

---

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ**

---



**НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
СТАНДАРТ  
РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

**ГОСТ Р**

---

**ЗАЩИТНЫЕ ЛАКОКРАСОЧНЫЕ ПОКРЫТИЯ  
ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ СТАЛЬНЫХ ТРУБ И  
СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ,  
ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
Общие технические требования**

*Проект, вторая редакция*

*Настоящий проект стандарта не подлежит применению до его принятия*

**Москва  
Стандартинформ  
201\_**

## Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Открытым акционерным обществом «Российский научно-исследовательский институт трубной промышленности» (ОАО «РосНИТИ»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 357 «Стальные и чугунные трубы и баллоны»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в ГОСТ Р 1.0 – 2012 (раздел 8). Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок – в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного указателя «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 (gost.ru).*

© Стандартиформ, 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 .....	4
2 Нормативные ссылки .....	5
3 Термины и определения .....	6
4 Обозначения и сокращения.....	8
5 Общие положения.....	9
6 Требования к технологии получения покрытия .....	10
7 Требования к контролю покрытия.....	12
8 Трубы и соединительные детали для нефтепромысловых коммуникаций.....	13
9 Насосно-компрессорные трубы.....	18
10 Бурильные трубы.....	22
11 Требования безопасности.....	26
Приложение А (обязательное) Определение диэлектрической сплошности покрытия методом электроискровой дефектоскопии.....	27
Приложение Б (обязательное) Определение диэлектрической сплошности покрытия методом мокрой губки.....	29
Приложение В (обязательное) Определение адгезии покрытия методом решетчатых надрезов.....	31
Приложение Г (обязательное) Определение адгезии покрытия методом Х-образного надреза.....	34
Приложение Д (обязательное) Стойкость покрытия при трехточечном изгибе.....	37
Приложение Е (обязательное) Определение стойкости покрытия к истиранию ....	39
Приложение Ж (обязательное) Определение площади отслаивания покрытия при катодной поляризации.....	41
Приложение И (обязательное) Определение парафиноудержания методом «холодного стержня».....	48
Приложение К (обязательное) Автоклавные испытания.....	50
Приложение Л (обязательное) Стойкость покрытия к быстрой декомпрессии.....	53

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

---

**Защитные лакокрасочные покрытия внутренней поверхности  
стальных труб и соединительных деталей, используемых в нефтяной  
промышленности. Общие технические требования**

Protective paint coatings of inner surface of steel pipes and fittings, used in oil industry.

General technical requirements

---

Дата введения –

## **1 Область применения**

Настоящий стандарт устанавливает общие требования к защитным лакокрасочным покрытиям (далее покрытия) внутренней поверхности стальных бурильных и насосно-компрессорных труб, труб для нефтепромысловых коммуникаций и соединительных деталей к ним (далее трубные изделия), предназначенных для строительства и эксплуатации объектов нефтяных месторождений.

Нефтепромысловые трубопроводные коммуникации включают:

- трубопроводы, обеспечивающие процесс перекачки добываемого пластового флюида от секущей задвижки эксплуатационной скважины до узла учета или сдачи нефти;

- трубопроводы системы поддержания пластового давления от источника (водозаборная скважина, установка предварительного сброса воды, кустовая насосная станция, блочная кустовая насосная станция и т.п.) до секущей задвижки на устье нагнетательной скважины;

- трубопроводы, обеспечивающие процесс транспортировки попутного нефтяного газа (конденсата) от объекта отделения газа (дожимной насосной станции, установки предварительного сброса воды, цеха подготовки и перекачки нефти, компрессорной станции) до пункта приема газа (газоперерабатывающего завода, газотурбинной электростанции и т.п.).

Настоящий стандарт не распространяется на трубы и соединительные детали для магистральных трубопроводов.

## 2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 9.008–82 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Термины и определения

ГОСТ 9.403–80 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Методы испытаний на стойкость к статическому воздействию жидкостей

ГОСТ 9.409–88 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Методы ускоренных испытаний на стойкость к воздействию нефтепродуктов

ГОСТ 12.1.004–91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования

ГОСТ 12.1.005–88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

ГОСТ 12.3.005–75 Система стандартов безопасности труда. Работы окрасочные. Общие требования безопасности

ГОСТ Р 12.1.019–2009 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты

ГОСТ 427–75 Линейки измерительные металлические. Технические условия

ГОСТ 4233–77 Реактивы. Натрий хлористый. Технические условия

ГОСТ 6709–72 Вода дистиллированная. Технические условия

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

ГОСТ 9293–74 Азот газообразный и жидкий. Технические условия

ГОСТ 16504–81 Система государственных испытаний продукции. Испытания

и контроль качества продукции. Основные термины и определения

ГОСТ 21014–88 Прокат черных металлов. Термины и определения дефектов поверхности

ГОСТ 27037–86 Материалы лакокрасочные. Метод определения устойчивости к воздействию переменных температур

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

ГОСТ 32299–2013 Материалы лакокрасочные. Определение адгезии методом отрыва

ГОСТ Р 9.414–2012 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Метод оценки внешнего вида

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

ГОСТ Р 53007–2008 Материалы лакокрасочные. Метод испытания на быструю деформацию (прочность при ударе)

ГОСТ Р 55134–2012 Пластмассы. Дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК). Часть 1. Общие принципы

ГОСТ Р 55135–2012 Пластмассы. Дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК). Часть 2. Определение температуры стеклования

ГОСТ 31149–2014 Материалы лакокрасочные. Определение адгезии методом решетчатого надреза (ISO 2409:2013, MOD)

### **3 Термины и определения**

В настоящем стандарте применены термины и определения по ГОСТ 9.008, ГОСТ 16504, ГОСТ 21014, а так же:

**абразивная обработка:** механический способ подготовки поверхности при помощи абразивного материала;

**буровой раствор:** многокомпонентная дисперсная система суспензионных, эмульсионных и аэрированных жидкостей, применяемая для промывки скважин в

процессе бурения;

**ингибиторы:** вещества, подавляющие или задерживающие течение физико-химических процессов;

**ингибиторы парафиноотложений:** вещества для предотвращения парафиноотложений в нефтепромысловом оборудовании и трубопроводах при добыче, транспортировке и хранении нефти.

**лакокрасочные материалы:** многокомпонентные системы, которые при нанесении на поверхность образуют пленку (лакокрасочное покрытие) с определенными свойствами (защитными, декоративными, специальными);

**поставщик:** предприятие, производящее или поставляющее лакокрасочные материалы;

**изготовитель:** предприятие, осуществляющее работы по изготовлению лакокрасочного покрытия;

**заказчик:** организация, заинтересованная в выполнении работ Изготовителем;

**пластовые воды:** высокоминерализованная среда с содержанием солей до 300 г/л;

**промысловый трубопровод:** сооружение, состоящее из системы трубопроводов, прокладываемых между площадками отдельных промысловых сооружений, для транспортирования воды, сырой и подготовленной нефти, конденсата, газа на нефтяных, нефтегазовых, газоконденсатных и газовых месторождениях под действием устьевого давления или насосов, от задвижки устьевой арматуры до места входа в магистральный трубопровод, транспортирующий товарную продукцию;

**соединительные детали трубопроводов:** элементы трубопровода, предназначенные для изменения направления его оси, ответвления от него, изменения его диаметра и др. (отвод, тройник, переход и др.);

**срок службы трубопровода:** календарная продолжительность от даты ввода трубопровода в эксплуатацию до даты прекращения эксплуатации;

**тиксотропность:** способность лакокрасочных материалов уменьшать

вязкость (разжижаться) от механического воздействия и увеличивать вязкость (сгущаться) в состоянии покоя. В практическом применении, тиксотропность характеризует способность лакокрасочного материала не образовывать потеки на вертикальных поверхностях.

