не более 1 балла	
		Отрыв грибка для покрытий из терморектопластов			Не менее 5,0 МПа (отсутствие отслаивания от стали)	
		Отслаивание прорезанной полосы для покрытий из термопластов			Не менее 50 Н/см (отсутствие отслаивания от стали)	

Адгезия наружного покрытия партии труб/соединительных деталей

соответствует, не соответствует требуемому значению

\_\_\_\_\_

должность лица, проводившего испытания

\_\_\_\_\_

личная подпись

\_\_\_\_\_

расшифровка подписи

\_\_\_\_\_

дата

---

 наименование принимающей организации
**АКТ**
**проведения контроля адгезии наружного покрытия при периодических и сертификационных испытаниях на образцах типа сегментов при заданной повышенной температуре**

Наименование изолированно го изделия	Тип покрытия	Метод испытания	Условие контроля	Номер образца	Норма на адгезию	Результаты
		Отрыв грибка для покрытий из терморектопластов	Заданная повышенная температура		Отсутствие отслаивания от стали	
		Отслаивание прорезанной полосы для покрытий из термопластов				

Адгезия наружного покрытия образцов

---

 соответствует, не соответствует требуемому значению

---

 должность лица, проводившего испытания

---

 личная подпись

---

 расшифровка подписи

---

 дата

наименование принимающей организации

**АКТ**

**проведения контроля относительного уменьшения адгезионной прочности наружного покрытия методом отрыва грибка от стали после воздействия модельной среды на базах времени 70 суток и 100 суток при заданной температуре**

Наименование изолированно го изделия	Тип покрытия	Метод испытания	Условие контроля	Номер образца	Норма на относительное уменьшение адгезии	Результаты
		Отрыв грибка для покрытия из терморектопластов	В модельной среде при заданной температуре в течение 70 суток		0,925 при расчетном сроке службы не менее 20 лет и усилия отрыва грибка на базе времени $\tau_1=70$ сут. не менее 5,0 МПа	
			В модельной среде при заданной температуре в течение 100 суток			

Относительное уменьшение адгезии наружного покрытия образцов

соответствует, не соответствует требуемому значению

должность лица, проводившего испытания

личная подпись

расшифровка подписи

дата

---

 наименование принимающей организации
 

---

**АКТ**

**проведения контроля относительного уменьшения адгезионной прочности наружного покрытия методом отрыва отслаивания полосы от стали после воздействия модельной среды на базах времени 70 суток и 100 суток при заданной температуре**

Наименование изолированно го изделия	Тип покрытия	Метод испытания	Условие контроля	Номер образца	Норма на относительное уменьшение адгезии	Результаты
		Отслаивание прорезанной полосы для покрытия из термопластов	В модельной среде при заданной температуре в течение 70 суток		0,925 при расчетном сроке службы не менее 20 лет и усилии отслаивания прорезанной полосы на базе времени $\tau_1=70$ сут. не менее 50 Н/см	
			В модельной среде при заданной температуре в течение 100 суток			

Относительное уменьшение адгезии наружного покрытия образцов

---

 соответствует, не соответствует требуемому значению
 

---



---

 должность лица, проводившего испытания

---

 личная подпись

---

 расшифровка подписи

---

 дата

наименование принимающей организации

**АКТ**

**проведения контроля адгезии наружного покрытия методом отслаивания прорезанной полосы покрытия от стали после воздействия пара на заданной базе времени**

Наименование изолированно го изделия	Тип покрытия	Метод испытания	Условие контроля	Номер образца	Норма на адгезию	Результаты
		Отслаивание полосы для покрытия из термопластов	Воздействие пара водяного при температуре плюс (120±3) °С		Отсутствие отслаивания от стали	

Адгезия наружного покрытия образцов

соответствует, не соответствует требуемому значению

должность лица, проводившего испытания

личная подпись

расшифровка подписи

дата

---

 наименование принимающей организации
**АКТ**

**проведения контроля адгезии прочности наружного покрытия методом Х-образного надреза после воздействия пара водяного на заданной базе времени**

Наименование изолированно го изделия	Тип покрытия	Метод испытания	Условие контроля	Номер образца	Норма на адгезию	Результаты
		Х-образный надрез для покрытия из терморектопластов	Воздействие пара водяного при температуре плюс (120±3) °С		Не более 1 балла	

Адгезия наружного покрытия образцов

---

 соответствует, не соответствует требуемому значению

---

 должность лица, проводившего испытания

---

 личная подпись

---

 расшифровка подписи

---

 дата

## **Приложение И**

### **(справочное)**

### **Определение переходного сопротивления покрытия наружной поверхности труб и соединительных деталей**

#### **И.1 Назначение методики**

Методика устанавливает правила испытаний и контроля электропроводности покрытия наружной поверхности труб и соединительных деталей в исходном состоянии и после воздействия модельных сред при заданном значении температуры на основе стандартизированных методов определения переходного сопротивления покрытий металлов.

#### **И.2 Методы испытаний**

Для периодических и сертификационных испытаний применяют метод определения переходного сопротивления покрытия по ГОСТ Р 51164.

#### **И.3 Образцы для испытаний**

##### **И.3.1 Типы образцов:**

-при периодических и сертификационных испытаниях - сегменты длиной 150 мм (вдоль оси изолированного изделия) и шириной 90 мм (Приложение В, рисунок В.1в).

И.3.2 Количество образцов для параллельных испытаний в заданных условиях не менее пяти.

И.3.3 Образцы перед началом испытаний маркируются с обратной стороны с помощью маркера или гравированием ручным или механическим способом.

#### **И.4 Требования к приспособлениям, материалам, оборудованию и реактивам.**

Для испытаний электропроводности используют следующие приспособления, материалы, инструменты, оборудование и реактивы:

- Установка для испытаний переходного сопротивления – 1 шт.
- Циркуляционный термостат для выдержки образцов в модельной среде с диапазоном измерения температуры от плюс 0 °С до 250 °С - 1 шт.  
Класс точности приборов измерения температуры не ниже 0,5;
- Дефектоскоп электроискровой с диапазоном измерения от 0 до 15 кВ с точностью  $\pm 0,1$  Кв.– 1 шт.
- Тераомметр типа Е 6-14, Е 6-13 А по ГОСТ 22261 с диапазоном измерений от 10 до 1014 Ом с точностью  $\pm 1,0\%$ .
- NaCl (химически чистый) по ГОСТ 4233 - 1 банка п/э 0,5 кг.
- Дистиллированная вода по ГОСТ 6709 – 1 тара объемом 10 л.
- Бумага фильтровальная ГОСТ 12026 – 1 упаковка.

#### **И.5 Условия проведения испытаний**

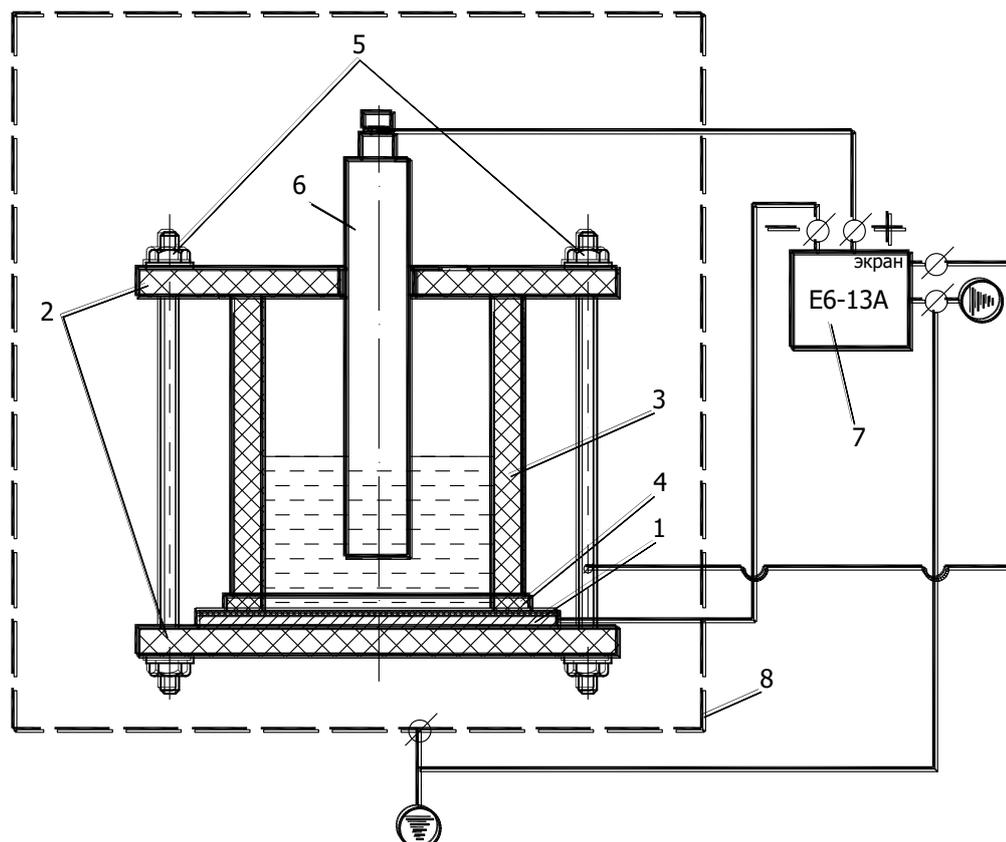
– при периодических и сертификационных испытаниях – в лабораторных условиях в модельных средах при заданных значениях температуры.

## И.6 Проведение испытаний и обработка результатов

И.6.1 Проведение контроля удельного переходного сопротивления наружного покрытия при периодических и сертификационных испытаниях образцов в виде сегментов по ГОСТ Р 51164 в исходном состоянии при температуре плюс  $(20 \pm 5)$  °С.

И.6.1.1 Проверяют диэлектрическую сплошность покрытия, в соответствии с п. Е.6.1 Приложения Е настоящего стандарта, электроискровым дефектоскопом при напряжении 5,0 кВ/мм.

И.6.1.2 Устанавливают образец, прошедший контроль на диэлектрическую сплошность, в ячейку установки в соответствии с рисунком И.1.



- 1 - стальная пластина с полимерным покрытием; 2 - крышка;  
3 - цилиндр из полиэтиленовой трубы; 4 - прокладка; 5 - шпилька, шайба, гайка;  
6 - электрод графитовый; 7 - тераомметр; 8 - измерительная камера

Рисунок И.1 - Схема установки для контроля удельного переходного электрического сопротивления покрытия

И.6.1.3 Готовят модельную среду (3%-ный водный раствор NaCl), для чего растворяют в дистиллированной воде 30 г/л NaCl.

И.6.1.4 Заливают в ячейку 3%-ный водный раствор NaCl; расстояние от зеркала раствора до поверхности покрытия должно быть не менее 50 мм и выдерживают образец в течение 3 суток при температуре плюс  $(20 \pm 5)$  °С.

И.6.1.5 Устанавливают в ячейку графитовый электрод (6) в соответствии с рисунком И.1; расстояние от нижнего торца электрода до поверхности покрытия должно быть не более 20 мм.

И.6.1.6 Подключают образец 1 к отрицательному полюсу тераомметра (7), а графитовый (или платиновый) электрод (6) к положительному полюсу в соответствии с рисунком И.1.

И.6.1.7 Устанавливают на тераомметре напряжение постоянного тока 100 В.

И.6.1.8 Измеряют переходное сопротивление покрытия в соответствии с инструкцией на тераомметр.

И.6.1.9 Рассчитывают удельное переходное сопротивление покрытия по формуле

$$R_{п.с.} = R_n \cdot S \quad (\text{И.1})$$

где  $R_n$  - сопротивление покрытия образца;

$S$  – площадь контакта покрытия с раствором в ячейке,  $\text{м}^2$ , рассчитанную по формуле

$$S = \pi \cdot D^2 / 4 \quad (\text{И.2})$$

$D$  – внутренний диаметр ячейки с раствором, м.

И.6.1.10 Покрытие считают соответствующим техническим требованиям, если полученные значения удельного переходного сопротивления покрытия в исходном состоянии соответствуют норме, приведенной в таблице 22 п.5 настоящего стандарта.

И.6.2 Проведение контроля удельного переходного сопротивления наружного покрытия при периодических и сертификационных испытаниях на образцах типа сегментов (Приложение В, рисунок В.1в) после воздействия 3%-ного водного раствора NaCl при заданном значении температуры.

И.6.2.1 Проверяют диэлектрическую сплошность покрытия, в соответствии с п. Е.6.1 Приложения Е настоящего стандарта.

И.6.2.2 Готовят модельную среду (3%-ный водный раствор NaCl), для чего растворяют в дистиллированной воде 30 г/л NaCl.

И.6.2.3 Устанавливают образцы, прошедшие испытание на диэлектрическую сплошность, в циркуляционный термостат (расположив их в соответствии с ГОСТ 9.083) и заполняют рабочую камеру циркуляционного термостата модельной средой (3%-ный водный раствор NaCl).

И.6.2.4 Прогревают модельную среду в циркуляционном термостате до заданной температуры.

И.6.2.5 Выдерживают образцы в циркуляционном термостате в модельной среде в течение  $\tau = 100$  суток при заданном значении температуры.

И.6.2.6 Охлаждают модельную среду в циркуляционном термостате до комнатной температуры.

И.6.2.7 Извлекают образцы из модельной среды, промывают проточной водой и протирают фильтровальной бумагой.

И.6.2.8 Устанавливают образец в ячейку установки в соответствие с рисунком И.1.

И.6.2.9 Заливают в ячейку 3%-ный водный раствор NaCl; расстояние от зеркала раствора до поверхности покрытия должно быть не менее 50 мм.

И.6.2.10 Устанавливают в ячейку графитовый (или платиновый) электрод 6 в соответствие с рисунком И.1; расстояние от нижнего торца электрода до поверхности покрытия должно быть не более 20 мм.

И.6.2.11 Подключают образец 1 к отрицательному полюсу тераомметра 7, а графитовый электрод 6 к положительному полюсу в соответствие с рисунком И.1.

И.6.2.12 Устанавливают на тераомметре напряжение постоянного тока 100 В.

И.6.2.13 Измеряют переходное сопротивление покрытия в соответствии с инструкцией на тераомметр.

И.6.2.14 Рассчитывают удельное переходное сопротивление покрытия после выдержки 100 суток в 3% -ном водном растворе NaCl при заданном значении температуры по формуле

$$R_{уд.п}(\tau = 100) = R_n \cdot S \quad (\text{И.3})$$

где  $R_n$  - удельное переходное сопротивление покрытия образца;

$S$  – площадь контакта покрытия с раствором в ячейке,  $m^2$ , рассчитанную по формуле

$$S = \pi \cdot D^2 / 4 \quad (И.4)$$

$D$  – внутренний диаметр ячейки с раствором, м.

И.6.2.15 Покрытие считают соответствующим техническим требованиям, если полученные значения удельного переходного сопротивления на всех испытанных образцах соответствуют норме, приведенной в таблице 22 п.5 настоящего стандарта.

## **И.7 Оформление результатов испытаний**

И.7.1 Запись результатов испытаний проводят по формам И.1 и И.2.

\_\_\_\_\_  
наименование принимающей организации

**АКТ**  
**проведения контроля удельного переходного сопротивления наружного покрытия при периодических и сертификационных испытаниях на образцах типа сегментов в исходном состоянии при температуре плюс (20±5) °С**

Наименование изолированного изделия	Тип покрытия	Условие контроля	Номер образца	Норма на переходное сопротивление,	Результаты
		72 ч. в модельной среде при температуре плюс (20±5) °С		Не менее 10 <sup>8</sup> Ом·м <sup>2</sup>	

Удельное переходное сопротивление наружного покрытия образцов \_\_\_\_\_  
соответствует, не соответствует требуемому значению

\_\_\_\_\_  
должность лица, проводившего испытания

\_\_\_\_\_  
личная подпись

\_\_\_\_\_  
расшифровка подписи

\_\_\_\_\_  
дата

---

 наименование принимающей организации
**АКТ**

**проведения контроля удельного переходного сопротивления наружного покрытия при периодических и сертификационных испытаниях на образцах типа сегментов после воздействия модельной среды в течение 100 суток при заданном значении температуры**

Наименование изолированного изделия	Тип покрытия	Условие контроля	Номер образца	Норма на переходное сопротивление	Результаты
		100 суток в модельной среде при заданной температуре		Не менее $10^7$ Ом·м <sup>2</sup>	

Удельное переходное сопротивление наружного покрытия образцов

---

 соответствует, не соответствует требуемому значению

---

 должность лица, проводившего испытания

---

 личная подпись

---

 расшифровка подписи

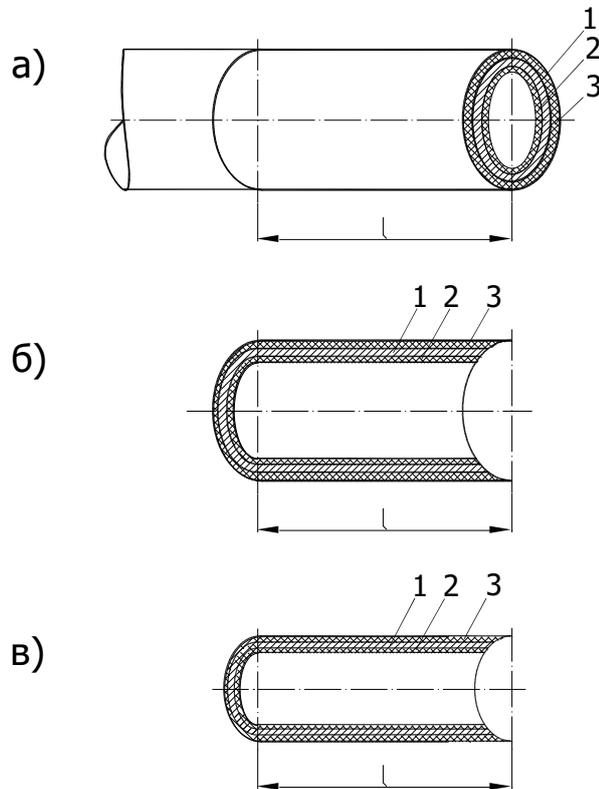
---

 дата

**Приложение К**  
**(справочное)**

**Образцы для контроля фактических характеристик покрытия внутренней поверхности труб и соединительных деталей**

К.1 Образцы, вырезанные из изолированных труб и соединительных деталей.