#### **4 Обозначения и сокращения**

АСПО – асфальто-смоло-парафиновые отложения;

БТ – бурильные трубы;

ЛКМ – лакокрасочные материалы;

НД – нормативные документы;

НТД – нормативно-технические документы;

НКТ – насосно-компрессорные трубы;

CO<sub>2</sub> – диоксид углерода (углекислый газ);

CH<sub>4</sub> – метан;

H<sub>2</sub>S – сероводород;

NaCl – хлорид натрия;

N<sub>2</sub> – азот;

O<sub>2</sub> – кислород;

NaOH – гидроксид натрия;

Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> – карбонат натрия;

HCl – соляная кислота;

HF – фтористоводородная кислота;

CH<sub>3</sub>COOH – уксусная кислота;

ПАВ – поверхностно-активные вещества;

ТМС – техническое моющее средство.

#### **5 Общие положения**

5.1 Покрытия должны обеспечивать защиту от коррозионно-эрозионного разрушения внутренней поверхности трубных изделий, используемых на нефтепромыслах, в процессе эксплуатации в условиях воздействия водо-нефтегазовых сред различной степени агрессивности.

5.2 При выборе типа покрытия необходимо учитывать факторы, определяющие опасность коррозии внутренней поверхности трубных изделий нефтепромысловых трубопроводов: условия эксплуатации, состав транспортируемой среды, температуру и давление в системе, скорость и характер движения потока, наличие абразивных частиц в потоке жидкости, состав и свойства попутного нефтяного газа, наличие АСПО, проявление жизнедеятельности микроорганизмов.

5.3 Нанесение покрытия на внутреннюю поверхность трубных изделий следует выполнять в заводских условиях по технологии Изготовителя.

5.4 В зависимости от температуры эксплуатации покрытия классифицируются на:

- покрытия стандартного типа – температура эксплуатации до 80 °С;
- покрытия термостойкого типа – температура эксплуатации выше 80 °С (зависит от рекомендаций производителя ЛКМ).

5.5 В процессе транспортирования и погрузочно-разгрузочных работ необходимо предусматривать специальные меры, исключая механические повреждения защитного покрытия внутренней поверхности трубных изделий.

5.6 Покрытие должно выдерживать воздействие окружающей среды без отслаивания, растрескивания и нарушения сплошности при температурах:

- от минус 45 °С до плюс 60 °С – при транспортировании, проведении погрузочно-разгрузочных и строительно-монтажных работ;
- от минус 60 °С до плюс 60 °С – при хранении.

5.7 При необходимости очистки внутренней поверхности трубопроводов от асфальто-смоло-парафиновых отложений с помощью внутритрубных очистных

устройств их конструкция не должна приводить к механическим повреждениям защитного покрытия.

## **6 Требования к технологии получения покрытия**

### **6.1 Требования к параметрам окружающей среды**

При нанесении покрытия должны соблюдаться следующие требования к параметрам окружающей среды:

- относительная влажность воздуха не выше 80 %,
- температура воздуха не ниже 15 °С,
- температура окрашиваемой поверхности не менее чем на 3 °С выше точки росы.

### **6.2 Требования к трубным изделиям**

6.2.1 Трубные изделия должны соответствовать требованиям НД, утвержденным в установленном порядке.

6.2.2 Трубные изделия должны проходить следующие виды входного контроля:

- измерительный – на соответствие геометрических параметров требованиям НД;
- визуальный – для выявления вмятин, раковин, задиров, острых выступов, наплавленных капель металла, шлака и других поверхностных дефектов;
- органолептический – на наличие на внутренней поверхности масляных и других загрязнений.

6.2.3 Трубные изделия с выявленными дефектами, в том числе и после абразивной обработки, не соответствующие требованиям НД, нанесению покрытия не подлежат.

### **6.3 Требования к лакокрасочным материалам**

6.3.1 Для покрытия внутренней поверхности трубных изделий должны использоваться жидкие или порошковые ЛКМ.

6.3.2 ЛКМ должны быть предназначены для нанесения на поверхность,

выполненную из низколегированных и углеродистых сталей.

6.3.3 ЛКМ должны соответствовать требованиям НД Поставщика на конкретный материал и обеспечивать получение покрытия с показателями, отвечающими требованиям настоящего стандарта.

6.3.4 Поставщик ЛКМ должен предоставить технические данные, включающие:

- параметры нанесения и отверждения ЛКМ;
- соотношение компонентов и жизнеспособность после смешения (для жидких двухкомпонентных ЛКМ);
- тип оборудования для нанесения ЛКМ;
- марки растворителей для очистки окрасочного оборудования;
- требования безопасности при работе с ЛКМ;
- срок и условия хранения ЛКМ.

6.3.5 ЛКМ должны проходить входной контроль на сохранность тары, срок хранения, соответствие данным сертификата качества Поставщика материала.

6.3.6 Тиксотропность ЛКМ должна обеспечивать однородность толщины покрытия по диаметру трубных изделий при отсутствии вращения.

6.4 Требования к подготовке внутренней поверхности трубных изделий

6.4.1 Подготовка поверхности включает:

- устранение дефектов поверхности (заусенцев, сварочных брызг, острых кромок);
- удаление масляных и жировых загрязнений;
- удаление водорастворимых солей;
- сушка, в случае образования конденсата или выпадения осадков;
- удаление продуктов коррозии, прокатной окалины, предыдущих покрытий;
- обеспыливание.

6.4.2 Технология подготовки поверхности определяется НД, действующей на предприятии Изготовителе покрытия.

6.4.3 Качество подготовки поверхности определяется требованиями

Поставщика ЛКМ.

6.4.4 Критериями качества подготовки поверхности являются:

- степень очистки от окислов;
- шероховатость поверхности;
- степень обеспыливания;
- содержание водорастворимых солей.

6.5 Требования к нанесению и отверждению покрытия

6.5.1 Интервал времени между абразивной обработкой и началом нанесения покрытия должен быть не более 2 ч при относительной влажности воздуха не более 80 % и 3 ч при относительной влажности воздуха не более 60 %.

6.5.2 Технологические параметры нанесения и отверждения покрытия должны соответствовать требованиям Поставщика ЛКМ.

## **7 Требования к контролю покрытия**

7.1 Контроль покрытия включает следующие виды испытаний:

- квалификационные;
- приемо-сдаточные;
- периодические.

7.2 Ответственным за организацию квалификационных испытаний является Поставщик ЛКМ, приемо-сдаточных и периодических испытаний – Изготовитель покрытия.

7.3 Квалификационные испытания проводят до начала использования ЛКМ, при освоении технологии нанесения покрытия.

7.4 Приемо-сдаточные испытания покрытия включают:

- контроль внешнего вида;
- определение толщины;
- контроль диэлектрической сплошности;
- контроль маркировки изделия;
- определение адгезии к металлической поверхности.

7.5 Периодические испытания проводят:

- в объемах и в сроки, установленные в НТД;
- при освоении технологии нанесения покрытия;
- при изменении марки или Поставщика ЛКМ;
- при изменении основных параметров технологического процесса;
- дополнительно, по требованию Заказчика.

7.6 Квалификационные и периодические испытания должны проводиться независимой лабораторией, имеющей аттестат аккредитации национального органа.

7.7 Квалификационные и периодические испытания проводят:

- для труб и соединительных деталей нефтепромысловых коммуникаций по показателям таблицы 3, определенным до и после выдержки в агрессивных средах согласно таблице 4;

- для насосно-компрессорных труб по показателям таблицы 6, определенным до и после выдержки в агрессивных средах согласно таблице 7;

- для бурильных труб по показателям таблицы 9, определенным до и после выдержки в агрессивных средах согласно таблице 10.

7.8 Приемо-сдаточные испытания проводят на трубных изделиях, квалификационные – на металлических образцах с покрытием, периодические – на образцах, вырезанных из трубных изделий, на свободной пленке покрытия и/или на металлических образцах-свидетелях с покрытием.

## **8 Трубы и соединительные детали для нефтепромысловых коммуникаций**

8.1 Осложняющими факторами при эксплуатации трубных изделий для нефтепромысловых коммуникаций являются:

- содержание воды в транспортируемой среде;
- рабочее давление;
- рабочая температура;
- рН транспортируемой среды;

- количество  $H_2S$ ,  $CO_2$ ,  $O_2$  в транспортируемой среде;
- характеристика нефти и газа;
- количество ионов хлора, других галогенов, ионов металлов;
- скорости потока, режимы течения, количество песка и других механических примесей.

Условия эксплуатации нефтепромысловых трубопроводов различного назначения представлены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1 – Условия эксплуатации нефтепромысловых трубопроводов

Тип трубопровода	Состав рабочей среды	Общая минерализация воды, г/л	Температура, °С	Рабочее давление, МПа	рН
Трубопроводы с высокой коррозионной агрессивностью сред					
Выкидные трубопроводы	Пластовая вода, нефть, газ	1,5–350 (механические примеси до 1500 мг/л)	40–150	0,8–2,2	3,8–8,5
Нефтегазопроводы	Пластовая вода, нефть, газ		15–60	0,3–2,2	
Водоводы низкого давления	Пластовая, подтоварная, сточная вода	1,5–350	15–60	0,2–0,6	3,8–8,5
Водоводы для поддержания пластового давления		Более 100	10–30	10–22	6–8
Трубопроводы с низкой коррозионной агрессивностью сред					
Напорные нефтепроводы	Нефть	–	10–40	До 4	–
Водоводы низкого давления	Пресная вода	20	5–30	0,2–0,6	6,5–7,5

8.2 Классификация транспортируемых сред по осложняющим факторам эксплуатации нефтепромысловых коммуникаций

В таблице 2 приведены степени агрессивности транспортируемых сред в зависимости от количества пластовой воды.

Т а б л и ц а 2 – Классификация транспортируемых сред по осложняющим факторам эксплуатации трубных изделий для нефтепромысловых коммуникаций и насосно-компрессорных труб

Степень агрессивности*	Характеристика транспортируемой среды		
	Вода/нефть	Минерализация, г/л	H <sub>2</sub> S, CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , мг/л
Слабоагрессивная	Пластовая вода до 99 %	До 10	–
	Пластовая вода до 50%	До 50	–
	Безводная нефть	–	H <sub>2</sub> S до 60
	Пресная вода	До 10	–
Среднеагрессивная	Пластовая вода до 99 %	До 50	–
	Пластовая вода до 60 %	Более 50	–
	Пластовая вода до 60 %	До 100	До 20 (суммарно или порознь)
	Пластовая вода до 60 %	До 50	H <sub>2</sub> S до 150
	Безводная нефть	–	H <sub>2</sub> S до 400
Высокоагрессивная	Пластовая вода свыше 60 %	Более 50	–
	Пластовая вода свыше 60 %	До 50	До 20 (суммарно или порознь)
	Пластовая вода до 60 %	Более 100	До 20 (суммарно или порознь)
	Пластовая вода до 60 %	Более 50	H <sub>2</sub> S до 150
	Безводная нефть	–	H <sub>2</sub> S свыше 400

\*Указанная степень агрессивности справедлива для температуры эксплуатации до 60 °С. Повышение температуры эксплуатации на каждые 10 °С увеличивает степень агрессивности на одну ступень. Среды с температурой эксплуатации выше 80 °С относятся к высокоагрессивным.

8.3 Технические требования к покрытию внутренней поверхности трубных изделий для нефтепромысловых коммуникаций.

Покрытие трубных изделий должно обеспечивать уровень технических требований указанных в таблице 3, до и после испытаний в средах согласно таблице 4.

Т а б л и ц а 3 – Технические требования к покрытию внутренней поверхности трубных изделий для нефтепромысловых коммуникаций

Показатель	Значение	Метод испытания
1 Внешний вид покрытия: - исходный  - после испытаний в средах 1–7 (таблица 4)	Равномерное покрытие без пропусков и видимых дефектов: наплывов, шагрени, кратеров, пор, газовых пузырьков, морщин, включений твердых частиц. Отсутствие разрушений: сыпи, пузырей, растрескивания, отслаивания, точечной коррозии. Допускается изменение цвета и потеря блеска	Визуальный осмотр
2 Толщина покрытия, мкм: - исходная  - после испытаний в средах 1–6 (таблица 4)	Согласно рекомендациям производителя материала покрытия Без изменения	ГОСТ 31993
3 Диэлектрическая сплошность покрытия: а) метод электроискровой дефектоскопии, В/мкм, не менее б) метод мокрой губки (для покрытий толщиной не более 250 мкм), В	5 (отсутствие пробоя) 90 (отсутствие пробоя)	Приложение А Приложение Б
4 Адгезия покрытия к стали: а) метод решетчатых надрезов (для покрытия толщиной не более 250 мкм), балл, не более: - исходная; - после испытаний в средах 1–7 (таблица 4) б) метод Х-образного надреза, балл, не менее - исходная; - после испытаний в средах 1–7 (таблица 4) в) метод отрыва, МПа, не менее: - исходная; - после испытаний в средах 1–7 (таблица 4)	1 2  4А 3А  4,0 Снижение не более 50 % от исходного	Приложение В  Приложение Г  ГОСТ 32299
5 Стойкость покрытия при трехточечном изгибе, мм, не менее: - исходная; - после испытаний в среде 7 (таблица 4)	3 3	Приложение Д
6 Степень отверждения покрытия (для покрытий на основе порошковых ЛКМ), °С	± 3	ГОСТ Р 55134 ГОСТ Р 55135

Показатель	Значение	Метод испытания
7 Стойкость к истиранию на абразивном ротационном приборе, CS-17, при нагрузке 1000 г после 1000 циклов вращения, мг, не более	100	Приложение Е
8 Коэффициент соотношения емкостей при частотах 2 кГц и 20 кГц, не менее: - исходный; - после испытаний в средах 1, 2, 5, 6 (таблица 4)	0,8 0,7	ГОСТ 9.409
9 Тангенс угла диэлектрических потерь, не более: - исходный; - после испытаний в средах 1, 2, 5, 6 (таблица 4)	0,2 0,2	ГОСТ 9.409
10 Площадь отслаивания покрытия при катодной поляризации в течение 24 ч при температуре $(65 \pm 3)^\circ\text{C}$ , потенциале на образце минус $(3,5 \pm 0,15) \text{ В}$ , $\text{см}^2$ , не более	1,5	Приложение Ж
11 Способность покрытия противостоять отложению АСПО, %, не менее	20	Приложение И

Т а б л и ц а 4 – Испытательные среды и параметры испытания покрытия внутренней поверхности трубных изделий для нефтепромысловых коммуникаций

Испытательная среда	Параметры испытания			Метод испытания
	Температура, $^\circ\text{C}$	Давление, МПа	Продолжительность	
1 10 % раствор NaOH	$(20 \pm 2)$	Атмосферное	1000 ч	ГОСТ 9.403 [1]
2 10 % раствор HCl				
3 Дизельное топливо				
4 Имитатор нефтепродуктов: смесь ксилола и толуола в соотношении 1:1 по объему	$(60 \pm 3)$			
5 Водяной пар	$(100 \pm 3)$		15 циклов	ГОСТ 9.409
6 Испытательная среда: жидкая фаза: - 5 % раствор NaCl или - имитатор пластовой воды*;  газовая фаза: 0,5 % H <sub>2</sub> S; 5 % CO <sub>2</sub> ; 94,5 % CH <sub>4</sub> или N <sub>2</sub>	$(80 \pm 3)$ – для стандартного типа;  Для термостойкого типа – по рекомендации производителя ЛКМ	3,0	1000 ч	Приложение К

Испытательная среда	Параметры испытания			Метод испытания
	Температура, °С	Давление, МПа	Продолжительность	
7 Воздушная среда с переменными температурами	От минус (60 ± 3) до плюс (60 ± 3)	Атмосферное	15 циклов	ГОСТ 27037
*Состав имитатора пластовой воды согласно ГОСТ 9.506, г/л: CaCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O – 34,00; MgCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O – 17,00; NaCl – 163,00; CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O – 0,14.				