- а) образец в виде патрубка; б) образец в виде полуцилиндра;  
в) образец в виде сегмента длиной 150 мм (вдоль оси изолированного изделия) и шириной 90 мм

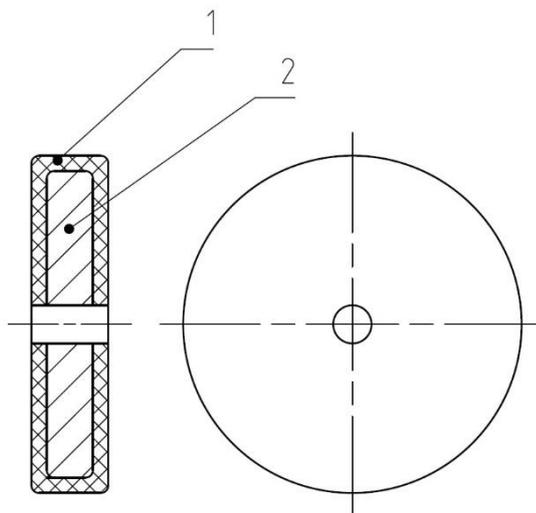
1-патрубок или вырезанный из него элемент;

2- покрытие внутренней поверхности патрубка или вырезанного из него элемента;

3- покрытие наружной поверхности патрубка или вырезанного из него элемента

Рисунок К.1 - Схемы образцов, вырезанных из изолированных изделий для контроля фактических характеристик их внутреннего покрытия

К.2 Специальные образцы.



1 – покрытие; 2 – диск стальной из стали 20 диаметром 40 мм и толщиной 4 мм

Рисунок К.2 - Схема образца типа диска для контроля скорости изменения толщины внутреннего покрытия стальных элементов трубопроводов при гидроабразивном изнашивании

## Приложение Л (справочное)

### Оценка внешнего вида покрытия внутренней поверхности труб и соединительных деталей

#### Л.1 Назначение методики

Методика устанавливает правила испытаний и контроля внешнего вида покрытия внутренней поверхности труб и соединительных деталей в исходном состоянии и после воздействия модельных сред при заданных значениях температуры и давления на основе стандартизированных методов оценки внешнего вида лакокрасочных покрытий металлов.

#### Л.2 Методы испытаний

Для приемо-сдаточных, периодических и сертификационных испытаний применяют метод оценки внешнего вида по ГОСТ 9.407.

#### Л.3 Образцы для испытаний

##### Л.3.1 Типы образцов:

-при приемо-сдаточных испытаниях – изолированные изделия (трубы и соединительные детали).

-при периодических и сертификационных испытаниях - сегменты длиной 150 мм (вдоль оси изолированного изделия) и шириной 90 мм (Приложение К, рисунок К.1в).

Л.3.2 Количество образцов для параллельных испытаний в заданных условиях не менее пяти.

Л.3.3 Образцы перед началом испытаний маркируются с обратной стороны с помощью маркера или гравированием ручным или механическим способом.

#### Л.4 Требования к приспособлениям, материалам, оборудованию и реактивам.

Для контроля внешнего вида используют следующие приспособления, материалы, инструменты, оборудование и реактивы:

– Автоклавная установка для выдержки образцов в модельной среде с диапазоном измерения:

температуры от плюс 0 °С до 250 °С;

давления от 0 до 20 МПа - 1 шт.

Класс точности приборов измерения температуры не ниже 0,5;

Класс точности приборов измерения давления не ниже 1,6.

– Криостат, обеспечивающий поддержание температуры, с предельной температурой минус 60 °С, с точностью  $\pm 2$  °С – 1 шт.

– Сушильный шкаф типа «АТК 100/300В» - 1 шт.

– Теплоизолированная камера с подключенным парогенератором – 1 шт.

– Лупа с 5х увеличением – 1 шт.

– Салфетки тканевые – 1 упаковка.

– Дистиллированная вода по ГОСТ 6709 – 1 тара объемом 10 л.

– NaCl (химически чистый) по ГОСТ 4233 - 1 банка п/э 0,5 кг.

– Бумага фильтровальная ГОСТ 12026 – 1 упаковка.

– Товарная нефть - тара объемом 5 л.

– CO<sub>2</sub> по ГОСТ 8050 – 1 баллон.

– N<sub>2</sub> по ГОСТ 4328 – 1 баллон.

- Керосин ТС-1 по ГОСТ 10227 – 1 тара объемом 5 л.
- Тoluол нефтяной по ГОСТ 14710 – 1 тара объемом 5 л.

### **Л.5 Условия проведения испытаний**

- при приемо-сдаточных испытаниях – в цеховых условиях предприятия по внутренней изоляции трубной продукции при температуре  $(20\pm 5)$  °С.
- при периодических и сертификационных испытаниях – в лабораторных условиях в модельных средах при заданных значениях температуры и давления.

### **Л.6 Проведение испытаний и обработка результатов**

Л.6.1 Проведение контроля внешнего вида внутреннего покрытия при приемо-сдаточных испытаниях изолированных изделий по ГОСТ 9.407 в исходном состоянии при температуре плюс  $(20\pm 5)$  °С.

Л.6.1.1 Протирают покрытие образца влажной мягкой салфеткой для удаления с поверхности покрытия загрязнений.

Л.6.1.2 Визуально осматривают поверхность покрытия, отстоящую от краев образца на расстоянии не менее 10 мм, используя при необходимости лупу.

Л.6.1.3 Покрытие считают соответствующим техническим требованиям, если результаты контроля внешнего вида покрытия на всех образцах соответствуют норме, приведенной в технических требованиях в таблице 26 п.1 настоящего стандарта.

Л.6.2 Проведение контроля внешнего вида внутреннего покрытия при периодических и сертификационных испытаниях на образцах типа сегментов (Приложение К, рисунок К.1в) после выдержки в модельной среде (3%-ный водный раствор NaCl, обезвоженная нефть) при заданных значениях температуры и давления.

Л.6.2.1 Проверяют соответствие внешнего вида покрытия испытываемых образцов в исходном состоянии норме, приведенной в таблице 26 п.1 настоящего стандарта.

Л.6.2.2 Готовят модельную среду (3%-ный водный раствор NaCl), для чего растворяют в дистиллированной воде 30 г/л NaCl.

Л.6.2.3 Устанавливают образцы в автоклавную установку (расположив их в соответствии с ГОСТ 9.083) и заполняют рабочую камеру автоклавной установки соответствующей модельной средой (3%-ный водный раствор NaCl или обезвоженная нефть).

Л.6.2.5 Выдерживают образцы в автоклавной установке в соответствующей модельной среде (3%-ный водный раствор NaCl или обезвоженная нефть) в течение  $\tau = 100$  суток при заданных значениях температуры и давления.

Л.6.2.6 Сбрасывают давление в автоклавной установке и охлаждают модельную среду в автоклавной установке до комнатной температуры.

Л.6.2.7 Извлекают образцы из модельной среды и протирают фильтровальной бумагой для удаления остатков модельной среды.

Л.6.2.8 Визуально осматривают поверхность покрытия, отстоящую от краев образца на расстоянии не менее 10 мм, используя при необходимости лупу.

Л.6.2.9 Покрытие считают соответствующим техническим требованиям, если результаты контроля внешнего вида покрытия на всех образцах после испытаний в модельных средах при заданных значениях температуры и давления соответствуют норме, приведенной в таблице 26 п.1 настоящего стандарта.

Л.6.3 Проведение контроля внешнего вида внутреннего покрытия при периодических и сертификационных испытаниях на образцах типа сегментов (Приложение К, рисунок К.1в) после декомпрессии с предварительной выдержкой 24 ч. в

модельной среде (5%-ный водный раствор NaCl, насыщенный N<sub>2</sub> и CO<sub>2</sub>, углеводородная жидкая среда (смесь 50% керосина + 50% толуола), насыщенная N<sub>2</sub>) при заданных значениях температуры и давления.

Л.6.3.1 Проверяют соответствие внешнего вида покрытия испытываемых образцов в исходном состоянии норме, приведенной в таблице 26 п.1 настоящего стандарта.

Л.6.3.2 При испытаниях в 5%-ном водном растворе NaCl приготовление модельной среды и установку образцов в автоклавной установке выполняют в следующей последовательности

Л.6.3.2.1 Готовят модельную среду (5%-ный водный раствор NaCl), для чего растворяют в дистиллированной воде 50 г/л NaCl.

Л.6.3.2.2 Заполняют рабочую камеру автоклавной установки модельной средой (5%-ным водным раствором NaCl) до уровня, при котором устанавливаемые затем образцы располагались так, чтобы с средой контактировало (40÷50) % поверхности покрытия;

Л.6.3.2.3 Устанавливают образцы в автоклавную установку (расположив их в соответствии с ГОСТ 9.083) и герметизируют автоклавную установку.

Л.6.3.2.4 Проводят насыщение модельной среды CO<sub>2</sub> при избыточном давлении не более 4,0 МПа и на 2,0 МПа меньше заданного давления.

Л.6.3.3 При испытаниях в газожидкостной углеводородной среде приготовление модельной среды и установку образцов в автоклавной установке выполняют в следующей последовательности.

Л.6.3.3.1 Заполняют рабочую камеру автоклавной установки модельной средой (смесь 50% керосина + 50% толуола) до уровня, при котором устанавливаемые затем образцы располагались так, чтобы с модельной средой контактировало (40÷50) % поверхности покрытия;

Л.6.3.3.2 Устанавливают образцы в автоклавную установку (расположив их в соответствии с ГОСТ 9.083) и герметизируют автоклавную установку.

Л.6.3.3.3 Проводят насыщение модельной среды N<sub>2</sub> при избыточном давлении на 2,0 МПа меньше заданного давления.

Л.6.3.4 Прогревают модельную среду в автоклавной установке до заданной температуры.

Л.6.3.5 Поднимают давление в автоклавной установке до заданного значения с помощью N<sub>2</sub>, подаваемого из баллона.

Л.6.3.6 Выдерживают образцы 24 ч. в автоклавной установке в модельной среде, насыщенной N<sub>2</sub>, при заданных значениях температуры и давления.

Л.6.3.7 Сбрасывают давление в автоклавной установке со скоростью не менее 0,4 МПа/с (декомпрессия).

Л.6.3.8 Открывают сливной кран и сливают модельную среду.

Л.6.3.9 Извлекают образцы из модельной среды, промывают проточной водой и протирают фильтровальной бумагой.

Л.6.3.10 Визуально осматривают поверхность покрытия, отстоящую от краев образца на расстоянии не менее 10 мм, используя при необходимости лупу.

Л.6.3.11 Покрытие считают соответствующим техническим требованиям, если результаты контроля внешнего вида покрытия на всех образцах после испытаний на декомпрессию соответствуют норме, приведенной в таблице 26 п.1 настоящего стандарта.

Л.6.4. Проведение контроля внешнего вида внутреннего покрытия при сертификационных и периодических испытаниях на образцах типа сегментов (Приложение К, рисунок К.1в) после циклического воздействия отрицательной температуры минус (60±3) °С и водяного пара при температуре плюс (120±3) °С и заданном числе циклов.

Л.6.4.1 Проверяют соответствие внешнего вида покрытия испытываемых образцов в исходном состоянии норме, приведенной в таблице 26 п.1 настоящего стандарта.

Л.6.4.2 Подвергают образец термоциклическому воздействию в течение 10 циклов по следующему режиму:

- 1 ч. выдержки криостате при температуре минус  $(60\pm 3)$  °С;
- 1 ч выдержки в теплоизолированной камере, подключенной к парогенератору, при воздействии на покрытие струи пара водяного с температурой плюс  $(120\pm 3)$  °С;
- 1 ч. выдержки на воздухе при комнатной температуре с предварительным удалением влаги с поверхности образца фильтровальной бумагой.

Л.6.4.3 Визуально осматривают внешний вид покрытия, используя при необходимости лупу.

Л.6.4.4 Результаты контроля внешнего вида покрытия заносят в акт проведения контроля.

Л.6.4.5 Покрытие считают соответствующим техническим требованиям, если результаты контроля внешнего вида покрытия на всех образцах после термоциклических испытаний соответствуют норме, приведенной в таблице 26 п.1 настоящего стандарта.

## Приложение М (справочное)

### Определение толщины покрытия внутренней поверхности труб и соединительных деталей

#### М.1 Назначение методики

Методика устанавливает правила испытаний и контроля геометрических размеров покрытия внутренней поверхности труб и соединительных деталей в исходном состоянии при заданной температуре на основе стандартизированных методов определения толщины покрытий металлов.

#### М.2 Методы испытаний

Для приемо-сдаточных, периодических и сертификационных испытаний применяют методы согласно ГОСТ 31993 (ISO 2808).

#### М.3 Образцы для испытаний

##### М.3.1 Типы образцов:

-при приемо-сдаточных испытаниях – изолированные изделия (трубы и соединительные детали).

-при периодических и сертификационных испытаниях - сегменты длиной 150 мм (вдоль оси изолированного изделия) и шириной 90 мм (Приложение К, рисунок К.1в).

М.3.2 Количество образцов для параллельных испытаний в заданных условиях не менее пяти.

М.3.3 Образцы перед началом испытаний маркируются с обратной стороны с помощью маркера или гравированием ручным или механическим способом.

#### М.4 Требования к приспособлениям, материалам, оборудованию и реактивам.

Для контроля геометрических размеров используют следующие приспособления, материалы, инструменты, оборудование и реактивы:

– Толщиномер типа «Константа – К5» с диапазоном измерения от 0 до 150 мм с точностью 1% - 1 шт.

– Толщиномер специализированный для контроля толщины внутреннего покрытия на изолированных изделиях – 1 шт.

– Тарировочная пластина – 1 шт.

#### М.5 Условия проведения испытаний

– при приемо-сдаточных испытаниях – в цеховых условиях предприятия по внутренней изоляции трубной продукции при температуре  $(20\pm 5)$  °С.

– при периодических и сертификационных испытаниях – в лабораторных условиях при заданных значениях температуры.

#### М.6 Проведение испытаний и обработка результатов

М.6.1 Проведение контроля исходной толщины внутреннего покрытия при приемо-сдаточных испытаниях изолированных изделий и периодических и сертификационных испытаниях на образцах типа сегментов (Приложение К, рисунок К.1.в) по ГОСТ 31993 (ISO 2808) в исходном состоянии при температуре плюс  $(20\pm 5)$  °С.

М.6.1.1 Контролируют правильность показаний толщиномера на тарировочной пластине в соответствии с инструкцией на эксплуатацию.

М.6.1.2 Проводят измерение толщины покрытия на краевых участках и в средней части изолированного изделия/образца не менее чем в трех точках, расположенных равномерно по длине изолированного изделия/образца.

М.6.1.3 Покрытие считают соответствующим техническим требованиям, если результаты измерений соответствует норме, приведенной в таблице 26 п. 2 настоящего стандарта.

## **М.7 Оформление результатов испытаний**

М.7.1 Запись результатов испытаний проводят по форме М.1.

наименование принимающей организации

**АКТ**

**проведения контроля исходной толщины внутреннего покрытия при приемо-сдаточных испытаниях изолированных изделий (труб и соединительных деталей) и периодических и сертификационных испытаниях на образцах типа сегментов при температуре плюс (20±5) °С**

Наименование изолированного изделия	Тип покрытия	Условие контроля	Номер изолированного изделия	Норма на толщину, мм	Результаты										
					Краевой участок №1			Средняя часть			Краевой участок №2				
					Т.1	Т.2	Т.3	Т.1	Т.2	Т.3	Т.1	Т.2	Т.3		
		Температура плюс (20±5) °С		Рекомендации Поставщиков материалов и соответствие требованиям настоящего стандарта											

Толщина внутреннего покрытия партии труб/соединительных деталей \_\_\_\_\_  
соответствует, не соответствует требуемому значению

\_\_\_\_\_   
должность лица, проводившего испытания

\_\_\_\_\_   
личная подпись

\_\_\_\_\_   
расшифровка подписи

\_\_\_\_\_   
дата

## Приложение Н (справочное)

### Определение способности покрытия внутренней поверхности труб и соединительных деталей сохранять геометрические размеры

#### Н.1 Назначение методики

Методика устанавливает правила испытаний и контроля скорости изменения толщины внутренней поверхности труб и соединительных деталей при гидроабразивном изнашивании после воздействия модельных сред при заданных значениях температуры на основе стандартизированных методов определения толщины покрытий металлов.

#### Н.2 Методы испытаний

Для периодических и сертификационных испытаний применяют метод согласно п. Н.6.

#### Н.3 Образцы для испытаний

##### Н.3.1 Типы образцов:

-при периодических и сертификационных испытаниях - сегменты длиной 150 мм (вдоль оси изолированного изделия) и шириной 90 мм (Приложение К, рисунок К.1в), при испытаниях на гидроабразивное изнашивание - диск стальной с покрытием (рисунок К.3).

Н.3.2 Количество образцов для параллельных испытаний в заданных условиях не менее пяти.

Н.3.3 Образцы перед началом испытаний маркируются с обратной стороны с помощью маркера или гравированием ручным или механическим способом.

#### Н.4 Требования к приспособлениям, материалам, оборудованию и реактивам.

Для контроля скорости изменения толщины используют следующие приспособления, материалы, инструменты, оборудование и реактивы:

- Установка для испытания покрытия на гидроабразивный износ – 1 шт.
- Автоклавная установка для выдержки образцов в модельной среде с диапазоном измерения:
  - температуры от плюс 0 °С до 250 °С;
  - давления от 0 до 20 МПа - 1 шт.
  - Класс точности приборов измерения температуры не ниже 0,5;
  - Класс точности приборов измерения давления не ниже 1,6.
- Стойка с опорной плитой для измерения толщины покрытия – 1 шт.
- Индикатор с ценой деления 0,001мм – 1 шт.
- Кварцевый песок -
- Трафарет для нанесения координатных линий на поверхность испытываемого покрытия – 1 шт.
- Фломастер для нанесения координатных линий на поверхность испытываемого покрытия – 1 шт.
- Дистиллированная вода по ГОСТ 6709 – 1 тара объемом 10 л.
- NaCl (химически чистый) по ГОСТ 4233 - 1 банка п/э 0,5 кг.
- Бумага фильтровальная ГОСТ 12026 – 1 упаковка.

## Н.5 Условия проведения испытаний

При периодических и сертификационных испытаниях – в лабораторных условиях в модельных средах при заданных значениях температуры.

## Н.6 Проведение испытаний и обработка результатов

Н.6.1 Проведение испытания скорости изменения толщины внутреннего покрытия при периодических и сертификационных испытаниях на образцах типа сегментов (Приложение К, рисунок К.1.в) при гидроабразивном изнашивании после воздействия модельной среды (3%-ный водный раствор NaCl) при заданных значениях температуры.

Н.6.1.1 Проводят маркировку всех испытываемых образцов.

Н.6.1.2 Готовят модельную среду (3%-ный водный раствор NaCl), для чего растворяют в дистиллированной воде 30 г/л NaCl.

Н.6.1.3 Устанавливают образцы в рабочую камеру автоклавной установки (расположив их в соответствии с ГОСТ 9.083) и заполняют рабочую камеру автоклавной установки модельной средой (3%-ный водный раствор NaCl).

Н.6.1.4 Прогревают модельную среду в автоклавной установке до заданной температуры.

Н.6.1.5 Выдерживают образцы в модельной среде в течение  $\tau = 100$  суток при заданных значениях температуры.

Н.6.1.5 Охлаждают модельную среду в автоклавной установке до комнатной температуры, извлекают образцы из модельной среды и протирают фильтровальной бумагой.

Н.6.1.6 Наносят на поверхность испытываемого покрытия с помощью трафарета фломастером координатные линии, вдоль которых необходимо контролировать толщину образца с покрытием при проведении испытаний материала покрытия на сопротивление гидроабразивному износу (рисунок. Н.1).

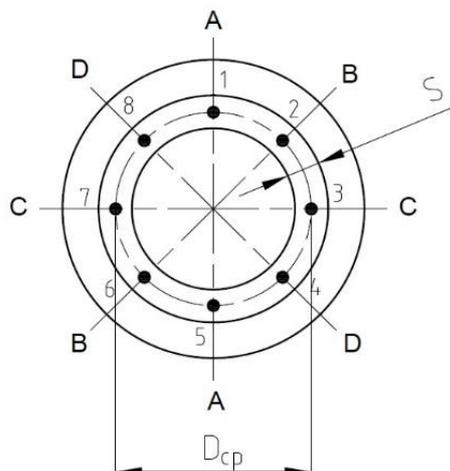


Рисунок Н.1 – Схема контроля толщины образца с покрытием по заданным координатным осям: А-А, В-В, С-С, Д-Д при испытаниях материала покрытия на сопротивление гидроабразивному износу

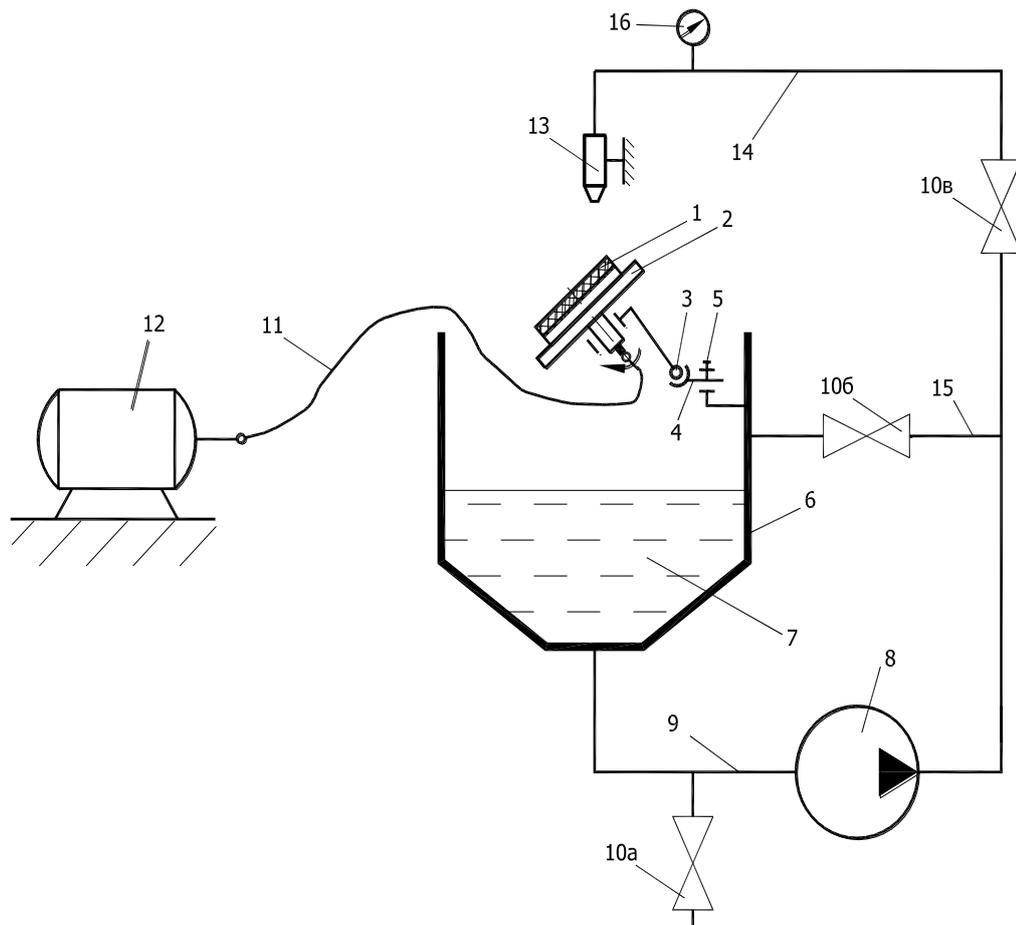
Н.6.1.7 Определяют суммарную площадь проходного сечения 4-х сопел на установке по формуле

$$F = \pi \cdot d^2 \quad (\text{Н.1})$$

где  $F$  - суммарная площадь проходного сечения 4-х сопел на установке ( $\text{м}^2$ );

$d$  – диаметр отверстия сопла (мм).

Н.6.1.8 Заполняют бак (6) установки (рисунок Н.2) водой, закрывают кран байпасного трубопровода (10б) и открывают кран нагнетательного трубопровода (10в).



- 1 – образец с покрытием; 2 – столик, вращающийся с частотой 30 об/мин;  
 3 – шарнирное устройство для изменения угла наклона оси столика к оси сопла;  
 4 – державка столика для его перемещения относительно оси сопла;  
 5 – винт стопорный; 6 – бак; 7 – модельная абразивная жидкость; 8 – насос;  
 9 – трубопровод всасывающий; 10 – кран; 11 – гибкий вал; 12 – электродвигатель;  
 13 – сопло; 14 – трубопровод нагнетательный; 15 – байпасная линия;  
 16 – манометр

Рисунок Н.2 - Схема установки для испытания покрытия на гидроабразивный износ

Н.6.1.9 Включают насос (8).

Н.6.1.10 Обеспечивают скорость истечения струи воды из каждого сопла 26 м/с и определяют при этой скорости по показаниям манометра давление на нагнетательном трубопроводе.

Н.6.1.10.1 Для обеспечения требуемой скорости истечения струи воды из каждого сопла 26 м/с обеспечивают в нагнетательном трубопроводе (14) насоса перед краном (10в) требуемый суммарный расход жидкости  $Q$ , м<sup>3</sup>/с через все четыре сопла (13).

Н.6.1.10.2 Требуемый суммарный расход жидкости  $Q$  м<sup>3</sup>/с через все четыре сопла (13) предварительно рассчитывают по формуле

$$Q = V \cdot F \quad (\text{Н.2})$$

где  $V$  - требуемая скорость истечения струи воды из каждого сопла;  $V = 26$  м/с.;

$F$  - суммарная площадь проходного сечения всех 4-х сопел.

- При диаметре проходного отверстия одного сопла 2,5 мм:  $F = 4,91 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$ .
- При необходимой скорости истечения струи воды из каждого сопла 26 м/с и общей площади проходного сечения всех 4-х сопел  $4,91 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$  требуемый суммарный расход жидкости  $Q \text{ м}^3/\text{с}$  через все четыре сопла  $Q = 1,837 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Н.6.1.10.3 Обеспечивают на установке рассчитанную величину суммарного расхода жидкости с помощью частотного преобразователя тока и контролируют ее с помощью расходомера. По показаниям манометра (15) на нагнетательном трубопроводе определяют величину давления  $p$ , МПа.

Н.6.1.10.4 При использовании в комплекте установки для испытаний на гидроабразивный износ насоса консольного моноблочного, одновременной работе 4-х сопел с диаметром отверстия сопла 2,5 мм и требуемом расходе жидкости  $Q = 1,837 \text{ м}^3/\text{ч}$  давление на нагнетательном трубопроводе составляет  $p=0,42$  МПа и скорость истечения струи жидкости из сопла равна 26 м/с.

Н.6.1.11 Сливают воду из бака установки, открыв кран (10а).

Н.6.1.12 Готовят модельную абразивную жидкость, представляющую собой воду, содержащую кварцевый песок, концентрация которого должна соответствовать 3% (по массе).

Н.6.1.13 Заливают модельную абразивную жидкость в бак (6) испытательной установки, представленной на рисунке Н.2.

Н.6.1.14 Закрывают кран (10в), открывают кран (10б), включают насос шламовый и с помощью байпасной линии перемешивают в течение 5 мин залитую в бак (1) абразивную жидкость для равномерного распределения в ней механических примесей.

Н.6.1.15 Устанавливают столик (2) для крепления образца под углом  $45^\circ$  к оси сопла (13). Контроль скорости изнашивания покрытия может быть проведен при других углах наклона столика к оси сопла, что определяется спецификой прокладки трубопроводов.

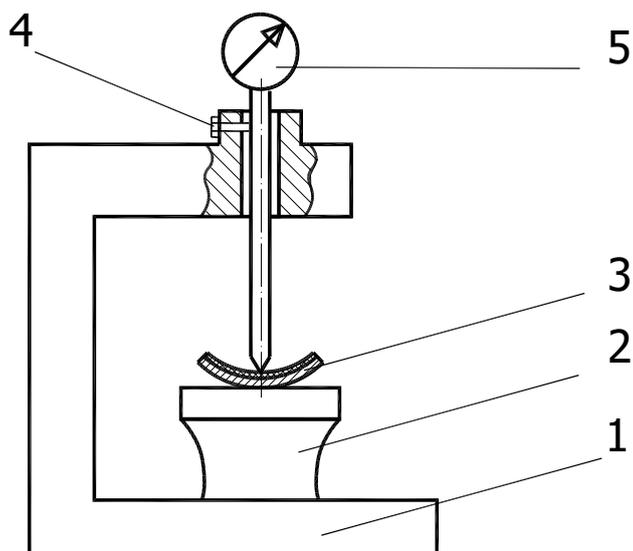
Н.6.1.16 Открывают кран (10в) и закрывают кран (10б), обеспечив истечение абразивной жидкости из сопла (13).

Н.6.1.17 Контролируют показания манометра. Величина давления должна составлять 0,42 МПа.

Н.6.1.18 Устанавливают на четыре столика (2) установки испытываемые образцы (1) покрытием вверх, включают электродвигатель (12), обеспечивающий вращение столиков с образцами 1 с помощью гибкого вала (11).

Н.6.1.19 Включают насос и проводят предварительные испытания материала покрытия на гидроабразивный износ до образования на поверхности покрытия визуальной видимой кольцеобразной канавки, являющейся результатом износа покрытия.

Н.6.1.20 Прекращают испытания, снимают образцы со столиков установки и устанавливают их последовательно на опорную плиту приспособления для измерения толщины (рисунок Н.3).



1 – стойка; 2 – плита опорная; 3 – образец; 4 – винт крепежный; 5 – индикатор

Рисунок Н.3 - Схема стойки с опорной плитой для измерения толщины образца с покрытием по заданным координатам при испытаниях материала покрытия на износ

Н.6.1.21 Измеряют с помощью индикатора толщину образца с покрытием после предварительных испытаний на износ в самой глубокой точке канавки, образовавшейся вследствие износа материала покрытия, по заданным координатам, в соответствии со схемой, приведенной на рисунке Н.1.

Н.6.1.22 Заносят в журнал следующие результаты предварительных испытаний образцов с покрытием на износ:

- номер испытанного образца;
- толщина образца с покрытием в самой глубокой точке канавки, образовавшейся на покрытии вследствие износа, с указанием координаты, вдоль которой измерялась толщина, и положения точки измерения по этой координате.

На установке одновременно испытывают при одном и том же режиме испытаний 4 образца. В результате измерений толщины образца по средней линии канавки, образующейся в результате предварительных испытаний, по 8-ми координатным осям (рисунок Н.1) должно быть получено 8 значений толщины образца с покрытием после предварительных испытаний на износ каждого образца; при этом общее количество полученных значений толщин при 4-х одновременно испытанных образцов с покрытием должно быть равно 16.

Н.6.1.23 Устанавливают образец на столик установки (рисунок Н.2) и проводят основные испытания покрытия на износ, зафиксировав продолжительность испытаний. Продолжительность основных испытаний на износ обуславливается временем увеличения глубины кольцеобразной канавки, образовавшейся в покрытии вследствие износа, не менее чем на 10 мкм.

Н.6.1.24 После окончания испытаний снимают образец со столика установки, устанавливают на опорную плиту приспособления (рисунок Н.3) и измеряют с помощью индикатора толщину образца с покрытием в самой глубокой точке канавки, образовавшейся вследствие износа на покрытии, по заданным координатам, в соответствии со схемой, приведенной на рисунке Н.1.

Н.6.1.25 Заносят в журнал следующие результаты основных испытаний образцов с покрытием на износ:

- номер испытанного образца;

– толщина образца с покрытием в самой глубокой точке канавки, образовавшейся на покрытии вследствие износа, с указанием координаты, вдоль которой измерялась толщина, и положения точки измерения по этой координате.

Одновременно на установке испытывают при одних и тех же режимах 4 образца. В результате измерений толщины образца по средней линии канавки, образующейся в результате износа, по 8-ми координатным осям (рисунок Н.1) должно быть получено 8 значений толщины образца с покрытием после основных испытаний на износ каждого образца; при этом общее количество полученных значений толщин при 4-х одновременно испытанных образцов с покрытием должно быть равно 32.

Н.6.1.26 Рассчитывают заданным координатным осям (рисунок Н.1) глубины кольцевой канавки, образовавшейся на покрытии при основных испытаниях на износ, с помощью выражения

$$h = \delta_{n.u} - \delta_{o.u} \quad (\text{Н.3})$$

где  $\delta_{n.u}$  - толщина образца с покрытием в конкретной точке канавки по координатной оси после проведения предварительных испытаний на износ;

$\delta_{o.u}$  - толщина образца с покрытием в той точке канавки по координатной оси после проведения основных испытаний на износ.

Н.6.1.27 Определяют скорость уменьшения толщины покрытия в каждой точке проведенных измерений при заданных значениях скорости потока воды 26 м/с и концентрации механических примесей 3% по формуле

$$v_{\delta.исп} = \frac{h}{\tau_{исп}} \left( \frac{\pi D_{ср}}{s} \right) \quad (\text{Н.4})$$

где  $h$  - глубина кольцевой канавки, образовавшейся вследствие износа покрытия в конкретной точке проведенного измерения;

$\tau_{исп}$  - время испытаний на гидроабразивное изнашивание, за которое образовалась канавка глубиной  $h$ ;

$D_{ср}$  - средний диаметр канавки, образовавшейся вследствие износа;

$s$  - ширина канавки.

В результате проведенных расчетов должно быть установлено 32 экспериментальных значения скорости уменьшения толщины покрытия.

Н.6.1.28 Проводят аналогичные испытания на износ образцов с покрытием при следующих скоростях течения струи абразивосодержащей жидкости: 23 м/с, 20 м/с, 18 м/с и той же концентрации кварцевого песка 3%, повторив пункты п. п. Н.6.1.1 – Н.6.1.17.

Н.6.1.29 На основании полученных экспериментальных значений скорости уменьшения толщины покрытия  $v_{\delta.исп}$  при различных скоростях течения струи жидкости  $\vartheta_{ж}$ , содержащей 3% кварцевого песка, строят в логарифмических координатах ( $\lg v_{\delta.исп}$  -  $\lg \vartheta_{ж}$ ) график зависимости скорости уменьшения толщины покрытия от скорости абразивосодержащей жидкости при указанной концентрации кварцевого песка. При построении графика каждому значению скорости течения абразивосодержащей жидкости должно соответствовать 32 значения скорости уменьшения толщины покрытия вследствие износа

$$v_{\delta.исп} = \frac{\vartheta_{ж}^{\alpha}}{10^{\beta}} \quad (\text{Н.5})$$

где  $\alpha$  и  $\beta$  - параметры, зависящие от физико-механических свойств покрытия.

Программа предоставляет данное уравнение в виде

$$y = \alpha X - \beta, \quad (\text{H.6})$$

где  $X = \lg(\vartheta_{\text{ж}})$ ,  
 $y = \lg(v_{\delta.\text{исп}})$ .

Н.6.1.30 Проводят испытания на износ образцов с покрытием при следующей концентрации кварцевого песка абразивосодержащей жидкости: 2,0 %; 4,0 %; 5,0 % и скорости течения струи 26 м/с, повторив п. п. Н.6.1.1 – Н.6.1.17.

Н.6.1.31 На основании полученных экспериментальных значений скорости уменьшения толщины покрытия  $v_{\delta.\text{исп}}$  при различной концентрации  $K$  кварцевого песка (2,0 %, 3,0 %, 4,0 %, 5,0 %) и постоянной скорости течения струи жидкости  $\vartheta_{\text{ж}} = 26$  м/с строят в координатах ( $v_{\delta.\text{исп}}$  -  $K$ ) график зависимости скорости уменьшения толщины покрытия от концентрации кварцевого песка при указанной скорости течения абразивосодержащей жидкости. При построении графика каждому значению концентрации кварцевого песка должно соответствовать 32 значения скорости уменьшения толщины покрытия вследствие износа.

График после статистической обработки экспериментальных данных компьютером с помощью программы EXCEL для линейных функций должен представлять собой прямую линию, что подтверждает линейную зависимость скорости уменьшения толщины покрытия от концентрации кварцевого песка, описываемую уравнением

$$v_{\delta.\text{исп}} = \frac{\lambda \cdot K}{100} \quad (\text{H.7})$$

где  $\lambda$  - постоянная; численные значения  $\lambda$  равно тангенсу угла наклона графика к оси абсцисс, соответствующей концентрации кварцевого песка;

$K$  - концентрация кварцевого песка в % масс.

Н.6.1.32 Обобщенная зависимость скорости изменения толщины покрытия от скорости течения транспортируемой среды по трубопроводам и фактической концентрации механических примесей описывается уравнением:

$$v_{\delta.\text{исп}} = \frac{\vartheta_{\text{ж.факт}}^\alpha}{10^\beta} \cdot \left( \frac{\lambda \cdot K}{100} \right) \quad (\text{H.8})$$

Н.6.1.33 Покрытие считают соответствующим техническим требованиям, если полученные значения скорости изменения толщины покрытия на всех испытанных образцах при лабораторных испытаниях, пересчитанные на максимально возможные значения скорости потока  $\vartheta_{\text{ж.факт}} = 5$  м/с и максимально возможную концентрацию механических примесей  $K = 0,5\%$  в трубопроводах, соответствуют норме, приведенной в таблице 26 п.3 настоящего стандарта.

## Н.7 Оформление результатов испытаний

Н.7.1 Запись результатов испытаний проводят по форме Н.1.