## 9 Насосно-компрессорные трубы

### 9.1 Классификация сред по осложняющим факторам эксплуатации НКТ

НКТ подвергаются воздействию нефтяных сред согласно таблице 2 и осложняющих факторов, возникающих в процессе кислотной промывки скважин и при очистке от АСПО согласно таблице 5.

Т а б л и ц а 5 – Осложняющие факторы, возникающие в процессе кислотных промывок скважин и при очистке от АСПО насосно-компрессорных труб

Вид воздействия	Параметры	Примечание
Кислоты: - HCl; - HF; - CH <sub>3</sub> COOH.	Концентрации: 12 %, 24 %, 27 % 3–5 %, 40 % 1–5 %	Кислотные обработки скважин. При термокислотных обработках температура достигает 75 °С
Нефть Вода Водяной пар Реагенты, при взаимодействии с которыми происходят экзотермические реакции	до 110 °С	Очистка от АСПО в результате теплового воздействия
Растворы ПАВ Ингибиторы парафиноотложений Растворители (бензиновая фракция)	–	Химические методы очистки от АСПО

### 9.2 Технические требования к покрытию внутренней поверхности насосно-компрессорных труб

Покрытие НКТ должно обеспечивать уровень технических требований указанных в таблице 6, до и после испытаний в средах согласно таблице 7.

Т а б л и ц а 6 – Технические требования к покрытию насосно-компрессорных труб

Показатель	Значение	Метод испытания
1 Внешний вид покрытия: - исходный;  - после испытаний в средах 1–12 (таблица 7)	Равномерное покрытие без пропусков и видимых дефектов: наплывов, шагрени, кратеров, пор, газовых пузырьков, морщин, включений твердых частиц. Отсутствие разрушений: сыпи, пузырей, растрескивания, отслаивания, точечной коррозии. Допускается изменение цвета и потеря блеска	Визуальный осмотр
2 Толщина покрытия, мкм: - исходная;  - после испытаний в средах 1–9, 11 (таблица 7)	Согласно рекомендациям производителя материала покрытия  Без изменения	ГОСТ 31993
3 Диэлектрическая сплошность покрытия:  а) метод электроискровой дефектоскопии, В/мкм, не менее;  б) метод мокрой губки (для покрытий толщиной не более 250 мкм), В, не менее	5 (отсутствие пробоя)  90 (отсутствие пробоя)	Приложение А  Приложение Б
4 Адгезия покрытия к стали:  а) метод решетчатых надрезов (для покрытия толщиной не более 250 мкм), балл, не более: - исходная; - после испытаний в средах 1–9, 11–12 (таблица 7)  б) метод Х-образного надреза, балл, не менее - исходная; - после испытаний в средах 1–9, 11–12 (таблица 7)  в) метод отрыва, МПа, не менее: - исходная; - после испытаний в средах 1–9, 11–12 (таблица 7)	1  2  4А  3А  4,0 Снижение не более 50 % от исходного	Приложение В  Приложение Г  ГОСТ 32299
5 Прочность покрытия при прямом и обратном ударе, диаметр бойка 20 мм, Н · м, не менее:  а) при температуре (23 ± 2) °С:		ГОСТ Р 53007 Испытания проводят на образцах из трубных изделий диаметром 119 мм с толщиной стенки 4 мм

ГОСТ Р  
(проект, вторая редакция)

Показатель	Значение	Метод испытания
- исходная;	4	
- после испытаний в среде 12 (таблица 7)	3	
б) при температуре минус $(40 \pm 3)^\circ\text{C}$	3	
6 Стойкость покрытия при трехточечном изгибе, мм, не менее:		Приложение Д Испытания проводят на образцах-свидетелях толщиной 4 мм
- исходная;	3	
- после испытаний в среде 12 (таблица 7)	3	
7 Степень отверждения покрытия (для покрытий на основе порошковых ЛКМ), $^\circ\text{C}$	$\pm 3$	ГОСТ Р 55134 ГОСТ Р 55135
8 Стойкость к истиранию на абразивном ротационном приборе, CS-17, при нагрузке 1000 г после 1000 циклов вращения, мг, не более	60	Приложение Е
9 Коэффициент соотношения емкостей при частотах 2 кГц и 20 кГц, не менее:		ГОСТ 9.409
- исходный;	0,8	
- после испытаний в средах 1–3, 5–6, 8–9, 11 (таблица 7)	0,7	
10 Тангенс угла диэлектрических потерь, не более:		ГОСТ 9.409
- исходный;	0,2	
- после испытаний в средах 1–3, 5–6, 8–9, 11 (таблица 7)	0,2	
11 Площадь отслаивания покрытия при катодной поляризации в течение 24 ч при температуре $(65 \pm 3)^\circ\text{C}$ , потенциале на образце минус $(3,5 \pm 0,15) \text{ В}$ , $\text{см}^2$ , не более	1,5	Приложение Ж
12 Способность покрытия противостоять отложению АСПО, %, не менее	30	Приложение И

Т а б л и ц а 7 – Испытательные среды и параметры испытания покрытия внутренней поверхности насосно-компрессорных труб

Испытательная среда	Параметры испытания			Метод испытания
	Температура, °С	Давление, МПа	Продолжительность	
1 10 % раствор NaOH	(20 ± 2)	Атмосферное	1000 ч	ГОСТ 9.403 [1]
2 10 % раствор HCl				
3 10 % раствор NaCl				
4 Дизельное топливо				
5 10 % раствор HCl	(50 ± 3)		24 ч	
6 20 % раствор NaOH				
7 Имитатор нефтепродуктов: смесь ксилола и толуола в соотношении 1:1 по объему	(80 ± 3)		1000 ч	
8 Водяной пар	(100 ± 3)	15 циклов	ГОСТ 9.409	
9 Раствор ТМС, согласно ГОСТ 9.409	(75 ± 3)			
10 Испытательная среда: жидкая фаза: - 5 % раствор NaCl или - имитатор пластовой воды*; газовая фаза: 100 % CO <sub>2</sub>	(80 ± 3) – для стандартного типа;  Для термостойкого типа – по рекомендации производителя ЛКМ	10,0	24 ч Время сброса давления не более 5 с	Приложение Л
11 Испытательная среда: жидкая фаза: - 5 % раствор NaCl или - имитатор пластовой воды*; газовая фаза: 0,5 % H <sub>2</sub> S; 5 % CO <sub>2</sub> ; 94,5 % CH <sub>4</sub> или N <sub>2</sub>	(80 ± 3) – для стандартного типа; для термостойкого типа – по рекомендации производителя ЛКМ	10,0	1000 ч Время сброса давления не менее 10 мин	Приложение К
12 Воздушная среда с переменными температурами	От минус (60 ± 3) до плюс (60 ± 3)	Атмосферное	15 циклов	ГОСТ 27037
*Состав имитатора пластовой воды согласно ГОСТ 9.506, г/л: CaCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O – 34,00; MgCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O – 17,00; NaCl – 163,00; CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O – 0,14.				

## 10 Бурильные трубы

### 10.1 Классификация сред по осложняющим факторам эксплуатации БТ

Бурильные трубы подвергаются воздействию буровых промывочных растворов, растворов кислот при кислотной промывке скважин и реагентов, используемых при очистке призабойной зоны пластов от АСПО различными методами. В таблице 8 приведены осложняющие факторы при эксплуатации БТ.