наименование принимающей организации

**АКТ**

**проведения контроля скорости изменения толщины внутреннего покрытия при периодических и сертификационных испытаниях на образцах типа сегментов при гидроабразивном изнашивании после воздействия модельной среды при заданном значении температуры**

Наименование изолированного изделия	Тип покрытия	Условие контроля	Номер образца	Толщина покрытия, мм	Норма на скорость уменьшения толщины покрытия, мкм/ч, не более	Результаты
		Выдержка в модельной среде при заданной температуре с последующим воздействием потока абразивосодержащей жидкости при заданных значениях скорости потока, концентрации мех. примесей и угла атаки по отношению к поверхности покрытия			0,0034 при расчетном сроке службы не менее 20 лет	

Скорость уменьшения толщины внутреннего покрытия образцов

соответствует, не соответствует требуемому значению

должность лица, проводившего испытания

личная подпись

расшифровка подписи

дата

## Приложение П (справочное)

### Определение диэлектрической сплошности покрытия внутренней поверхности труб и соединительных деталей

#### П.1 Назначение методики

Методика устанавливает правила испытаний и контроля диэлектрической сплошности покрытия внутренней поверхности труб и соединительных деталей в исходном состоянии и после воздействия модельных сред при заданных значениях температуры и давления на основе стандартизированных методов определения диэлектрической сплошности покрытий металлов.

#### П.2 Методы испытаний

Для приемо-сдаточных, периодических и сертификационных испытаний применяют электролитический метод при толщине покрытия до 250 мкм и электроискровой метод при толщине покрытия свыше 250 мкм, согласно п. П.6.

#### П.3 Образцы для испытаний

##### П.3.1 Типы образцов:

-при приемо-сдаточных испытаниях – изолированные изделия (трубы и соединительные детали).

-при периодических и сертификационных испытаниях - сегменты длиной 150 мм (вдоль оси изолированного изделия) и шириной 90 мм (Приложение К, рисунок К.1в), при испытаниях на поперечный изгиб толщина сегмента не более 5 мм.

П.3.2 Количество образцов для параллельных испытаний в заданных условиях не менее пяти.

П.3.3 Образцы перед началом испытаний маркируются с обратной стороны с помощью маркера или гравированием ручным или механическим способом.

#### П.4 Требования к приспособлениям, материалам, оборудованию и реактивам.

Для контроля диэлектрической сплошности используют следующие приспособления, материалы, инструменты, оборудование и реактивы:

- Приспособление (рисунок М.1) для испытания покрытия на изгиб – 1 шт.
- Автоклавная установка для выдержки образцов в модельной среде с диапазоном измерения:
  - температуры от плюс 0 °С до 250 °С;
  - давления от 0 до 20 МПа - 1 шт.
  - Класс точности приборов измерения температуры не ниже 0,5;
  - Класс точности приборов измерения давления не ниже 1,6.
  - Дефектоскоп электроискровой с диапазоном измерения от 0 до 15 кВ с точностью  $\pm 0,1$  кВ.– 1 шт.
  - Криостат, обеспечивающий поддержание температуры, с предельной температурой минус 60 °С, с точностью  $\pm 2$  °С – 1 шт.
  - Толщиномер электромагнитный с диапазоном измерения от 0 до 1500 мкм с точностью  $\pm 3\%$  - 1шт.
  - Установка с электроприводом (рисунок П.2) для испытаний покрытия на устойчивость к царапанию – 1 шт.

- Дистиллированная вода по ГОСТ 6709 – 1 тара объемом 10 л.
- NaCl (химически чистый) по ГОСТ 4233 - 1 банка п/э 0,5 кг.
- Бумага фильтровальная ГОСТ 12026 – 1 упаковка.

## II.5 Условия проведения испытаний

- при приемо-сдаточных испытаниях – в цеховых условиях предприятия по внутренней изоляции трубной продукции при температуре  $(20\pm 5)^\circ\text{C}$ .
- при периодических и сертификационных испытаниях – в лабораторных условиях в модельных средах при заданных значениях температуры и давления.

## II.6 Проведение испытаний и обработка результатов

II.6.1 Проведение контроля диэлектрической сплошности внутреннего покрытия при приемо-сдаточных испытаниях изолированных изделий в исходном состоянии при температуре плюс  $(20\pm 5)^\circ\text{C}$ .

II.6.1.1 Перед контролем регулируют напряжение на дефектоскопе для получения требуемой величины напряжения на мм толщины покрытия.

II.6.1.2 Заземляют образец.

II.6.1.3 Подают напряжение на электрод дефектоскопа.

II.6.1.4 Перемещают электрод непрерывным движением по поверхности покрытия на контролируемых участках для выявления дефектных мест по шуму пробивающейся искры или по сигналу, издаваемому прибором.

II.6.1.5 Покрытие контролируют по всей поверхности, за исключением концевых участков, а также в местах поверхностных повреждений, выявленных при визуальном осмотре покрытия.

II.6.1.6 Покрытие считают соответствующим техническим требованиям, если результаты контроля на диэлектрическую сплошность всех испытанных образцов соответствуют норме, приведенной в таблице 33 п.4 настоящего стандарта.

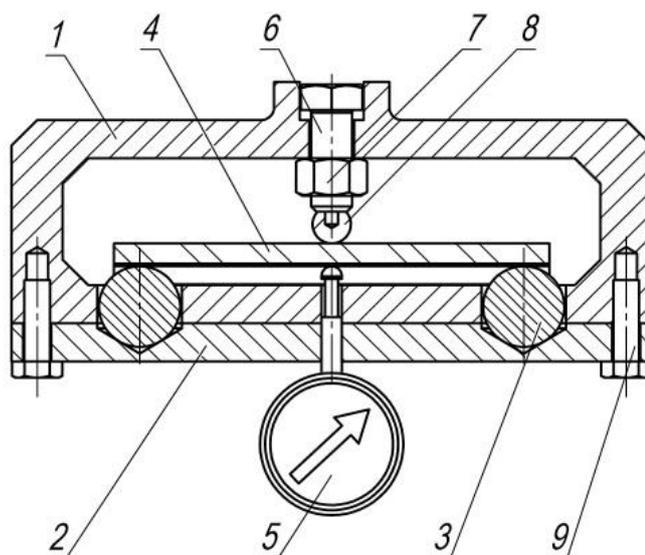
II.6.2 Проведение контроля диэлектрической сплошности внутреннего покрытия при периодических испытаниях на образцах типа сегментов (Приложение К, рисунок К.1в) после поперечного изгиба со стрелой прогиба  $f_{\max}$  при температурах плюс  $(20\pm 5)^\circ\text{C}$  и минус  $(40\pm 3)^\circ\text{C}$ .

II.6.2.1 Проводят маркировку и определяют толщину покрытия всех испытываемых образцов.

II.6.2.2 Проверяют диэлектрическую сплошность покрытия образцов электроискровым дефектоскопом в соответствии с п. II.6.1

II.6.2.3 При наличии дефектных мест образец считают непрошедшим испытания.

II.6.2.4 Устанавливают образец, прошедший контроль на диэлектрическую сплошность в исходном состоянии, на опоры приспособления для испытания на поперечный изгиб симметрично относительно этих опор покрытием вниз (рисунок П.1).



- 1 – рама; 2 – крышка; 3 – сферическая опора; 4 – образец с покрытием; 5 – индикатор; 6 – нажимной болт; 7 – гайка; 8 – пуансон цилиндрический; 9 – болт крепежный

Рисунок М.1 - Схема приспособления для испытания покрытия на изгиб при заданной стреле прогиба

П.6.2.5 Закрепляют индикатор в державке приспособления.

П.6.2.6 Вводят нажимной конец пуансона в соприкосновение с поверхностью образца вращением винта.

П.6.2.7 Вводят опорную поверхность ножки индикатора в соприкосновение с поверхностью покрытия и устанавливают стрелку шкалы индикатора в нулевое положение.

П.6.2.8 Проводят поперечный изгиб образца с помощью винта до заданной стрелы прогиба, фиксируемой индикатором. Значения требуемой стрелы прогиба сегмента в зависимости от диаметра и толщины стенки трубы, из которой он вырезан, приведены в таблице П.1.

Таблица П.1 Значения требуемой стрелы прогиба сегмента в зависимости от диаметра и толщины стенки трубы, из которой он вырезан

Диаметр трубы наружный, D, мм	Толщина стенки, s, мм	Длина сегмента трубы, L, мм	Расстояние между опорами, l, мм	Изгибающая нагрузка, F <sub>изг</sub> , кН	Величина стрелы прогиба, f <sub>max</sub> , мм
108	4	170	150	1,54	0,931
114	6			2,56	0,751
158	8			3,97	0,667
168	8			3,97	0,675
219	8			4,00	0,705
273	8			4,04	0,726
273	10			6,33	0,599
325	8			4,09	0,741

## Окончание таблицы П.1

Диаметр трубы наружный, D, мм	Толщина стенки, s, мм	Длина сегмента трубы, L, мм	Расстояние между опорами, l, мм	Изгибающая нагрузка, $F_{изг}$ , кНм	Величина стрелы прогиба, $f_{max}$ , мм
325	10	170	150	6,42	0,608
426	8			4,15	0,759
426	10			6,54	0,620
530	8			4,21	0,772
530	10			6,62	0,628
720	10			6,72	0,636

П.6.2.9 Выдерживают приспособление с образцом при заданной стреле прогиба  $f_{max}$  в течение 0,5 ч. в криостате при требуемой температуре испытаний минус  $(40 \pm 3)$  °С.

П.6.2.10 Извлекают приспособление из криостата, прогревают образец до комнатной температуры и проверяют диэлектрическую сплошность покрытия образца в соответствии с п. П.6.1.

П.6.2.11 Покрытие считают соответствующим техническим требованиям, если результаты контроля на диэлектрическую сплошность всех испытанных образцов соответствуют норме, приведенной в таблице 26 п.4 настоящего стандарта.

П.6.3 Проведение контроля диэлектрической сплошности внутреннего покрытия при периодических испытаниях на образцах типа сегментов (Приложение К, рисунок К.1.в) при поперечном изгибе с заданной стрелой прогиба  $f_{max}$  в 3%-ном водном растворе NaCl в течение 100 суток при заданных значениях температуры и давления.

П.6.3.1 Проводят маркировку и определяют толщину покрытия всех испытываемых образцов.

П.6.3.2 Проверяют диэлектрическую сплошность покрытия образцов электроискровым дефектоскопом в соответствии с п. П.6.1

П.6.3.3 При наличии дефектных мест образец считают не прошедшим испытания.

П.6.3.4 Устанавливают образец, прошедший контроль на диэлектрическую сплошность в исходном состоянии, на опоры приспособления для испытания на поперечный изгиб симметрично относительно этих опор покрытием вниз (рисунок П.1).

П.6.3.5 Закрепляют индикатор в державке приспособления.

П.6.3.6 Вводят нажимной конец пуансона в соприкосновение с поверхностью образца вращением винта.

П.5.3.7 Вводят опорную поверхность ножки индикатора в соприкосновение с поверхностью покрытия и устанавливают стрелку шкалы индикатора в нулевое положение.

П.5.3.8 Проводят поперечный изгиб образца с помощью винта до заданной стрелы прогиба, фиксируемой индикатором. Норма на стрелу прогиба приведена в таблице П.1.

П.6.3.9 Готовят модельную среду (3%-ный водный раствор NaCl), для чего растворяют в дистиллированной воде 30 г/л NaCl.

П.6.3.10 Устанавливают приспособление с образцом при заданной стреле прогиба в автоклавную установку и заполняют рабочую камеру автоклавной установки модельной средой (3%-ный водный раствор NaCl).

П.6.3.11 Прогревают модельную среду в автоклавной установке до заданной температуры и создают в автоклавной установке заданную величину давления.

П.6.3.12 Выдерживают образец в автоклавной установке в модельной среде в течении времени  $\tau = 100$  суток при заданных значениях температуры и давления.

П.6.3.13 Сбрасывают давление в автоклавной установке и охлаждают модельную среду в автоклавной установке до комнатной температуры.

П.6.3.14 Извлекают образец из модельной среды, демонтируют приспособление, протирают образец фильтровальной бумагой для удаления остатков модельной среды и проводят контроль диэлектрической сплошности в соответствии с п. П.6.1.

П.6.3.15 Покрытие считают соответствующим техническим требованиям, если результаты испытания на диэлектрическую сплошность всех испытанных образцов соответствуют норме, приведенной в таблице 26 п.4 настоящего стандарта.

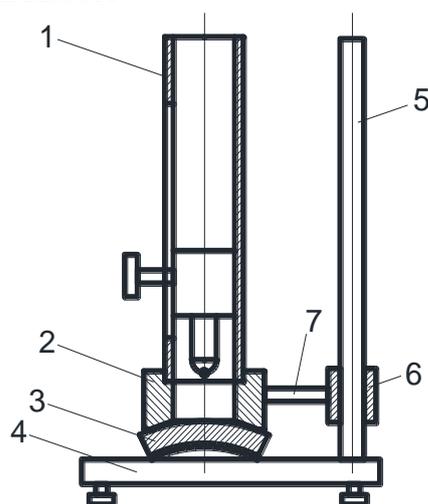
П.6.4 Проведение контроля диэлектрической сплошности внутреннего покрытия при периодических испытаниях на образцах типа сегментов (Приложение К, рисунок К.1.в) после обратного удара при температурах плюс  $(20\pm 5)$  °С и минус  $(40\pm 3)$  °С.

П.6.4.1 Проводят маркировку и определяют толщину покрытия всех испытываемых образцов.

П.6.4.2 Проверяют диэлектрическую сплошность покрытия образцов электроискровым дефектоскопом в соответствии с п. П.6.1.

П.6.4.3 При наличии дефектных мест образец считают не прошедшим испытания.

П.6.4.4 Устанавливают груз в направляющей трубе установки для испытания покрытия на удар (рисунок П.2) на заданную высоту, определяемую требуемой энергией удара, фиксируют груз на этой высоте.



1-труба направляющая; 2-призма прижимная;  
3-образец-сегмент с внутренним покрытием; 4-плита опорная; 5-стойка;  
6- втулка направляющая; 7-державка.

Рисунок П.2 – Схема установки для испытания покрытия на обратный удар

П.6.4.5 Устанавливают образец, прошедший контроль на диэлектрическую сплошность в исходном состоянии, в криостат, устанавливают в криостате температуру минус  $(40\pm 3)$  °С и выдерживают образец при этой температуре в течение 30 мин.

П.6.4.6 Извлекают образец из криостата, сразу же устанавливают на опорную плиту установки для испытания на обратный удар выпуклой поверхностью вверх (рисунок П.2), прижимают прихватом и освобождают груз, обеспечив его падение в направляющей трубе с заданной высоты на поверхность образца.

Интервал времени между извлечением образца из криостата и падением груза на поверхность покрытия не должен превышать 1 мин.

П.6.4.7 Снимают образец с опорной плиты установки, прогревают образец до комнатной температуры и проверяют диэлектрическую сплошность покрытия образца в соответствии с п. П.6.1.

П.6.4.8 Повторяют п. П.6.4.4.

П.6.4.9 Устанавливают новый образец, прошедший контроль на диэлектрическую сплошность в исходном состоянии, на опорную плиту установки для испытания на обратный удар выпуклой поверхностью вверх (рисунок П.2), прижимают прихватом.

П.6.4.10 Освобождают груз, обеспечив его падение в направляющей трубе с заданной высоты на поверхность образца.

Интервал времени между извлечением образца из сушильного шкафа и падением груза на поверхность покрытия не должен превышать 1 мин.

П.6.4.11 Снимают образец с опорной плиты установки и проверяют диэлектрическую сплошность покрытия образца в соответствии с п. П.6.1.

П.6.4.12 Покрытие считают соответствующим техническим требованиям, если результаты контроля на диэлектрическую сплошность всех испытанных образцов соответствуют норме, приведенной в таблице 26 п.4 настоящего стандарта.

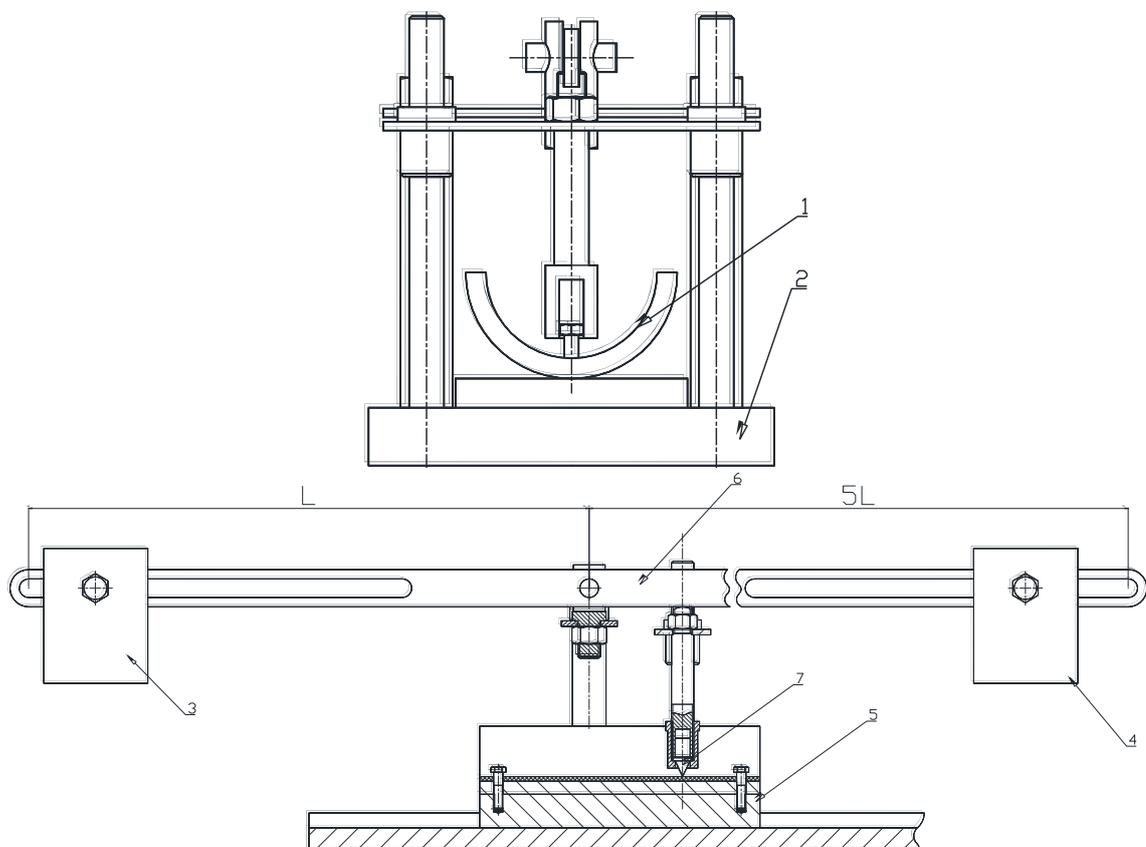
П.6.5 Проведение контроля диэлектрической сплошности внутреннего покрытия при периодических испытаниях на образцах типа сегментов (Приложение К, рисунок К.1.в) после царапания твердым контртелом при заданной контактной нагрузке.

П.6.5.1 Проводят маркировку и определяют толщину покрытия всех испытываемых образцов.

П.6.5.2 Проверяют диэлектрическую сплошность покрытия образцов электроискровым дефектоскопом в соответствии с п. П.6.1

П.6.5.3 При наличии дефектных мест образец считают непрошедшим испытания.

П.6.5.4 Уравновешивают рычаг (6) установки, приведенной на рисунке П.3 с помощью груза уравнивающего (3).



1-образец; 2- плита опорная, 3 –груз, уравнивающий рычаг; 4-груз рабочий;  
5- каретка подвижная; 6-рычаг; 7-индентор

Рисунок П.3 - Установка для испытаний покрытия на устойчивость к царапанию

П.6.5.5 Закрепляют образец (1) на подвижной каретке (5), перемещающей по направляющим (рисунок П.3) опорной плиты (2).

П.6.5.6. Вводят в соприкосновение конический наконечник индентора (7) с поверхностью покрытия образца (1).

П.6.5.7. Создают требуемую контактную нагрузку на покрытие 120 Н, перемещая груз рабочий (4) вдоль рычага (6) на заданную величину.

П.6.5.8 Перемещают каретку (5) с помощью электропривода со скоростью 10 м/мин на длине не менее 100 мм.

П.6.5.9. Извлекают образец (1) из каретки (5).

П.6.5.10 Проверяют диэлектрическую сплошность покрытия образцов электроискровым дефектоскопом в соответствии с п. П.6.1

П.6.5.11 Покрытие считают соответствующим техническим требованиям, если результаты контроля на диэлектрическую сплошность всех испытанных образцов соответствуют норме, приведенной в таблице 26 п.4 настоящего стандарта.

## **П.7 Оформление результатов испытаний**

П.7.1 Запись результатов испытаний проводят по формам П.1, П.2, П.3, П.4 и П.5.

Форма П.1

Все графы обязательны к заполнению

---

 наименование принимающей организации
 

---

**АКТ**

**проведения контроля диэлектрической сплошности внутреннего покрытия при приемо-сдаточных испытаниях изолированных изделий (труб и соединительных деталей) при температуре плюс (20±5) °С**

Наименование изолированного изделия	Тип покрытия	Условие контроля	Номер изолированного изделия	Толщина покрытия, мм	Норма на напряжение, при котором не происходит пробой покрытия, кВ/ мм толщины покрытия, не менее	Результаты
		Температура плюс (20±5) °С			5,0	

Диэлектрическая сплошность внутреннего покрытия партии труб/  
соединительных деталей

---

 соответствует, не соответствует требуемому значению
 

---



---

 должность лица, проводившего испытания

---

 личная подпись

---

 расшифровка подписи

---

 дата

---

 наименование принимающей организации
 

---

**АКТ**

**проведения контроля диэлектрической сплошности внутреннего покрытия при периодических и сертификационных испытаниях на образцах типа сегментов после поперечного изгиба со стрелой прогиба  $f_{\max}$  при температурах плюс  $(20\pm 5)^\circ\text{C}$  и минус  $(40\pm 3)^\circ\text{C}$**

Наименование изолированного изделия	Тип покрытия	Условие контроля	Номер образца	Толщина покрытия, мм	Норма на напряжение, при котором не происходит пробой покрытия, кВ/мм толщины покрытия, не менее	Результаты
		Температура минус $(40\pm 3)^\circ\text{C}$			5,0	
		Стрела прогиба, мм, согласно таблице П.1				
		Температура плюс $(20\pm 5)^\circ\text{C}$				
		Стрела прогиба, мм, согласно таблице П.1				

Диэлектрическая сплошность внутреннего покрытия образцов

---

 соответствует, не соответствует требуемому значению
 

---



---

 должность лица, проводившего испытания

---

 личная подпись

---

 расшифровка подписи

---

 дата

Форма П.3

Все графы обязательны к заполнению

---

 наименование принимающей организации
 

---

**АКТ**

**проведения контроля диэлектрической сплошности внутреннего покрытия при периодических и сертификационных испытаниях на образцах типа сегментов после выдержки 100 суток в модельной среде при поперечном изгибе с заданной стрелой прогиба  $f_{max}$  при заданных значениях температуры и давления**

Наименование изолированного изделия	Тип покрытия	Условие контроля	Номер образца	Толщина покрытия, мм	Норма на напряжение, при которой не происходит пробой покрытия в исходном состоянии, кВ/мм толщины покрытия, не менее	Результаты
		100 суток в модельной среде при поперечном изгибе со стрелой прогиба согласно таблице П.1 при заданных значениях температуры и давления			5,0	

Диэлектрическая сплошность внутреннего покрытия образцов

---

 соответствует, не соответствует требуемому значению
 

---



---

 должность лица, проводившего испытания

---

 личная подпись

---

 расшифровка подписи

---

 дата

---

 наименование принимающей организации
 

---

**АКТ**

**проведения контроля диэлектрической сплошности внутреннего покрытия при периодических и сертификационных испытаниях на образцах типа сегментов после обратного удара при температурах плюс (20±5) °С и минус (40±3) °С**

Наименование изолированного изделия	Тип покрытия	Условие контроля	Номер образца	Толщина покрытия, мм	Норма на напряжение, при которой не происходит пробой покрытия, кВ/ мм толщины покрытия, не менее	Результаты	
		Обратный удар с энергией 5 Дж/мм толщины покрытия при температуре минус (40±3) °С			5,0		
		Обратный удар с энергией 5 Дж/мм толщины покрытия при температуре плюс (20±5) °С					

Диэлектрическая сплошность внутреннего покрытия образцов

---

 соответствует, не соответствует требуемому значению
 

---



---

 должность лица, проводившего испытания

---

 личная подпись

---

 расшифровка подписи

---

 дата

Форма П.5

Все графы обязательны к заполнению

---

 наименование принимающей организации
 

---

**АКТ**

**проведения контроля диэлектрической сплошности внутреннего покрытия при периодических и сертификационных испытаниях на образцах типа сегментов после царапания твердым контрольным телом при заданной контактной нагрузке**

Наименование изолированного изделия	Тип покрытия	Условие контроля	Номер образца	Толщина покрытия, мм	Норма на напряжение, при которой не происходит пробой покрытия, кВ/мм толщины покрытия, не менее	Результаты
		После царапания твердым телом при заданной контактной нагрузке и температуре плюс (20±5) °С			5,0	

Диэлектрическая сплошность внутреннего покрытия образцов

---

 соответствует, не соответствует требуемому значению
 

---



---

 должность лица, проводившего испытания

---

 личная подпись

---

 расшифровка подписи

---

 дата

## Приложение Р (справочное)

### Определение адгезии покрытия внутренней поверхности труб и соединительных деталей

#### Р.1 Назначение методики

Методика устанавливает правила испытаний и контроля адгезии покрытия внутренней поверхности труб и соединительных деталей в исходном состоянии и после воздействия модельных сред при заданных значениях температуры и давления на основе стандартизированных методов определения адгезии покрытий металлов.

#### Р.2 Методы испытаний

Р.2.1 Для приемо-сдаточных испытаний: методы Х-образного надреза по ГОСТ 32702.2 (ISO 16276-2) и отрыва грибка по ГОСТ 32299 (ISO 4624);

Р.2.2 Для периодических и сертификационных испытаний: методы отрыва грибка по ГОСТ 32299 (ISO 4624).

#### Р.3 Образцы для испытаний

Р.3.1 Типы образцов:

-при приемо-сдаточных испытаниях – изолированные изделия (трубы и соединительные детали).

-при периодических и сертификационных испытаниях - сегменты длиной 150 мм (вдоль оси изолированного изделия) и шириной 90 мм (Приложение К, рисунок К.1в).

Р.3.2 Количество образцов для параллельных испытаний в заданных условиях не менее пяти.

Р.3.3 Образцы перед началом испытаний маркируются с обратной стороны с помощью маркера или гравированием ручным или механическим способом.

#### Р.4 Требования к приспособлениям, материалам, оборудованию и реактивам.

Для испытаний адгезии используют следующие приспособления, материалы, инструменты, оборудование и реактивы:

– Приспособление (рисунок Р.4) для контроля адгезии при повышенной температуре - 1 шт.

– Машина разрывная с максимальной нагрузкой 10 кН, с ценой деления 1,0 Н – 1 шт.

– Адгезиметр механический с ценой деления 5 кг;

– Автоклавная установка для выдержки образцов в модельной среде с диапазоном измерения:

температуры от плюс 0 °С до 250 °С;

давления от 0 до 20 МПа - 1 шт.

Класс точности приборов измерения температуры не ниже 0,5;

Класс точности приборов измерения давления не ниже 1,6.

– Теплоизолированная камера с подключенным парогенератором – 1 шт.

– Лезвийный режущий инструмент (ручной или с электроприводом) – 1 шт.

– Линейка металлическая ГОСТ 427 для прорезания полосы покрытия до металла – 1 шт.

– Грибок стальной в виде сегмента (рисунок Р.1) длиной 20 мм и шириной 15 мм, вырезанный из трубы без покрытия того же размера, что и труба с покрытием – 3 шт.

– Шлифовальная шкурка ГОСТ 6456 – 1 шт.

- Прозрачная клейкая лента шириной 25 мм с силой отрыва 10Н на 25 мм ширины – 1 шт.
- Стальной шаблон с прорезями, ширина между которыми 2-3 мм – 1 шт.
- Спирт этиловый по ГОСТ 17299 – 1 тара объемом 0,5 л.
- Клей (двухкомпонентный эпоксидный) – 1 упаковка.
- NaCl (химически чистый) по ГОСТ 4233 - 1 банка п/э 0,5 кг.
- Дистиллированная вода по ГОСТ 6709 – 1 тара объемом 10 л.
- Бумага фильтровальная ГОСТ 12026 – 1 упаковка.
- Лупа с 5х увеличением – 1 шт.
- Ацетон технический по ГОСТ 2768 - 1 тара объемом 0,5 л.

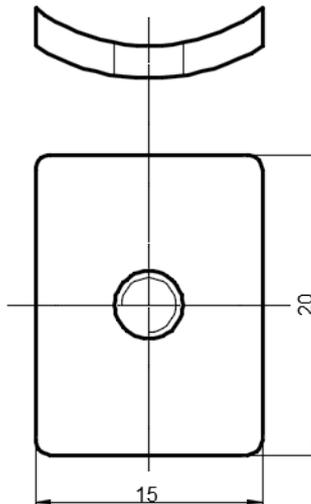


Рисунок Р.1 – Грибок-сегмент

### Р.5 Условия проведения испытаний

-при приемо-сдаточных испытаниях – в цеховых условиях предприятия по внутренней изоляции трубной продукции при температуре  $(20\pm 5)$  °С.

-при периодических и сертификационных испытаниях – в лабораторных условиях в модельных средах при заданных значениях температуры и давления.

### Р.6 Проведение испытаний и обработка результатов

Р.6.1 Проведение контроля исходной адгезии внутреннего покрытия при приемо-сдаточных испытаниях изолированных изделий методом Х-образного надреза по ГОСТ 32702.2 (ISO 16276-2) при температуре плюс  $(20\pm 5)$  °С.

Р.6.1.1 Прорезают покрытие на концевом участке трубы с помощью режущего инструмента по шаблону до металла, на расстоянии не менее 150 мм от края покрытия, сформировав Х-образный надрез в соответствии с рисунком Р.2.

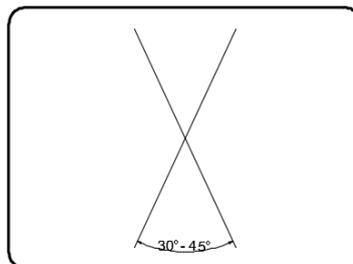


Рисунок Р.2 - Схема Х-образного надреза покрытия

Р.6.1.2 Каждый надрез должен быть длиной не менее 40 мм. Угол пересечения надрезов должен быть между  $30^\circ$  и  $45^\circ$ .

Р.6.1.3 В начале новой серии испытаний с катушки с лентой удаляют два полных круга ленты, после чего отрезают полоску длиной 75 мм.

Р.6.1.4 Центр отрезанной ленты помещают на пересечение надрезов в направлении острого угла, разглаживают ее пальцем по всей длине надрезов, плотно прижимают к покрытию, оставив один конец ленты не приклеенным.

Р.6.1.5 Удаляют ленту через 5 мин, держа за свободный конец и плавно отрывая за 0,5-1,0 с под углом примерно  $60^\circ$  вместе с отслоившимися участками покрытия.

Р.6.1.6 При невозможности доступа внутрь изолированного изделия для создания Х-образного надреза, что определяется внутренним диаметром этого изделия, отрезают патрубок от концевой участка изолированного изделия длиной 200 мм, разрезают его на два полуцилиндра, на покрытии которых в средней части делают Х-образный надрез.

Р.6.1.7 Повторяют испытание методом Х-образного надреза на полуцилиндрах в соответствии с п.п. П.5.1.1-П.5.1.5.

Р.6.1.8 Используя Приложение А ГОСТ 32702.2, определяют степень разрушения и соответствующую ей оценку в баллах.

Р.6.1.9 Покрытие считают соответствующим техническим требованиям, если результаты испытания на всех образцах соответствуют норме, приведенной в таблице 26 п.5 настоящего стандарта.

Р.6.2 Проведение контроля адгезии внутреннего покрытия при приемо-сдаточных испытаниях изолированных изделий методом отрыва грибка по ГОСТ 32299 (ISO 4624) при температуре плюс  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ .

Р.6.2.1 С помощью режущего инструмента выделяют на поверхности покрытия контролируемый участок в соответствии с рисунком Р.3. Канавку прорезают на всю толщину покрытия до металла.

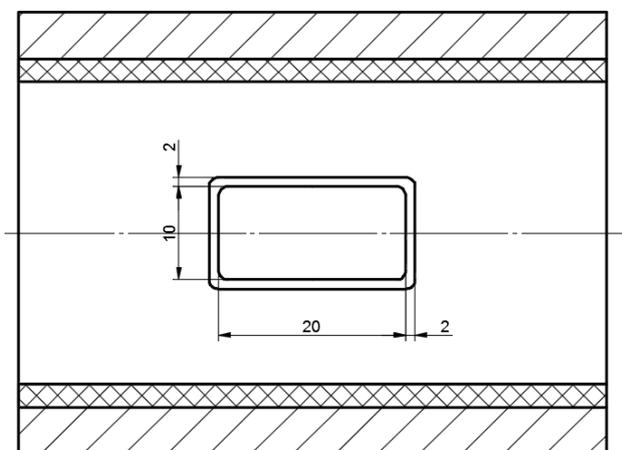


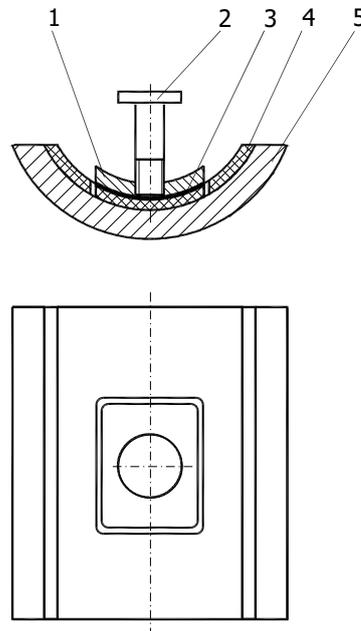
Рисунок Р.3 – Схема образца для контроля адгезии методом отрыва грибка

Р.6.2.2 Обрабатывают поверхность выделенного участка и приклеиваемую поверхность стального грибка шлифовальной шкуркой до требуемой шероховатости, обезжиривают ацетоном.

Примечание:

Грибок-сегмент следует приклеивать выпуклой поверхностью к внутреннему покрытию для обеспечения минимального зазора между сопрягаемыми поверхностями покрытия и грибка.

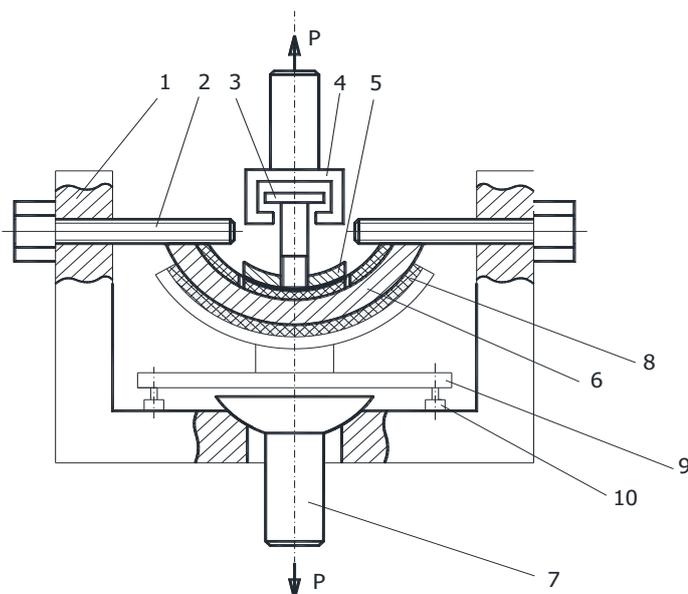
Р.6.2.3 Наносят на обезжиренные поверхности контролируемого участка покрытия и грибка тонкий слой клея, устанавливают грибок на поверхность покрытия сразу же (рисунок Р.4), проводят отверждение клеевого слоя при режимах, указанных в инструкции по применению клея и прорезают в покрытии режущим инструментом канавку до металла вокруг грибка.



1-грибок; 2-клеевой слой; 3-покрытие; 4-пластина стальная  
5-сегмент

Рисунок Р.4 – Схема клеевого соединения грибка с покрытием

Р.6.2.4 Устанавливают образец в приспособление (рисунок Р.5), закрепляют грибок в специальном зажиме и зажимают хвостовики (3) приспособления и специального зажима в зажимах разрывной машины.



1 – скоба; 2 – винт упорный; 3 – хвостовик; 4, 7 – захваты; 5 – грибок;  
6 – сегмент с покрытием; 8 – электронагреватель; 9 – опора;  
10 – ножки регулируемые

Рисунок Р.5 - Схема испытания адгезии покрытия методом отрыва грибка

Р.6.2.5 Отрывают грибок при скорости перемещения подвижного зажима разрывной машины 10 мм/мин.

Р.6.2.6 Визуально или с помощью увеличительной лупы определяют характер разрушения металлополимерного соединения при отрыве грибка; Возможны следующие виды разрушения:

- отрыв покрытия от металла образца;
- расслоение многослойного покрытия;
- отрыв клеевого слоя от покрытия;
- разрушение по материалу покрытия;
- разрушение по клеевому слою;
- отрыв клеевого слоя от поверхности грибка.