Т а б л и ц а 8 – Осложняющие факторы, возникающие при эксплуатации БТ

Вид воздействия	Параметры	Примечание
Температура в пласте	От минус 15 °С до 250 °С	–
Пластовое давление	От 1,5 МПа до 200 МПа	–
Буровые растворы: - вода с содержанием солей в пересчете на NaCl: - пресная (до 1 %); - слабоминерализованная (1–3 %); - среднеминерализованная (3–20 %); - высокоминерализованная (более 20 %); - водные растворы; - водные дисперсные системы (глинистые, меловые, комбинированные растворы, эмульсии, естественные промывочные жидкости на основе выбуренных горных пород); - дисперсии на углеводородной основе; - сжатый воздух; - нефть, дизельное топливо.	рН от 6,5 до 12,5  Применяемые реагенты: глина, NaOH, Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , графит, Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , ПАВ	Температура бурового раствора определяется изменением температуры в зависимости от глубины скважины. максимально до 250 °С
Кислоты: - HCl; - HF; - CH <sub>3</sub> COOH.	Концентрации: 12 %, 24 %, 27 % 3–5 %, 40 % 1–5 %	Кислотные обработки скважин для очистки призабойной зоны пластов
Нефть Вода Водяной пар Реагенты, при взаимодействии с которыми происходят экзотермические реакции	До 110 °С	Очистка от АСПО с помощью теплового воздействия
Растворы ПАВ Ингибиторы парафиноотложений Растворители (бензиновая фракция)	–	Химические методы очистки от АСПО

## 10.2 Технические требования к покрытию внутренней поверхности бурильных труб

Покрытие БТ должно обеспечивать уровень технических требований указанных в таблице 9, до и после испытаний в средах согласно таблице 10.

Т а б л и ц а 9 – Технические требования к покрытию бурильных труб

Показатель	Значение	Метод испытания
1 Внешний вид покрытия:  - исходный  - после испытаний в средах 1–11 (таблица 10)	Равномерное покрытие без пропусков и видимых дефектов: наплывов, шагрени, кратеров, пор, газовых пузырьков, морщин, включений твердых частиц. Отсутствие разрушений: сыпи, пузырей, растрескивания, отслаивания, точечной коррозии. Допускается изменение цвета и потеря блеска	Визуальный осмотр
2 Толщина покрытия, мкм:  - исходная;  - после испытаний в средах 1–8, 10 (таблица 10)	Согласно рекомендациям производителя материала покрытия  Без изменения	ГОСТ 31993
3 Диэлектрическая сплошность покрытия:  а) метод электроискровой дефектоскопии, В/мкм, не менее;  б) метод мокрой губки (для покрытий толщиной не более 250 мкм), В, не менее	5 (отсутствие пробоя)  90 (отсутствие пробоя)	Приложение А  Приложение Б
4 Адгезия покрытия к стали:  а) метод решетчатых надреза (для покрытия толщиной не более 250 мкм), балл, не более: - исходная; - после испытаний в средах 1–8, 10–11 (таблица 10);  б) метод Х-образного надреза, балл, не менее: - исходная; - после испытаний в средах 1–8, 10–11 (таблица 10);	1  2  4А  3А	Приложение В  Приложение Г

Показатель	Значение	Метод испытания
в) метод нормального отрыва, МПа, не менее: - исходная; - после испытаний в средах 1–8, 10–11 (таблица 10)	4,0 Снижение не более 50 % от исходного	ГОСТ 32299
5 Прочность покрытия при прямом ударе, диаметр бойка 20 мм, Н · м, не менее: а) при температуре (23 ± 2) °С: - исходная; - после испытаний в среде 11 (таблица 10); б) при температуре минус (40 ± 3) °С	4 3 3	ГОСТ Р 53007
6 Стойкость покрытия при трехточечном изгибе, мм, не менее: - исходная; - после испытаний в среде 11 (таблица 10)	3 3	Приложение Д
7 Степень отверждения покрытия (для покрытий на основе порошковых ЛКМ), °С	± 3	ГОСТ Р 55134 ГОСТ Р 55135
8 Стойкость к истиранию на абразивном ротационном приборе, CS-17, при нагрузке 1000 г после 1000 циклов вращения, мг, не более	30	Приложение Е
9 Коэффициент соотношения емкостей при частотах 2 кГц и 20 кГц, не менее: - исходный; - после испытаний в средах 1–4, 6–7, 10 (таблица 10)	0,8 0,7	ГОСТ 9.409
11 Тангенс угла диэлектрических потерь, не более: - исходный; - после испытаний в средах 1–4, 6–7, 10 (таблица 10)	0,2 0,2	ГОСТ 9.409
12 Площадь отслаивания покрытия при катодной поляризации в течение 24 ч при температуре (65 ± 3) °С, потенциале на образце минус (3,5 ± 0,15) В, см <sup>2</sup> , не более	1,5	Приложение Ж

Т а б л и ц а 10 – Испытательные среды и параметры испытания покрытия бурильных труб

Испытательная среда	Параметры испытания			Метод испытания
	Температура, °С	Давление, МПа	Продолжительность	
1 10 % раствор HCl	(20 ± 2)	Атмосферное	1000 ч	ГОСТ 9.403 [1]
2 6 % раствор HF				
3 5 % раствор CH <sub>3</sub> COOH				
4 10 % раствор NaOH				
5 Дизельное топливо				
6 10 % раствор HCl	(50 ± 3)	24 ч		
7 20 % раствор NaOH	(80 ± 3)	1000 ч		
8 Имитатор нефтепродуктов: смесь ксилола и толуола в соотношении 1:1 по объему	(80 ± 3) – для стандартного типа	10,0	24 ч Время сброса давления не более 5 с	Приложение Л
9 Испытательная среда: жидкая фаза: - 5 % раствор NaCl или - имитатор пластовой воды*; газовая фаза: 100% CO <sub>2</sub>	Для термостойкого типа – по рекомендации производителя ЛКМ			
10 Испытательная среда: жидкая фаза: - 5 % раствор NaCl или - имитатор пластовой воды*; газовая фаза: 0,5 % H <sub>2</sub> S; 5 % CO <sub>2</sub> ; 94,5 % CH <sub>4</sub> или N <sub>2</sub>	(80 ± 3) – для нормального типа	10,0	1000 ч	Приложение К
	Для термостойкого типа – по рекомендации производителя ЛКМ			
11 Воздушная среда с переменными температурами	От минус (60 ± 3) до плюс (60 ± 3)	Атмосферное	15 циклов	ГОСТ 27037

\*Состав имитатора пластовой воды согласно ГОСТ 9.506, г/л:  
CaCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O – 34,00;  
MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O – 17,00;  
NaCl – 163,00;  
CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O – 0,14.

## **11 Требования безопасности**

11.1 Все работы по защите внутренней поверхности трубных изделий и изготовлению образцов, проведение испытаний следует выполнять в соответствии с требованиями ГОСТ 12.3.005.

11.2 Метеорологические условия и содержание вредных веществ в рабочей зоне помещений должны соответствовать ГОСТ 12.1.005.

11.3 Пожарная безопасность при проведении работ должна соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.004.

11.4 Электробезопасность при проведении работ должна соответствовать требованиям ГОСТ 12.1.019.

**Приложение А**  
(обязательное)

**Определение диэлектрической сплошности покрытия методом  
электроискровой дефектоскопии**

**А.1 Сущность метода**

А.1.1 Метод предназначен для выявления возможной пористости покрытия, нанесенного на стальную подложку, с использованием сканирующего электрода высокого напряжения.

А.1.2 Пористость обнаруживается искрой, возникающей между стальной подложкой и электродом в дефектных местах покрытия, а также посредством звукового и/или светового сигнала дефектоскопа при приложении напряжения, соответствующего толщине покрытия.

**А.2 Требования к образцам**

А.2.1 Образцами являются плоские стальные пластины или сегменты из труб с нанесенным покрытием.

А.2.2 Размеры образцов:

- стальные пластины (150 × 70) мм, толщиной не менее 4 мм;
- сегменты из трубных изделий с покрытием размером (100 × 100) мм, толщиной равной стенке трубы.

**А.3 Оборудование и материалы**

А.3.1 Электроискровой дефектоскоп, с диапазоном измерений от 0 до 15 кВ с точностью ± 0,1 кВ.

А.3.2 Магнитный толщиномер, с диапазоном измерений от 0 до 1500 мкм с точностью ± 3 %.

А.3.3 Линейка по ГОСТ 427, с диапазоном измерений от 0 до 150 мм с точностью ± 0,1 мм.

**А.4 Методика проведения испытания**

А.4.1 Измеряют толщину покрытия с помощью магнитного толщиномера.

А.4.2 С учетом толщины покрытия рассчитывают необходимое значение напряжения на электроде.

А.4.3 Устанавливают расчетное значение напряжения на приборе и проводят определение диэлектрической сплошности по всей поверхности образца, отступив не менее чем 10 мм от его краев.

#### **А.5 Обработка результатов испытания**

Результат считают удовлетворительным, если пробой покрытия отсутствует.

## Приложение Б (обязательное)

### Определение диэлектрической сплошности покрытия методом мокрой губки

#### Б.1 Сущность метода

Б.1.1 Метод предназначен для выявления возможной пористости тонкопленочного покрытия толщиной не более 250 мкм, нанесенного на стальную подложку, с использованием электрода низкого напряжения.

Б.1.2 Пористость обнаруживается звуковой и/или световой индикацией при приложении напряжения в дефектных местах покрытия.

#### Б.2 Требования к образцам

Б.2.1 Образцами являются плоские стальные пластины или сегменты из труб с нанесенным покрытием.

##### Б.2.2 Размеры образцов:

- стальные пластины (150 × 70) мм, толщиной не менее 4 мм;
- сегменты из трубных изделий с покрытием размером (150 × 70) мм, толщиной равной стенке трубы.

#### Б.3 Оборудование и материалы

Б.3.1 Низковольтный детектор микроотверстий, работающий от источника питания напряжением менее 100 В, снабженный губкой.

Б.3.2 Магнитный толщиномер, с диапазоном измерений от 0 до 1500 мкм с точностью ± 3 %.

Б.3.3 Линейка по ГОСТ 427, с диапазоном измерений от 0 до 150 мм с точностью ± 0,1 мм.

#### Б.4 Методика проведения испытания

Б.4.1 Измеряют толщину покрытия с помощью магнитного толщиномера.

Б.4.2 С исследуемой поверхности образца удаляют влагу.

Б.4.3 Подсоединяют заземляющий провод детектора микроотверстий к металлической подложке образца.

Б.4.4 Губку детектора микроотверстий смачивают водопроводной водой.

Б.4.5 Устанавливают расчетное значение напряжения на приборе и проводят мокрой губкой детектора по исследуемой поверхности образца, отступив не менее чем 10 мм от его краев, исключая попадание электролита (водопроводной воды) на металлическую подложку.

Б.4.6 Можно установить точное расположение микроотверстия в покрытии, используя кончик (угол) мокрой губки.

### **Б.5 Обработка результатов испытания**

Результат считают удовлетворительным, если пробой покрытия отсутствует.

## Приложение В

(обязательное)

### Определение адгезии покрытия методом решетчатых надрезов

#### В.1 Сущность метода

В.1.1 Метод является качественной оценкой адгезии покрытия к металлической подложке и распространяется на покрытия толщиной до 250 мкм.

В.1.2 Метод заключается в нанесении на покрытие взаимно перпендикулярных надрезов и визуальной оценке состояния зоны решетчатых надрезов. Адгезия оценивается по шестибальной шкале.

#### В.2 Требования к образцам

В.2.1 Образцами являются плоские стальные пластины или сегменты из труб с нанесенным ЛКП.

В.2.2 Размеры образцов:

- стальные пластины (150 × 70) мм, толщиной не менее 4 мм;
- сегменты из трубных изделий с ЛКП размером (100 × 100) мм, толщиной равной стенке трубы.

#### В.3 Оборудование и материалы

В.3.1 Режущий инструмент.

В.3.2 Липкая лента шириной 25 мм.

В.3.3 Линейка по ГОСТ 427, с диапазоном измерений от 0 до 150 мм с точностью ±0,1 мм.

В.3.4 Магнитный толщиномер, с диапазоном измерений от 0 до 1500 мкм с точностью ± 3 %.

В.3.5 Мягкая щетка.

В.3.6 Лупа с 3-кратным увеличением.

#### В.4 Методика проведения испытания

В.4.1 Измеряют толщину покрытия при помощи магнитного толщиномера, не менее чем на трех участках поверхности образца, в местах нанесения решетчатых надрезов.

В.4.2 Производят надрезы покрытия в двух взаимно перпендикулярных направлениях с соблюдением заданного расстояния между линиями согласно таблице В.1. Давление на режущий инструмент должно быть постоянным. Все надрезы должны доходить до поверхности подложки. Если невозможно из-за твердости или избыточной толщины прорезать покрытие до подложки, испытание является недействительным. Длина каждого надреза должна составлять не менее 20 мм.

В.4.3 Число надрезов в каждом направлении решетки должно быть равно шести.

В.4.4 Зону надрезов очищают мягкой щеткой.

Т а б л и ц а В.1 – Расстояния между надрезами решетки

Толщина покрытия, мкм	Расстояние между надрезами, мм
0–60	1
61–120	2
121–250	3

В.4.5 Удаляют два полных круга липкой ленты, после чего отрезают полосу длиной не менее 75 мм. Помещают центр ленты в место нанесения решетчатых надрезов и плотно прижимают к поверхности. Один конец ленты оставляют неприклеенным. Через 1 минуту после приклеивания ленты удаляют ее, потянув за свободный конец.

В.4.6 Испытание выполняют на трех различных участках поверхности образца. Расстояние между соседними решетками должно быть не менее 20 мм.

### **В.5 Обработка результатов испытания**

В.5.1 Поверхность зоны надрезов осматривают при помощи лупы. Оценку результатов производят по шкале согласно таблице В.2.

В.5.2 За результат испытания принимают значение адгезии в баллах, соответствующее большинству совпадающих значений на всех испытываемых участках поверхности двух образцов. При этом расхождение между значениями не

должно превышать 1 балл.

В.5.3 Покрытие считают удовлетворительным, если значение адгезии соответствует техническим требованиям.

Т а б л и ц а В.2 – Классификация адгезии методом решетчатых надрезов

Классификация (баллы)	Описание поверхности зоны решетчатых надрезов
0	Края надрезов гладкие, ни один из квадратов решетки не отделяется
1	Отделение мелких чешуек покрытия на пересечении надрезов. Площадь отслоений не более 5 % площади зоны решетчатых надрезов
2	Покрытие отслоилось вдоль краев и/или на пересечении надрезов. Площадь отслоений составляет от 5 % до 15 % площади зоны решетчатых надрезов
3	Покрытие отслоилось вдоль краев надрезов частично или полностью широкими полосками, и/или оно отделилось частично или полностью на различных частях квадратов. Площадь отслоений составляет от 15 % до 35 % площади зоны решетчатых надрезов
4	Покрытие отслоилось вдоль краев надрезов широкими полосками, и/или некоторые квадраты отделились частично или полностью. Площадь отслоений составляет от 35 % до 65 % площади зоны решетчатых надрезов
5	Любая степень отслаивания, которую нельзя классифицировать по 4 баллу

**Приложение Г**  
(обязательное)

**Определение адгезии покрытия методом X-образного надреза**

**Г.1 Сущность метода**

Г.1.1 Метод X-образного надреза является качественным методом оценки адгезии покрытия к металлической поверхности.

Г.1.2 Метод заключается в нанесении на поверхность покрытия X-образного надреза и визуальной оценке состояния надреза после отслаивания приклеенной к нему липкой ленты. Адгезия оценивается по шестибальной шкале.

**Г.2 Требования к образцам**

Г.2.1 Образцами являются плоские стальные пластины или сегменты из труб с нанесенным покрытием.

Г.2.2 Размеры образцов:

- стальные пластины (150 × 70) мм, толщиной не менее 4 мм;
- сегменты из трубных изделий с покрытием размером (100 × 100) мм, толщиной равной стенке трубы.

**Г.3 Оборудование и материалы**

Г.3.1 Режущий инструмент.