При разрушении по клеевому слою, отрыве клеевого слоя от покрытия или от грибка удельное усилие отрыва должно быть не менее 5,0 МПа. При меньшем удельном усилии отрыва повторно приклеивают грибок и повторяют испытания.

Разрушение по клеевому слою, отслаивание клеевого слоя от поверхности грибка или от покрытия при удельном усилии отрыва не менее 5,0 МПа свидетельствует о сохранении достаточно высокой исходной адгезионной и когезионной прочности покрытия, превышающей достижимую прочность клеевого соединения.

Р.6.2.7 Повторяют п. п. Р.5.2.2-Р.5.2.6 для всех выделенных канавкой участков покрытия.

Р.6.2.8 Покрытие считают соответствующим техническим требованиям, если результаты испытания адгезии на всех образцах соответствуют норме, приведенной в таблице 26 п.5 настоящего стандарта.

Р.6.3 Проведение контроля адгезии при периодических и сертификационных испытаниях на образцах типа сегментов (Приложение К, рисунок К.1в) методом отрыва грибка по ГОСТ 32299 (ISO 4624) при заданной повышенной температуре.

Р.6.3.1 С помощью режущего инструмента выделяют на поверхности покрытия контролируемый участок в соответствии с рисунком Р.3. Канавку прорезают на всю толщину покрытия до металла.

Р.6.3.2 Обрабатывают поверхность выделенного участка и приклеиваемую поверхность стального грибка шлифовальной шкуркой до требуемой шероховатости, обезжиривают ацетоном.

Примечание:

Грибок-сегмент следует приклеивать выпуклой поверхностью к внутреннему покрытию для обеспечения минимального зазора между сопрягаемыми поверхностями покрытия и грибка.

Р.6.3.3 Наносят на обезжиренные поверхности контролируемого участка покрытия и грибка тонкий слой клея, устанавливают грибок на поверхность покрытия сразу же (рисунок Р.4), проводят отверждение клеевого слоя при режимах, указанных в инструкции по применению клея и прорезают в покрытии режущим инструментом канавку до металла вокруг грибка.

Р.6.3.4 Устанавливают образец в приспособление (рисунок Р.5), закрепляют грибок в специальном зажиме и зажимают хвостовики (3) приспособления и специального зажима в зажимах разрывной машины.

Р.6.3.5 Прогревают образец с помощью электронагревателя (8), установленного в приспособлении, до заданной температуры и выдерживают образец при этой температуре 15 мин.

Р.6.3.6 Отрывают грибок при скорости перемещения подвижного зажима разрывной машины 10 мм/мин.

Р.6.3.7 Визуально или с помощью увеличительной лупы определяют характер разрушения металлополимерного соединения при отрыве грибка; Возможны следующие виды разрушения:

- отрыв покрытия от металла образца;
- расслоение многослойного покрытия;
- отрыв клеевого слоя от покрытия;
- разрушение по материалу покрытия;
- разрушение по клеевому слою;
- отрыв клеевого слоя от поверхности грибка.

При разрушении по клеевому слою, отрыве клеевого слоя от покрытия или от грибка удельное усилие отрыва должно быть не менее 5,0 МПа. При меньшем удельном усилии отрыва повторно приклеивают грибок и повторяют испытания.

Разрушение по клеевому слою, отслаивание клеевого слоя от поверхности грибка или от покрытия при удельном усилии отрыва не менее 5,0 МПа свидетельствует о сохранении достаточно высокой исходной адгезионной и когезионной прочности покрытия, превышающей достижимую прочность клеевого соединения.

Р.6.3.8 Повторяют п. п. Р.5.3.2-Р.5.3.7 для всех выделенных канавкой участков покрытия.

Р.6.3.9 Покрытие считают соответствующим техническим требованиям, если результаты испытания адгезии на всех образцах соответствуют норме, приведенной в таблице 26 п.5 настоящего стандарта.

Р.6.4 Проведение контроля относительного уменьшения адгезии внутреннего покрытия при периодических и сертификационных испытаниях на образцах типа сегментов (Приложение К, рисунок К.1в) методом отрыва грибка по ГОСТ 32299 (ISO 4624) после воздействия модельной среды (3%-ный водный раствор NaCl) на базах времени испытаний 70 суток и 100 суток при заданных значениях температуры и давления.

Р.6.4.1 С помощью режущего инструмента выделяют на поверхности покрытия контролируемые участки в соответствии с рисунком Р.6. Канавки осуществляют на всю толщину покрытия до металла.

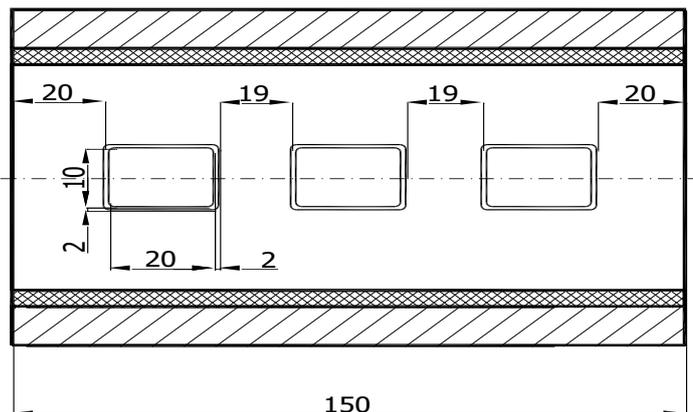


Рисунок Р.6 – Схема образца для контроля адгезии методом отрыва грибка

Р.6.4.2 Готовят модельную среду (3%-ный водный раствор NaCl), для чего растворяют в дистиллированной воде 30 г/л NaCl.

Р.6.4.3 Устанавливают образец в автоклавную установку и заполняют рабочую камеру автоклавной установки модельной средой (3%-ный водный раствор NaCl).

Р.6.4.4 Прогревают модельную среду в автоклавной установке до заданной температуры и создают заданное давление.

Р.6.3.5 Выдерживают образец в автоклавной установке в модельной среде в течении  $\tau_1 = 70$  суток при заданных значениях температуры и давления.

Р.6.4.6 Сбрасывают давление в автоклавной установке и охлаждают модельную среду в автоклавной установке до комнатной температуры.

Р.6.4.7 Извлекают образец из модельной среды и протирают фильтровальной бумагой для удаления остатков модельной среды.

Р.6.4.8 Обрабатывают шлифовальной шкуркой поверхность одного из выделенных участков покрытия внутри канавок, прорезанных до металла.

Р.6.4.9 Обезжиривают обработанную поверхность и сопрягаемую с ним поверхность грибка ацетоном, наносят на обе обезжиренные поверхности тонкий слой клея.

Примечание:

Грибок-сегмент следует приклеивать выпуклой поверхностью к внутреннему покрытию для обеспечения минимального зазора между сопрягаемыми поверхностями покрытия и грибка.

Р.6.4.10 Устанавливают грибок на покрытую клеем поверхность покрытия соосно с прорезанной до металла канавкой (рисунок Р.4) и проводят отверждение клеевого слоя при режимах, указанных в инструкции по применению клея.

Р.6.4.11 Устанавливают образец в приспособление (рисунок Р.5), закрепляют грибок в специальном зажиме и зажимают хвостовики приспособления и специального зажима в зажимах разрывной машины.

Р.6.4.12 Отрывают грибок при скорости перемещения подвижного зажима разрывной машины 10 мм/мин.

Р.6.4.13 Определяют усилие отрыва по формуле

$$\sigma (\tau_1 = 70) = \frac{Q}{F} \quad (\text{Р.1})$$

где  $\sigma (\tau_1 = 70)$  – усилие отрыва грибка, МПа;

$Q$  – усилие нормального отрыва, Н;

$F$  – площадь поверхности грибка сопрягаемой с покрытием.

Р.6.4.14 Повторяют п. п. Р.6.4.1- Р.6.4.13 для остальных выделенных канавкой участков покрытия.

Р.6.4.15 Выдерживают аналогичные образцы с покрытием в автоклавной установке в той же модельной среде (3%-ный водный раствор NaCl) в течение времени  $\tau_2 = 100$  суток при тех же значениях температуры и давления, после чего повторяют п. п. Р.6.4.1- Р.6.4.13 для всех выделенных канавкой участков покрытия.

Р.6.4.16 Определяют отношение

$$K_\sigma = \frac{\sigma(\tau_2)}{\sigma(\tau_1)} \quad (\text{Р.2})$$

Р.6.4.17 Покрытие считают соответствующим техническим требованиям, если полученное значение  $K_\sigma$  соответствует на всех образцах, испытанных в 3%-ном водном растворе NaCl, норме, приведенной в таблице 26 п.5 настоящего стандарта.

## Р.7 Оформление результатов испытаний

Р.7.1 Запись результатов испытаний проводят по формам Р.1, Р.2. и Р.3.

Форма Р.1

Все графы обязательны к заполнению

---

 наименование принимающей организации
 

---

**АКТ**

**проведения контроля адгезии внутреннего покрытия при приемо-сдаточных испытаниях изолированных изделий (труб и соединительных деталей) при температуре плюс (20±5) °С**

Наименование изолированного изделия	Тип покрытия	Метод испытания	Условие контроля	Номер изолированного изделия	Норма на адгезию	Результаты	
		Х-образный надрез	Температура плюс (20±5) °С		Не более 1 балла		
		Отрыв грибка				Не менее 5,0 МПа (отсутствие отслаивания от стали)	

Адгезия внутреннего покрытия партии труб/соединительных деталей

---

 соответствует, не соответствует требуемому значению
 

---



---

 должность лица, проводившего испытания

---

 личная подпись

---

 расшифровка подписи

---

 дата

---

 наименование принимающей организации
**АКТ**
**проведения контроля адгезии внутреннего покрытия при периодических и сертификационных испытаниях на образцах типа сегментов при заданной повышенной температуре**

Наименование изолированного изделия	Тип покрытия	Метод испытания	Условие контроля	Номер образца	Норма	Результаты
		Отрыв грибка	Заданная повышенная температура		Отсутствие отслаивания от стали	

Адгезия внутреннего покрытия образцов

---

 соответствует, не соответствует требуемому значению

---

 должность лица, проводившего испытания

---

 личная подпись

---

 расшифровка подписи

---

 дата

Форма Р.3

Все графы обязательны к заполнению

---

 наименование принимающей организации
 

---

**АКТ**

**проведения контроля относительного уменьшения адгезии внутреннего покрытия методом отрыва грибка после воздействия модельной среды на базах времени 70 суток и 100 суток при заданных значениях температуры и давления**

Наименование изолированного изделия	Тип покрытия	Метод испытания	Условие контроля	Номер образца	Норма на относительное уменьшение адгезии	Результаты
		Отрыв грибка	В модельной среде при заданных значениях температуры и давления в течение 70 суток		0,925 при расчетном сроке службы не менее 20 лет и усилии отрыва грибка на базе времени $\tau_1=70$ сут. не менее 5,0 МПа	
			В модельной среде при заданных значениях температуры и давления в течение 100 суток			

Относительное уменьшение адгезии внутреннего покрытия образцов

---

 соответствует, не соответствует требуемому значению
 

---



---

 должность лица, проводившего испытания
 

---



---

 личная подпись
 

---



---

 расшифровка подписи
 

---



---

 дата
 

---

## Приложение С (справочное)

### Определение переходного сопротивления покрытия внутренней поверхности труб и соединительных деталей

#### С.1 Назначение методики

Методика устанавливает правила испытаний и контроля электропроводности покрытия внутренней поверхности труб и соединительных деталей в исходном состоянии и после воздействия модельных сред при заданных значениях температуры и давления на основе стандартизированных методов определения переходного сопротивления покрытий металлов.

#### С.2 Методы испытаний

Для периодических и сертификационных применяют метод определения переходного сопротивления покрытия согласно п. С.6.

#### С.3 Образцы для испытаний

##### С.3.1 Типы образцов:

-при периодических и сертификационных испытаниях - сегменты длиной 150 мм (вдоль оси изолированного изделия) и шириной 90 мм (Приложение К, рисунок К.1в).

С.3.2 Количество образцов для параллельных испытаний в заданных условиях не менее пяти.

С.3.3 Образцы перед началом испытаний маркируются с обратной стороны с помощью маркера или гравированием ручным или механическим способом.

#### С.4 Требования к приспособлениям, материалам, оборудованию и реактивам.

Для испытаний электропроводности используют следующие приспособления, материалы, инструменты, оборудование и реактивы:

- Установка для испытаний переходного сопротивления – 1 шт.
- Автоклавная установка для выдержки образцов в модельной среде с диапазоном измерения:
  - температуры от плюс 0 °С до 250 °С;
  - давления от 0 до 20 МПа - 1 шт.
  - Класс точности приборов измерения температуры не ниже 0,5;
  - Класс точности приборов измерения давления не ниже 1,6.
- Дефектоскоп электроискровой с диапазоном измерения от 0 до 15 кВ с точностью  $\pm 0,1$  Кв.– 1 шт.
- Тераомметр типа Е 6-14, Е 6-13 А по ГОСТ 22261 с диапазоном измерений от 10 до 1014 Ом с точностью  $\pm 1,0\%$ .
- NaCl (химически чистый) по ГОСТ 4233 - 1 банка п/э 0,5 кг.
- Дистиллированная вода по ГОСТ 6709 – 1 тара объемом 10 л.
- Бумага фильтровальная ГОСТ 12026 – 1 упаковка.

#### С.5 Условия проведения испытаний

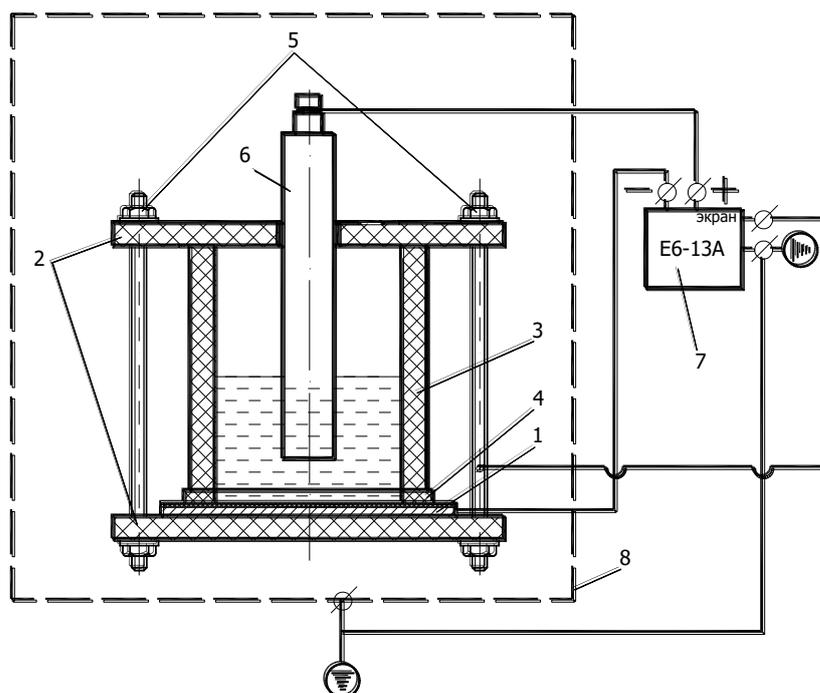
– при периодических и сертификационных испытаниях – в лабораторных условиях в модельных средах при заданных значениях температуры и давления.

## С.6 Проведение испытаний и обработка результатов

С.6.1 Проведение контроля удельного переходного сопротивления внутреннего покрытия при периодических и сертификационных испытаниях образцов в виде сегментов в исходном состоянии при температуре плюс  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ .

С.6.1.1 Проверяют диэлектрическую сплошность покрытия, в соответствии с п. П.6.1 Приложения II настоящего стандарта, электроискровым дефектоскопом при напряжении 5,0 кВ/мм.

С.6.1.2 Устанавливают образец, прошедший контроль на диэлектрическую сплошность, в ячейку установки в соответствии с рисунком С.1.



1 – стальная пластина с полимерным покрытием; 2 – крышка;  
3 - цилиндр из полиэтиленовой трубы; 4 – прокладка; 5 - шпилька, шайба, гайка;  
6 - электрод графитовый; 7 – тераомметр; 8 - измерительная камера

Рисунок С.1 - Схема установки для контроля удельного переходного электрического сопротивления покрытия

С.6.1.3 Готовят модельную среду (3%-ный водный раствор NaCl), для чего растворяют в дистиллированной воде 30 г/л NaCl.

С.6.1.4 Заливают в ячейку 3%-ный водный раствор NaCl; расстояние от зеркала раствора до поверхности покрытия должно быть не менее 50 мм и выдерживают образец в течение 3 суток при температуре плюс  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ .

С.6.1.5 Устанавливают в ячейку графитовый электрод (6) в соответствии с рисунком С.1 расстояние от нижнего торца электрода до поверхности покрытия должно быть не более 20 мм.

С.6.1.6 Подключают образец (1) к отрицательному полюсу тераомметра (7), а графитовый (или платиновый) электрод (6) к положительному полюсу в соответствии с рисунком С.1.

С.6.1.7 Устанавливают на тераомметре напряжение постоянного тока 100 В.

С.6.1.8 Измеряют переходное сопротивление покрытия в соответствии с инструкцией на тераомметр.

С.6.1.9 Рассчитывают удельное переходное сопротивление покрытия по формуле

$$R_{n.c.} = R_n \cdot S \quad (C.1)$$

где  $R_n$  - сопротивление покрытия образца;

$S$  – площадь контакта покрытия с раствором в ячейке,  $m^2$ , рассчитанную по формуле

$$S = \pi \cdot D^2 / 4 \quad (C.2)$$

$D$  – внутренний диаметр ячейки с раствором, м.

C.6.1.10 Покрытие считают соответствующим техническим требованиям, если полученные значения удельного переходного сопротивления покрытия в исходном состоянии соответствуют норме, приведенной в таблице 26 п.6 настоящего стандарта.

C.6.2 Проведение контроля удельного переходного сопротивления внутреннего покрытия при периодических и сертификационных испытаниях на образцах типа сегментов (Приложение К, рисунок К.1в) после воздействия 3%-ного водного раствора NaCl при заданных значениях температуры и давления.

C.6.2.1 Проверяют диэлектрическую сплошность покрытия, в соответствии с п. П.6.1 Приложения П настоящего стандарта.

C.6.2.2 Готовят модельную среду (3%-ный водный раствор NaCl), для чего растворяют в дистиллированной воде 30 г/л NaCl.

C.6.2.3 Устанавливают образцы, прошедшие испытание на диэлектрическую сплошность, в автоклавную установку (расположив их в соответствии с ГОСТ 9.083) и заполняют рабочую камеру автоклавной установки модельной средой (3%-ный водный раствор NaCl).

C.6.2.4 Прогревают модельную среду в автоклавной установке до заданной температуры.

C.6.2.5 Выдерживают образцы в автоклавной установке в модельной среде в течение  $\tau = 100$  суток при заданном значении температуры.

C.6.2.6 Охлаждают модельную среду в автоклаве до комнатной температуры.

C.6.2.7 Извлекают образцы из модельной среды, промывают проточной водой и протирают фильтровальной бумагой.

C.6.2.8 Устанавливают образец в ячейку установки в соответствии с рисунком П.1.

C.6.2.9 Заливают в ячейку 3%-ный водный раствор NaCl; расстояние от зеркала раствора до поверхности покрытия должно быть не менее 50 мм.

C.6.2.10 Устанавливают в ячейку графитовый (или платиновый) электрод (6) в соответствии с рисунком С.1 расстояние от нижнего торца электрода до поверхности покрытия должно быть не более 20 мм.

C.6.2.11 Подключают образец (1) к отрицательному полюсу тераомметра (7), а графитовый электрод (6) к положительному полюсу в соответствии с рисунком С.1.

C.6.2.12 Устанавливают на тераомметре напряжение постоянного тока 100 В.

C.6.2.13 Измеряют переходное сопротивление покрытия в соответствии с инструкцией на тераомметр.

C.6.2.14 Рассчитывают удельное переходное сопротивление покрытия после выдержки 100 суток в 3%-ном водном растворе NaCl при заданных значениях температуры и давления по формуле (C.1).

C.6.2.15 Покрытие считают соответствующим техническим требованиям, если полученные значения удельного переходного сопротивления на всех испытанных образцах соответствуют норме, приведенной в таблице 26 п.6 настоящего стандарта.

## C.7 Оформление результатов испытаний

C.7.1 Запись результатов испытаний проводят по формам С.1 и С.2.

\_\_\_\_\_  
наименование принимающей организации

**АКТ**

**проведения контроля удельного переходного сопротивления внутреннего покрытия при периодических и сертификационных испытаниях на образцах типа сегментов в исходном состоянии при температуре плюс (20±5) °С**

Наименование изолированного изделия	Тип покрытия	Условие контроля	Номер образца	Норма на переходное сопротивление,	Результаты
		72 ч. в модельной среде при температуре плюс (20±5) °С		Не менее 10 <sup>8</sup> Ом·м <sup>2</sup>	

Удельное переходное сопротивление внутреннего покрытия образцов \_\_\_\_\_  
соответствует, не соответствует требуемому значению

\_\_\_\_\_  
должность лица, проводившего испытания

\_\_\_\_\_  
личная подпись

\_\_\_\_\_  
расшифровка подписи

\_\_\_\_\_  
дата

---

 наименование принимающей организации
 

---

**АКТ**

**проведения контроля удельного переходного сопротивления внутреннего покрытия при периодических и сертификационных испытаниях на образцах типа сегментов после воздействия модельной среды в течение 100 суток при заданных значениях температуры и давления**

Наименование изолированного изделия	Тип покрытия	Условие контроля	Номер образца	Норма на переходное сопротивление	Результаты
		100 суток в модельной среде при заданных значениях температуры и давления		Не менее $10^7$ Ом·м <sup>2</sup>	

Удельное переходное сопротивление внутреннего покрытия образцов

---

 соответствует, не соответствует требуемому значению
 

---



---

 должность лица, проводившего испытания
 

---



---

 личная подпись
 

---



---

 расшифровка подписи
 

---



---

 дата
 

---

## Приложение Т (справочное)

### Определение способности покрытия внутренней поверхности труб и соединительных деталей защищать сталь от сульфидного растрескивания

#### Т.1 Назначение методики

Методика устанавливает правила испытаний и контроля проницаемости покрытия внутренней поверхности труб и соединительных деталей по отношению к сероводороду после воздействия модельных сред при заданных значениях температуры и давления.

#### Т.2 Методы испытаний

Для периодических и сертификационных испытаний применяют метод, согласно п. Т.6.

#### Т.3 Образцы для испытаний

##### Т.3.1 Типы образцов:

-при периодических и сертификационных испытаниях - сегменты длиной 150 мм (вдоль оси изолированного изделия) и шириной 90 мм (Приложение К, рисунок К.1в).

Т.3.2 Количество образцов для параллельных испытаний в заданных условиях не менее пяти.

Т.3.3 Образцы перед началом испытаний маркируются с обратной стороны с помощью маркера или гравированием ручным или механическим способом.

#### Т.4 Требования к приспособлениям, материалам, оборудованию и реактивам.

Для контроля проницаемости по отношению к молекулам сероводорода используют следующие приспособления, материалы, инструменты, оборудование и реактивы:

- Автоклавная установка для выдержки образцов в модельной среде с диапазоном измерения:
  - температуры от плюс 0 °С до 250 °С;
  - давления от 0 до 20 МПа - 1 шт.
  - Класс точности приборов измерения температуры не ниже 0,5;
  - Класс точности приборов измерения давления не ниже 1,6.
- Дефектоскоп электроискровой с диапазоном измерения от 0 до 15 кВ с точностью  $\pm 0,1$  кВ.- 1 шт.
- Аппарат Киппа для получения сероводорода – 1 шт.
- Лупа с 10х увеличением – 1 шт.
- Сернистое железо – 1 упаковка.
- Поваренная соль – 1 упаковка.
- 20%-ная соляная кислота – 1 тара объемом 1 л.
- Азот (N<sub>2</sub>) – 1 баллон.
- Углекислый газ (CO<sub>2</sub>) – 1 баллон.
- NaCl (химически чистый) по ГОСТ 4233 - 1 банка п/э 0,5 кг.
- Дистиллированная вода по ГОСТ 6709 – 1 тара объемом 10 л.
- Бумажный индикатор – 1 упаковка.
- Бумага фильтровальная ГОСТ 12026 – 1 упаковка.
- Смывка лакокрасочных покрытий типа PREMIA или смывка, аналогичная данной – 1 упаковка.

- Шпатель деревянный, для удаления лакокрасочного покрытия с поверхности стали – 1 шт.

## Т.5 Условия проведения испытаний

- при периодических и сертификационных испытаниях – в лабораторных условиях в модельной среде при заданных значениях температуры и давления.

## Т.6 Проведение испытаний и обработка результатов

Т.6.1 Проведение контроля способности внутреннего покрытия защищать сталь от сульфидного растрескивания, вызываемого ее наводороживанием, при периодических и сертификационных испытаниях на образцах типа сегментов (Приложение К, рисунок К.1в) в минерализованной водной среде, насыщенной сероводородом.

Т.6.1.1. Устанавливают на электроискровом дефектоскопе требуемую величину напряжения:  $U$ , кВ/мм толщины покрытия.

Т.6.1.2 Заземляют образец.

Т.6.1.3 Подают напряжение на электрод дефектоскопа.

Т.6.1.4 Перемещают электрод непрерывным движением по поверхности покрытия на контролируемых участках для выявления дефектных мест по шуму пробивающейся искры или по сигналу, издаваемому прибором.

Т.6.1.5 Покрытие контролируют по всей поверхности, за исключением концевых участков, а также в местах поверхностных повреждений, выявленных при визуальном осмотре покрытия.

Т.6.1.6 Покрытие считают соответствующим техническим требованиям, если результаты испытания на диэлектрическую сплошность всех испытанных образцов свидетельствуют об отсутствии пробоя при заданной величине электрического напряжения.

Т.6.1.7 Проводят маркировку всех испытываемых образцов.

Т.6.1.8 Изолируют торцы образцов слоем герметика или ремонтной краски.

Т.6.1.9 Готовят модельную среду (5%-ный водный раствор NaCl), для чего растворяют в дистиллированной воде 50 г/л NaCl.

Т.6.1.10 Подготавливают устройство для приготовления и подачи сероводорода  $H_2S$  в модельную среду. Подачу сероводорода можно осуществлять от аппарата Киппа — универсального прибора для получения газов действием растворов кислот и щелочей на твёрдые вещества.

Т.6.1.11 Для получения сероводорода:

Т.6.1.11.1 Аппарат Киппа устанавливают на фарфоровом поддоне или кювете и размещают в вытяжном шкафу.

Т.6.1.11.2 На прокладку устанавливают решетку через боковой тубулус колбы шпателем засыпают кусочки сульфида железа  $FeS$  диаметром 1–2 см. Тубулус закрывают пробкой с газоотводной трубкой.

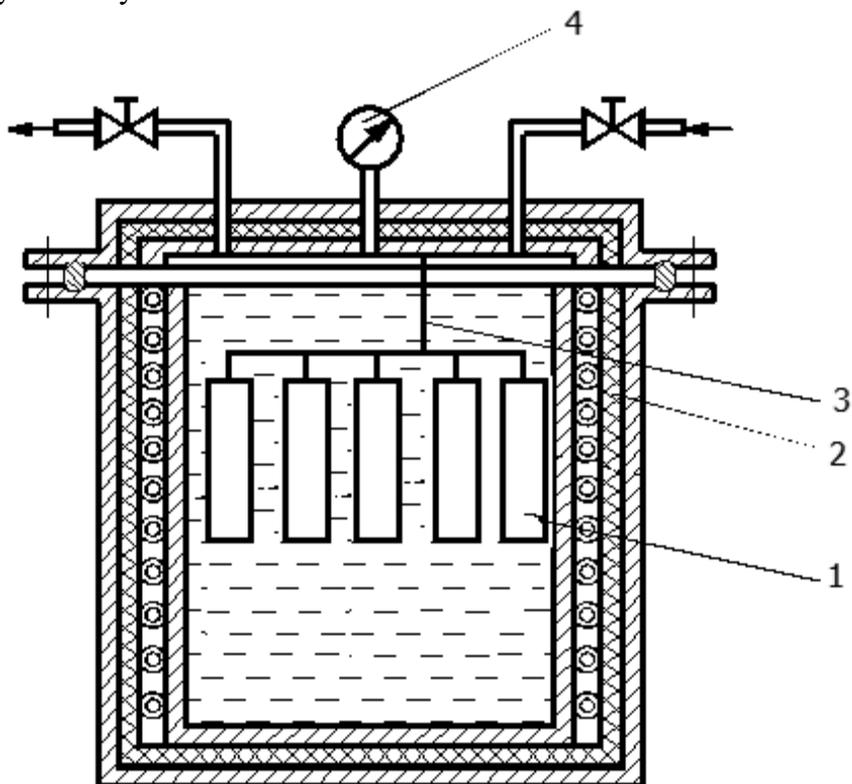
Т.6.1.11.3 При открытом кране или зажиме газоотводной трубки в верхнюю воронку заливают 20% раствор соляной кислоты  $HCl$ . Когда уровень жидкости достигнет вещества на прокладке, начнется химическая реакция с выделением сероводорода, согласно формуле Т.1.



Т.6.1.11.4 Для очистки сероводорода от паров и капель кислоты, захватываемых из аппарата, необходимо пропускать образующийся сероводород через ловушку для улавливания паров кислоты с небольшим содержанием воды;

Т.6.1.11.5 Для прекращения подачи газа и химической реакции закрывают кран газоотводной трубки, давление выделяющегося газа выдавит жидкость из реактора в верхнюю часть воронки. Реакция прекратится. Открытие крана приведет к возобновлению реакции.

Т.6.1.12 Устанавливают образцы в автоклавную установку (рисунок Т.1), расположив их в соответствии с ГОСТ 9.083, заполняют рабочую камеру автоклавной установки модельной средой (5%-ный водный раствор NaCl) и герметизируют автоклавную установку.



1 – образец; 2 – автоклавная установка с водной сероводородсодержащей средой; 3 – подвеска; 4 – манометр

Рисунок Т.1 - Схема автоклавной установки для испытания стали с покрытием в сероводородсодержащей минерализованной водной среде

Т.6.1.12 Продувают модельную среду в автоклавной установке инертным газом, используя баллон со сжатым азотом, в течение не менее 20 минут при открытом выпускном вентиле установки.

Т.6.1.13 Проводят насыщение модельной среды в автоклавной установке сероводородом от аппарата Киппа в течение 20 мин. при открытом выпускном вентиле автоклавной установки с последующим его закрытием.

Т.6.1.14 Проводят контроль pH модельной среды с помощью полоски бумажного индикатора. Цвет полоски должен стать красным.

Т.6.1.15 Проводят насыщение модельной среды  $\text{CO}_2$  при избыточном давлении, меньшем на 1 МПа заданного давления.

Т.6.1.16 Обеспечивают в автоклавной установке с помощью азота, подаваемого из баллона, требуемое давление модельной среды.

Т.6.1.17 Выдерживают образцы в модельной среде при температуре плюс  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$  и заданном давлении в течение  $\tau = 720$  часов.

Т.6.1.18 Открывают сливной кран и сливают модельную среду по шлангу в тару с щелочным раствором для нейтрализации модельной среды.

Т.6.1.19 Извлекают образцы из автоклава, протирают фильтровальной бумагой для удаления остатков модельной среды.

Т.6.1.20 Выдерживают образцы в смывке лакокрасочных покрытий PREMIA или в аналогичных смывках в соответствии с инструкцией на их применение.

Т.6.1.21 Удаляют набухшее покрытие с поверхности стали деревянным шпателем.

Т.6.1.22 Проводят осмотр визуальный или с помощью лупы увеличительной внешнего вида поверхности стали, освобожденной от покрытия, на отсутствие сульфида железа, имеющего черный цвет и свидетельствующего о химическом взаимодействии проникших через покрытие молекул сероводорода со сталью, приводящего к образованию водорода на поверхности стали и последующему ее наводороживанию, вызывающему сульфидное растрескивание.

Т.6.1.23 Покрытие считают соответствующим техническим требованиям, если результаты испытания на всех образцах соответствуют норме, приведенной в таблице 26 п.7 настоящего стандарта.

## **Т.7 Оформление результатов испытаний**

Т.7.1 Запись результатов испытаний проводят по форме Т.1

Форма Т.1

Все графы обязательны к заполнению

---

 наименование принимающей организации
 

---

**АКТ**

**проведения контроля способности внутреннего покрытия защищать сталь от сульфидного растрескивания при периодических и сертификационных испытаниях на образцах типа сегментов в минерализованной водной среде, насыщенной сероводородом**

Наименование изолированного изделия	Тип покрытия	Условие контроля	Номер образца	Толщина покрытия в исходном состоянии, мм	Цвет индикаторной полоски (рН модельной среды)	Норма на внешний вид поверхности стали под покрытием	Результаты
		720 ч. в модельной сероводородсодержащей среде при заданном значении давления и температуре плюс (20±5) °С				Отсутствие пленки сульфида железа черного цвета	

Способность внутреннего покрытия образцов защищать сталь от сульфидного растрескивания

соответствует, не соответствует требуемому значению

---

 должность лица, проводившего испытания

---

 личная подпись

---

 расшифровка подписи

---

 дата

## Приложение У (справочное)

### Определение способности покрытия внутренней поверхности труб и соединительных деталей предотвращать образование твердых отложений асфальтосмолопарафинов и минеральных солей

#### У.1 Назначение методики

Методика устанавливает правила испытаний и контроля способности покрытия внутренней поверхности труб и соединительных деталей предотвращать образование отложений асфальтосмолопарафинов и минеральных солей.

#### У.2 Методы испытаний

Для периодических и сертификационных испытаний применяют методы, согласно п. У.6.

#### У.3 Образцы для испытаний

##### У.3.1 Типы образцов:

-при периодических и сертификационных испытаниях - сегменты длиной 150 мм (вдоль оси изолированного изделия) и шириной 90 мм (Приложение К, рисунок К.1в).

У.3.2 Количество образцов для параллельных испытаний в заданных условиях не менее пяти.

У.3.3 Образцы перед началом испытаний маркируются с обратной стороны с помощью маркера или гравированием ручным или механическим способом.

#### У.4 Требования к приспособлениям, материалам, оборудованию и реактивам.

Для контроля способности покрытия предотвращать образование отложений асфальтосмолопарафинов и минеральных солей используют следующие приспособления, материалы, инструменты, оборудование и реактивы:

- Приспособление для формирования слоя твердых отложений минеральных солей на поверхности покрытия – 1 шт.
- Приспособление для испытания на сдвиг слоя твердых отложений минеральных солей на поверхности покрытия – 1 шт.
- Динамометр электронный для испытаний на растяжение  $P_{\text{мак}} = 1000 \text{ Н}$  – 1 шт.
- Шкаф сушильный – 1 шт.
- Стакан стеклянный с внутренним диаметром  $\text{Ø}100 \text{ мм}$  и высотой 150 мм – 3 шт.
- Термостат – 1 шт.
- Пирометр – 1 шт.
- Видеоаппаратура – 1 шт.
- Нефть высокопарафинистая – тара объемом 5 л.
- $\text{MgSO}_4$  (порошок) по ГОСТ 4523 - 1 банка п/э 0,5 кг.
- Дистиллированная вода по ГОСТ 6709 – 1 тара объемом 10 л.

#### У.5 Условия проведения испытаний

- при периодических и сертификационных испытаниях – в лабораторных условиях в модельных средах при заданных значениях температуры и давления.

## У.6 Проведение испытаний и обработка результатов

У.6.1 Проведение контроля скорости отмыва водой пленки нефти на поверхности покрытия, характеризующей способность покрытия предотвращать образование асфальтосмолопарафиновых отложений на его поверхности, при периодических и сертификационных испытаниях на образцах типа сегментов (Приложение К, рисунок К.1в).

У.6.1.1 Контролируют соответствие внешнего вида покрытия образца (рисунок У.1) норме, приведенной в таблице 26 п.1 настоящего стандарта.



Рисунок У.1 – Внешний вид покрытия в исходном состоянии.

У.6.1.2 Наливают высокосернистую нефть в стеклянный стакан.

У.6.1.3 Погружают образец в стеклянный стакан с нефтью и выдерживают 10 минут.

У.6.1.4 Извлекают образец из стакана с нефтью и устанавливают в пустой стеклянный стакан для стекания излишков нефти с его поверхности в течение 10 минут. (рисунок У.2).

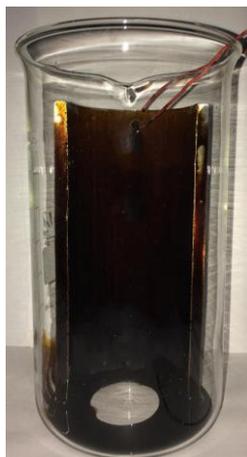


Рисунок У.2 – Внешний вид образца с покрытием после стекания с его поверхности нефти

У.6.1.5 Извлекают образец из стеклянного стакана после стекания с его поверхности нефти и погружают в стеклянный стакан с водой, установленный на электронагреватель с автоматическим поддержанием температуры плюс  $(50 \pm 3)$  °С.