Г.3.2 Липкая лента шириной 25 мм.

Г.3.3 Линейка по ГОСТ 427, с диапазоном измерений от 0 до 150 мм с точностью ± 0,1 мм.

Г.3.4 Магнитный толщиномер, с диапазоном измерений от 0 до 1500 мкм с точностью ± 3 %.

**Г.4 Методика проведения испытания**

Г.4.1 Измеряют толщину покрытия при помощи магнитного толщиномера, не менее чем на трех участках поверхности образца, в местах нанесения X-образных надрезов.

Г.4.2 На поверхности образца с покрытием делают 2 надреза длиной от 40 до 60 мм с пересечением их в середине под углом 30–45°. Надрез до подложки следует

делать одним прямым равномерным движением.

Г.4.3 Удаляют два полных круга липкой ленты, после чего отрезают полосу длиной не менее 75 мм. Помещают центр ленты на пересечение надрезов в направлении острого угла и плотно прижимают к поверхности. Один конец ленты оставляют не приклеенным. Через 1 минуту после нанесения ленты удаляют ее, потянув за свободный конец.

Г.4.4 Испытание выполняют на двух участках поверхности каждого образца.

### **Г.5 Обработка результатов испытания**

Г.5.1 Поверхность образца осматривают в зоне надрезов при искусственном или естественном освещении. Поверхность должна быть хорошо освещена. Оценку результатов производят по шестибальной шкале согласно таблице Г.1.

Т а б л и ц а Г.1 – Классификация адгезии методом X-образного надреза

Классификация (баллы)	Описание поверхности зоны X-образного надреза
5А	Отсутствие отслоения
4А	Следы отслоения покрытия вдоль надрезов и в месте их пересечения
3А	Отслоение покрытия вдоль надрезов не более 1,6 мм с каждой стороны
2А	Отслоение покрытия вдоль надрезов не более 3,2 мм с каждой стороны
1А	Отслоение покрытия от большей части поверхности X-образного надреза под липкой лентой
0А	Отслоение за пределами X-образного надреза

Г.5.2 За результат испытания принимают значение адгезии в баллах, соответствующее большинству совпадающих значений на всех испытываемых участках поверхности двух образцов. При этом расхождение между значениями не должно превышать 1 балл.

Г.5.3 При расхождении значений адгезии, превышающем 1 балл, испытание повторяют на том же количестве образцов, и за окончательный результат принимают среднее округленное значение, полученное по четырем образцам.

Г.5.4 Покрытие считают удовлетворительным, если значение адгезии соответствует техническим требованиям.



**Приложение Д**  
(обязательное)

**Стойкость покрытия при трехточечном изгибе**

**Д.1 Сущность метода**

Сущность метода заключается в воздействии на середину образца, установленного на две опоры, изгибающего усилия, вызывающего прогиб образца на определенную величину. При этом покрытие должно сохранять сплошность.

**Д.2 Требования к образцам**

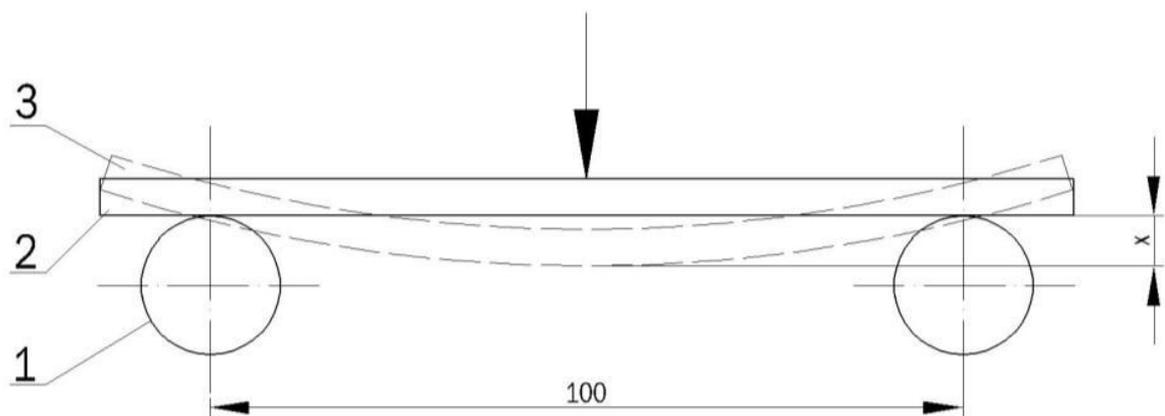
Образцами являются стальные пластины с нанесенным покрытием, размером  $(150 \times 70 \times 4)$  мм.

**Д.3 Оборудование и материалы**

Д.3.1 Разрывная машина или пресс, со скоростью движения платформы  $(2,5 \pm 0,5)$  мм/мин.

Д.3.2 Приспособление для выполнения трехточечного изгиба: пуансон и основание с двумя точками опоры на расстоянии  $(100 \pm 1)$  мм, на которые устанавливают испытуемый образец. Радиус пуансона  $(10 \pm 0,1)$  мм.

Схема испытания при трехточечном изгибе приведена на рисунке Д.1.



1 – опора; 2 – образец с покрытием; 3 – изогнутый образец с покрытием;  
× – стрела прогиба.

Рисунок Д.1 – Схема испытания при трехточечном изгибе

#### **Д.4 Методика проведения испытания**

Д.4.1 Испытания проводят на исходных образцах и образцах после испытаний по методам 4 и 5 таблицы 7. Количество образцов на каждый вид испытаний – не менее 3 шт.

Д.4.2 Приспособление для выполнения трехточечного изгиба устанавливают в разрывную машину или пресс. Образец с покрытием помещают на неподвижные опоры испытуемой стороной вниз. Образец, опоры и пуансон необходимо отцентрировать. За начало испытания принимают начало приложения изгибающего усилия пуансона на образец. Скорость движения пуансона составляет 2,5 мм/мин. Испытание заканчивается при достижении величины прогиба согласно техническим требованиям.

#### **Д.5 Обработка результатов испытания**

Покрытие считают удовлетворительным, если после испытания на поверхности покрытия отсутствуют визуально различимые трещины и отслоения, а диэлектрическая сплошность покрытия соответствует нормативным значениям.

**Приложение Е**  
(обязательное)

**Определение стойкости покрытия к истиранию**

**Е.1 Сущность метода**

Сущность метода заключается в определении потери массы покрытия при воздействии на него абразивных резиновых колес за заданное число оборотов, находящихся под нагрузкой. Колеса, установленные в абразивной машине, вращаются в вертикальной плоскости, соприкасаясь с образцом, который вращается в горизонтальной плоскости.

**Е.2 Требования к образцам**

Образцами являются стальные пластины с нанесенным покрытием, размером (100 × 100) мм, толщиной от 3 мм до 5 мм с отверстием в центре диаметром 8 мм.

**Е.3 Оборудование и материалы**

Е.3.1 Машина абразивная для ротационного истирания.

Е.3.2 Абразивные резиновые колеса CS-17.

Е.3.3 Грузы для получения нагрузки массой 1000г.

Е.3.4 Абразивный диск S-11 для восстановления поверхности колес.

Е.3.5 Вакуумный отсос, состоящий из пылесоса, регулятора уровня отсоса, сопла и соединительного шланга с адаптером.

Е.3.6 Электронные весы, с диапазоном измерений от 0 до 1200 г, класс точности II (высокий).

Е.3.7 Мягкая щетка.

**Е.4 Методика проведения испытания**

Е.4.1 Подготовка к испытанию

Е.4.1.1 Абразивные колеса CS-17 устанавливаются на держатели прибора, не прикасаясь к истирающим поверхностям.

Е.4.1.2 Абразивный диск S-11 устанавливается на вращающуюся платформу и опускают на нее абразивные колеса. Сопло вакуумного отсоса устанавливается над абразивным диском.