У.6.1.6 С помощью видеоаппаратуры фиксируют во времени процесс отмыва пленки нефти водой с поверхности покрытия при температуре плюс  $(50 \pm 3)$  °С (рисунок У.3).



Рисунок У.3 – Внешний вид поверхности покрытия в процессе отмыва пленки нефти с его поверхности водой

У.6.1.7 По отснятым видеоматериалам определяют относительную площадь вытеснения пленки нефти водой с поверхности покрытия в % за 10 минут.

У.6.1.8 Покрытие считают соответствующим техническим требованиям, если результаты испытания на всех образцах соответствуют норме, приведенной таблице 26 п.8 настоящего стандарта.

У.6.2 Проведение контроля удельного усилия сдвига слоя твердых отложений минеральных солей на поверхности внутреннего покрытия, характеризующего способность покрытия предотвращать образование этих отложений на его поверхности, при периодических и сертификационных испытаниях на образцах типа сегментов (Приложение К, рисунок К.1в).

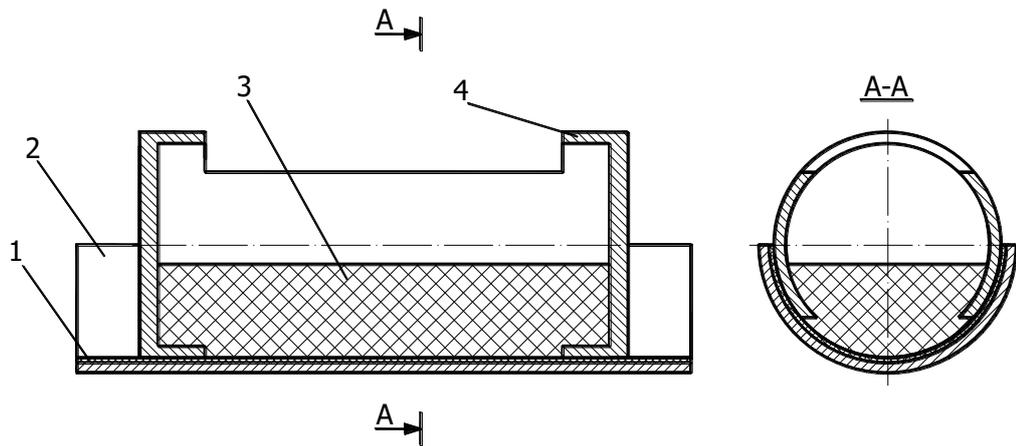
У.6.2.1 Проводят маркировку всех испытываемых образцов.

У.6.2.2 Устанавливают на покрытие образца приспособление для формирования слоя минеральных солей (рисунок У.4).

У.6.2.3 Заполняют внутреннюю полость приспособления пастой, полученной смачиванием дистиллированной водой порошка дисульфида магния ( $MgSO_4$ ), с последующей выдержкой сформированного слоя при температуре плюс (60-80) °С в сушильном шкафу до полного удаления влаги и образования внутри формочки монолитного солевого слоя.

У.6.2.4 Устанавливают образец с приспособлением на опорную плиту установки для испытания сформированного твердого слоя отложений минеральных солей толщиной 22 мм на сдвиг (рисунок У.5).

У.6.2.5 Закрепляют хвостовик приспособления в зажиме динамометра, связанного тросом со шкивом, установленном на валу электродвигателя постоянного тока с бесступенчатым изменением числа оборотов.



1 – покрытие; 2 – сегмент трубы; 3 – слой отложений; 4 – ячейка

Рисунок У.4 - Схема приспособления для формирования слоя твердых отложений солей во внутренней полости образца с покрытием

У.6.2.6 Устанавливают требуемую частоту вращения вала двигателя постоянного тока в соответствии с требуемой скоростью относительного перемещения приспособления со слоем минеральных солей 10 мм/мин.

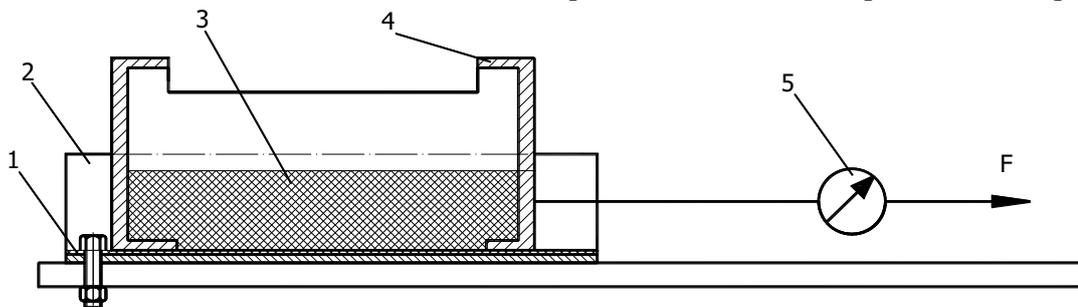
У.6.2.7 Включают электродвигатель и определяют усилие сдвига  $Q$  слоя минеральных солей относительно поверхности покрытия при скорости относительного перемещения 10 мм/мин.

У.6.2.8 Определяют удельное усилие сдвига по формуле

$$q_{\text{сд}} = \frac{Q_{\text{сд}}}{F} \quad (\text{У.1})$$

где  $Q_{\text{сд}}$  – усилие сдвига, фиксируемое динамометром;

$F$  – площадь контакта слоя отложений минеральных солей с поверхностью покрытия.



1 – покрытие; 2 – сегмент трубы; 3 – слой отложений; 4 – ячейка; 5 – динамометр

Рисунок У.5 - Схема установки для испытаний на сдвиг отложений минеральных солей на поверхности покрытия

У.6.2.9 Покрытие считают соответствующим техническим требованиям, если полученные значения удельного усилия сдвига на всех испытанных образцах соответствуют норме, приведенной в таблице 26 п.9 настоящего стандарта.

## У.7 Оформление результатов испытаний

У.7.1 Запись результатов испытаний проводят по формам У.1 и У.2.

---

 наименование принимающей организации
**АКТ**

**проведения контроля скорости отмыва водой пленки нефти на поверхности внутреннего покрытия, характеризующей способность покрытия предотвращать образование асфальтосмолопарафиновых отложений на его поверхности, при периодических и сертификационных испытаниях на образцах типа сегментов**

Наименование изолированного изделия	Тип покрытия	Условие контроля	Номер образца	Норма на относительную площадь вытеснения пленки нефти водой с поверхности покрытия за 10 минут, %, не менее	Результаты
		При температуре плюс (50±3) °С		50,0	

Способность внутреннего покрытия образцов предотвращать образование АСПО

---

 соответствует, не соответствует требуемому значению

---

 должность лица, проводившего испытания

---

 личная подпись

---

 расшифровка подписи

---

 дата

наименование принимающей организации

**АКТ**

**проведения контроля удельного усилия сдвига слоя твердых отложений минеральных солей на поверхности внутреннего покрытия, характеризующего способность покрытия предотвращать образование этих отложений на его поверхности, при периодических и сертификационных испытаниях на образцах типа сегментов**

Наименование изолированного изделия	Тип покрытия	Условие контроля	Номер образца	Норма на относительное уменьшение усилия сдвига слоя минеральных солей, %, не менее	Результаты
		При температуре плюс (20±5) °С		50,0	

Способность внутреннего покрытия образцов предотвращать образование СО

соответствует, не соответствует требуемому значению

должность лица, проводившего испытания

личная подпись

расшифровка подписи

дата

## Приложение Ф (справочное)

### Контроль качества покрытия внутренней поверхности труб и соединительных деталей на нефтяных месторождениях

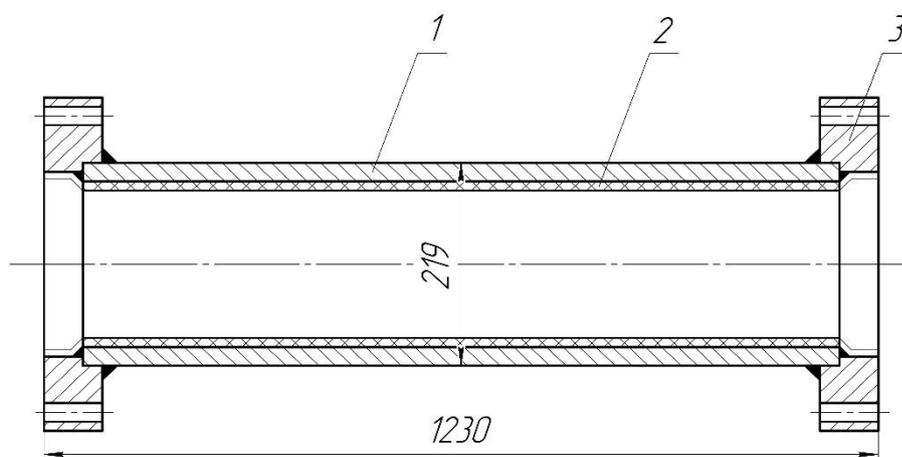
#### Ф.1. Цель опытно-промысловых испытаний

Контроль соответствия качества внутреннего покрытия труб и соединительных деталей, нанесенного в заводских условиях, требованиям, приведенным в таблице Ф.2.

#### Ф.2 Объекты испытаний на байпасных линиях

Ф.2.1 Объектами испытаний являются катушки в виде патрубков с приваренными на концах фланцами, вырезанных из изолированных труб и соединительных деталей с внутренним противокоррозионным покрытием (рисунок Ф.1).

Ф.2.2 Количество катушек – 2 шт.



1 – патрубок; 2 – внутреннее покрытие; 3 - фланец

Рисунок Ф.1 – Катушка для испытания на байпасе

#### Ф.3. Условия и место проведения испытаний

Опытно-промышленные испытания проводятся на трубопроводе, согласованном с нефтегазовой компанией, что определяет место и условия испытаний.

#### Ф.4. Продолжительность испытаний

Испытания проводятся на байпасной трубопровода в два этапа продолжительностью 180 суток и 360 суток.

#### Ф.5. Последовательность проведения испытаний на байпасной линии трубопровода на нефтяном месторождении

Ф.5.1 Этапы испытаний и сроки их проведения на байпасной линии нефтесборного трубопровода представлены в таблице Ф.1.

Таблица Ф.1 - Этапы испытаний и сроки их проведения на байпасной линии трубопровода, согласованного с нефтегазовой компанией

Наименование этапа	Сроки выполнения (начало – окончание)	Виды работ
Установка двух испытываемых трубных катушек с индексами 1 и 2 на байпасной линии трубопровода на нефтяном месторождении нефтегазовой компанией		Составление Акта сдачи-приемки двух испытываемых катушек. Маркировка испытываемых катушек индексами 1 и 2. Установка испытываемых трубных катушек на байпасной линии. Составление Акта начала испытаний с указанием соответствующей даты, места, условий и времени испытаний. В проведении указанных видов работ участвуют представители предприятия-изготовителя катушек, нефтегазовой компании, проводящей испытания, лаборатории, выполняющей контроль качества испытываемого покрытия
Проведение первого этапа испытаний	180 суток	Контроль представителем нефтегазовой компанией режимов работы трубопровода с регистрацией в журнале
Демонтаж катушки с индексом 1, установленной на 180 суток испытаний.		Демонтаж катушки с индексом 1. Составление Акта внешнего осмотра с указанием срока испытаний, результатов осмотра внешнего вида покрытия. Составление Акта сдачи-приемки испытываемой катушки. В проведении указанных видов работ участвуют представители предприятия-изготовителя катушек, нефтегазовой компании, проводящей испытания, лаборатории, выполняющей контроль качества испытываемого покрытия
Проведение второго этапа испытаний	180 суток	Контроль представителем нефтегазовой компанией режимов работы трубопровода с регистрацией в журнале
Демонтаж второй катушки с индексом 2, установленной на 360 суток испытаний.		Демонтаж катушки с индексом 2. Составление Акта внешнего осмотра с указанием срока испытаний, результатов осмотра внешнего вида покрытия. Составление Акта сдачи-приемки испытываемой катушки. В проведении указанных видов работ участвуют представители предприятия-изготовителя катушек, нефтегазовой компании, проводящей испытания, лаборатории, выполняющей контроль качества испытываемого покрытия

**Ф.6 Проведение контроля в лабораторных условиях показателей защитных свойств покрытия внутренней поверхности труб и соединительных деталей в исходном состоянии и после окончания первого и второго этапов опытно-промышленных испытаний**

Ф.6.1 Контролируемые в лабораторных условиях свойства и показатели свойств внутреннего покрытия труб и соединительных деталей в исходном состоянии и после каждого этапа испытаний на байпасной линии представлены в таблице Ф.2.

Таблица Ф.2 - Контролируемые свойства и показатели свойств внутреннего покрытия труб и соединительных деталей на байпасной линии

Свойство	Показатель	Норма	Метод испытания и методика контроля
<b>1 Дефектность внешняя</b>	Внешний вид	Отсутствие пропусков, подтеков, пузырей, вздутий, отслоений. Допускается небольшая волнистость	Метод по ГОСТ 9.407  Методика по Приложению Л настоящего стандарта
при температуре плюс (20±5) °С			
а) в исходном состоянии			
б) после испытаний 180 сут.			
в) после испытаний 360 сут.			
<b>2. Геометрические размеры</b>	Толщина исх., мм,	Назначается производителем покрытия и должна обеспечивать выполнение технических требований к покрытию	Метод по ГОСТ 31993  Методика по Приложению М настоящего стандарта
при температуре плюс (20±5) °С			
а) в исходном состоянии	Внешний вид	Отсутствие визуально видимого износа в виде раковин и рисок	
б) после испытаний 180 сут.			
в) после испытаний 360 сут.			

## Окончание таблицы Ф.2

Свойство	Показатель	Норма	Метод испытания и методика контроля
<b>3. Диэлектрическая сплошность</b>			
при температуре плюс (20±5) °С			
а) в исходном состоянии	Отсутствие электрического пробоя покрытия при величине напряжения, кВ/мм толщины покрытия, не менее	5,0	Методика по Приложению П настоящего стандарта
б) после испытаний 180 сут.			
в) после испытаний 360 сут.			
<b>4. Адгезия к стали</b>			
при температуре плюс (20±5) °С			
а) в исходном состоянии	При отрыве «грибка», МПа, не менее	5,0 (отсутствие отслаивания от стали)	Метод по ГОСТ 32299 (ISO 4624)
б) после испытаний на базах времени 180 сут. и 360 сут.	Относительное изменение адгезионной прочности на базах времени $\tau_1=180$ сут. и $\tau_2=360$ сут. при нормальном отрыве «грибка», $[\sigma(\tau_2)/(\tau_1)]$ , не менее	0,925 при сроке службы $\tau_p$ не менее 20 лет	Методика по Приложению Р настоящего стандарта
<b>5. Электропроводность</b>			
при температуре плюс (20±5) °С			
а) в исходном состоянии	Переходное сопротивление, Ом.м <sup>2</sup> , не менее	10 <sup>8</sup>	Методика по Приложению С настоящего стандарта
б) после испытаний 180 сут.		10 <sup>7</sup>	
в) после испытаний 360 сут.		10 <sup>7</sup>	

Ф.6.2 Внутренние покрытия труб, как и сами трубы, не являются объектами обязательной сертификации [6]. Поэтому контроль показателей защитных свойств покрытия внутренней поверхности труб и соединительных деталей в исходном состоянии и после окончания первого и второго этапов опытно-промышленных испытаний может выполнять специализированная испытательная лаборатория, аккредитованная в соответствующей области.

Ф.6.3 Образцы типа-сегментов (Приложение К) для контроля свойств покрытия в исходном состоянии и после испытаний на байпасных линиях на заданных базах времени 180 суток и 360 суток изготавливает предприятие-изготовитель катушек для опытно-промышленных испытаний.

Ф.6.4 Образцы вырезают механическим способом с охлаждением из патрубков с испытываемым внутренним покрытием (рисунок К.1 а) в следующей последовательности. Сначала отрезают фланцы от патрубка, после чего отрезают с обеих сторон патрубка концевые участки длиной 50 мм. Затем из патрубка (рисунок К.1 а) вырезают образцы-сегменты длиной в осевом направлении 150 мм и шириной в поперечном направлении 90 мм в соответствии с рисунком К.1 в. Вырезка производится механическим способом.

Ф.6.5 Согласно данным, приведенным в таблице Ф.2, для контроля показателей свойств покрытия в исходном состоянии необходимо 15 образцов-сегментов; для контроля показателей свойств покрытия после испытания на байпасе 180 суток требуется 15 образцов-сегментов и после испытаний на байпасе 360 суток – также 15 образцов-сегментов.

Ф.6.6 После окончания проведения контроля защитных свойств испытываемого покрытия в соответствии с таблицей Ф.2 в исходном состоянии и после первого и второго этапа испытаний лабораторией, проводившей эти испытания, составляются соответствующие Протоколы испытаний.

Ф.6.7 В соответствии с Протоколами испытаний Орган по сертификации, аккредитованный в соответствующей области аккредитации в Системах добровольной или обязательной сертификации, выдает заключение о соответствии внутреннего покрытия требованиям ТУ, согласованным с нефтегазовой компанией, и, если требуется предприятию-изготовителю испытанного покрытия, соответствующий сертификат.

## Библиография

- [1] Федеральный закон Российской Федерации от 26 июня 2008 г. N 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений»
- [2] Р 50.2.040-2004 ГСИ. Метрологическое обеспечение учета нефти при ее транспортировке по системе магистральных нефтепроводов. Основные положения
- [3] СП 86.13330.2014 Магистральные трубопроводы
- [4] СП 34-116-97 Инструкция по проектированию, строительству и реконструкции промысловых нефтегазопроводов
- [5] NF А 49710 Стальные трубы. Наружное трехслойное покрытие на полиэтиленовой основе
- [6] Постановление Правительства РФ от 01.12.2009 N 982 «Об утверждении единого перечня продукции, подлежащей обязательной сертификации, и единого перечня продукции, подтверждение соответствия которой осуществляется в форме принятия декларации о соответствии»
- [7] ВСН 011-88 Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Очистка полости и испытание
- [8] ВСН 006-89 Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Сварка
- [9] СНиП 3.01.04-87 Приемка в эксплуатацию законченных строительством объектов. Основные положения
- [10] РД 50-98-86 Методические указания. Выбор универсальных средств измерений линейных размеров до 500 мм
- [11] РТМ 108.004.32-79 Отраслевая система технологической подготовки производства. Средства измерения и контроля линейных и угловых размеров
- [12] РТМ 108.004.56-80 Выбор и назначение средств измерений линейных размеров и отклонений от прямолинейности и плоскостности

06.053

ОКС 23.040.01

Ключевые слова: Нефтяные месторождения, промысловые трубопроводы, элементы трубопроводов, соединения элементов трубопроводов, опасные воздействия, технические требования, методы контроля.

---