Е.4.1.3 Счетчик циклов устанавливают на «ноль», а уровень интенсивности отсоса на 50 %. При необходимости более эффективного удаления абразивной пыли уровень отсоса увеличивают. Устанавливают количество циклов равное 50.

Е.4.1.4 Включают вакуум-отсос, затем вращающуюся платформу. Процедуру восстановления колес следует проводить перед началом каждого испытания и после каждых 500 циклов истирания.

Е.4.1.5 Испытания проводят на трех образцах. Перед испытанием определяют исходный вес образца с точностью 0,001 г.

#### Е.4.2 Проведение испытания

Е.4.2.1 Образец с покрытием помещают на вращающуюся платформу абразивной машины. Устанавливают количество циклов вращения равное 1000.

Е.4.2.2 Скорость вращения платформы должна составлять  $(60 \pm 2)$  об/мин.

Е.4.2.3 Включают абразивную машину вместе с вакуумным отсосом.

Е.4.2.4 Через заданное количество циклов прибор отключается.

Е.4.2.5 Образец снимают с вращающейся платформы абразивной машины, удаляют с его поверхности остатки абразивной пыли с помощью мягкой щетки и взвешивают.

### Е.5 Обработка результатов испытания

Е.5.1 Стойкость к истиранию выражают потерей массы покрытия в мг на 1000 циклов испытания.

Е.5.2 Потерю массы  $M$ , мг, вычисляют по формуле:

$$M = M_0 - M_1,$$

где,

$M_0$  – вес образца с покрытием до испытаний, мг;

$M_1$  – вес образца с покрытием после испытаний, мг.

Е.5.3 По результатам вычислений определяют среднюю для трех образцов потерю массы в миллиграммах.

Е.5.4 Покрытие считают удовлетворительным, если стойкость к истиранию соответствует техническим требованиям.

**Приложение Ж**  
(обязательное)

**Определение площади отслаивания покрытия при катодной поляризации**

**Ж.1 Сущность метода**

Сущность метода заключается в определении стойкости покрытия к отслаиванию от защищаемой поверхности, при протекании постоянного тока в среде электролита.

**Ж.2 Требования к образцам**

Ж.2.1 Образцами являются плоские стальные пластины или сегменты из труб с нанесенным покрытием.

Ж.2.2 Размеры образцов:

- стальные пластины (100 × 100) мм, толщиной не менее 4 мм;
- сегменты из труб в виде квадрата со стороной равной диаметру трубы, но не более (100 × 100) мм, толщиной равной стенке трубы.

**Ж.3 Оборудование и материалы**

Ж.3.1 Электрод сравнения хлорсеребряный с потенциалом относительно нормального водородного электрода при 20 °С в пределах от 199,5 до 207,5 мВ.

Ж.3.2 Катодный тестер или комплект оборудования, состоящий из источника постоянного тока, реостата, вольтметра постоянного тока с внутренним сопротивлением не менее 10 МОм, диапазоном измерения не менее от 0,01 до 5,00 В и дискретностью измерения не менее 0,01 В, резистор (1 ± 0,01) Ом.

Ж.3.3 Хлорид натрия (химически чистый) по ГОСТ 4233, и дистиллированная вода по ГОСТ 6790.

Ж.3.4 Нагревательная плита с лотком для песка (стальной дробь) или сушильный шкаф, обеспечивающие поддержание заданной температуры с точностью ± 3 °С.

Ж.3.5 Платиновый или графитовый инертный электрод.

Ж.3.6 Прозрачный стеклянный или пластиковый патрубок с внутренним диаметром (75 ± 3) мм, высотой (100 ± 5) мм, – для образцов размером не менее

(80 × 80) мм. Для образцов, вырезанных из труб диаметром менее 80 мм, используется аналогичный патрубков меньшего диаметра.

Ж.2.7 Универсальный нож или скальпель.

Ж.2.8 Цифровой фотоаппарат на штативе, имеющий датчик изображения, содержащий не менее  $8 \times 10^6$  эффективных пикселей и возможность ручной фокусировки.

Ж.2.9 Прозрачная полимерная пленка толщиной не более 0,5 мм с нанесенной размерной сеткой с квадратной ячейкой со стороной  $(0,5 \pm 0,05)$  см или  $(1 \pm 0,05)$  см.

Ж.2.10 ЭВМ с программой для обработки растровых изображений, с функцией автоматизированного определения количества пикселей в выделенной области изображения.

Ж.2.11 Диэлектрический водостойкий герметик или силиконовая уплотнительная прокладка.

Ж.2.12 Спирт этиловый.

Ж.2.13 Линейка или штангенциркуль с пределом измерения не менее 100 мм и точностью  $\pm 0,5$  мм.

### **Ж.3 Методика проведения испытания**

Ж.3.1 Испытания проводят на образцах, прошедших контроль диэлектрической сплошности покрытия в соответствии с Приложением А (Б).

Ж.3.2 В центре образца в покрытии сверлят цилиндрическое отверстие диаметром  $(3,1 \pm 0,1)$  мм до стальной подложки, при этом подложка не должна быть перфорирована. Стальную поверхность в отверстии обезжиривают спиртом.

Ж.3.3 При сборке электрохимической ячейки прозрачный патрубок располагают на образце таким образом, чтобы ось патрубка совпадала с центром отверстия в покрытии, а торец патрубка повторял кривизну поверхности образца. Для обеспечения герметичности патрубков устанавливают на уплотнительную прокладку или наносят герметик на его торцы. Патрубок заполняют электролитом, представляющим собой 3 % водный раствор NaCl (по массе), до уровня примерно 3/4 объема патрубка.

Ж.3.4 Для проведения испытаний используют катодный тестер или из комплекта оборудования собирают электрическую схему в соответствии с п. В.4.2 ГОСТ Р 51164.

Ж.3.7 В трубке с электролитом на расстоянии  $(43 \pm 5)$  мм от поверхности образца устанавливают электрод сравнения и инертный электрод. Инертный электрод подключают к положительному полюсу источника постоянного тока. Стальную поверхность образца без покрытия и электрод сравнения подключают к отрицательному полюсу источника постоянного тока. По показаниям вольтметра устанавливают потенциал на образце минус  $(3,5 \pm 0,15)$  В и фиксируют время начала испытания.

Ж.3.8 Образец помещают в сушильный шкаф или на нагревательную плиту с песком (стальной дробью), предварительно нагретым до температуры  $(65 \pm 3)$  °С. Потенциал контролируют не менее двух раз в сутки и при необходимости устанавливают его исходное значение. Продолжительность испытания составляет 48 ч при температуре  $(65 \pm 3)$  °С.

Ж.3.9 По завершении испытания электрохимическую ячейку демонтируют, образец охлаждают до температуры не более 40 °С и в течение 1 ч после охлаждения производят оценку площади катодного отслаивания покрытия. Для этого на поверхности покрытия от цилиндрического отверстия ножом или скальпелем наносят 8 радиальных надрезов до подложки под углом  $(45 \pm 5)$  ° друг к другу. Площадь отслоившегося участка покрытия оголяют, используя нож как рычаг, осторожно поддевая покрытие рядом с отверстием, без приложения значительной нагрузки до тех пор, пока покрытие не проявит сопротивление отслаиванию. За площадь отслаивания принимают площадь оголенного участка стальной подложки.

#### **Ж.4 Обработка результатов испытания**

##### **Ж.4.1 Определение площади отслаивания покрытия методом радиусов**

За значение радиуса отслаивания покрытия при катодной поляризации на каждом образце принимают среднее арифметическое восьми радиальных отрезков

от края углубления в стальной подложке до покрытия вдоль надрезов, вычисляемое с точностью до 0,5 мм (рисунок Ж.1).

Если отклонение отдельно взятых радиусов отслаивания от их среднего значения составляет  $\leq 25\%$  то площадь отслаивания покрытия рассчитывают по выражению:

$$S = \pi \cdot (R^2 - r^2),$$

где  $\pi$  – число Пи,

$R$  – среднее арифметическое значение радиуса отслаивания,

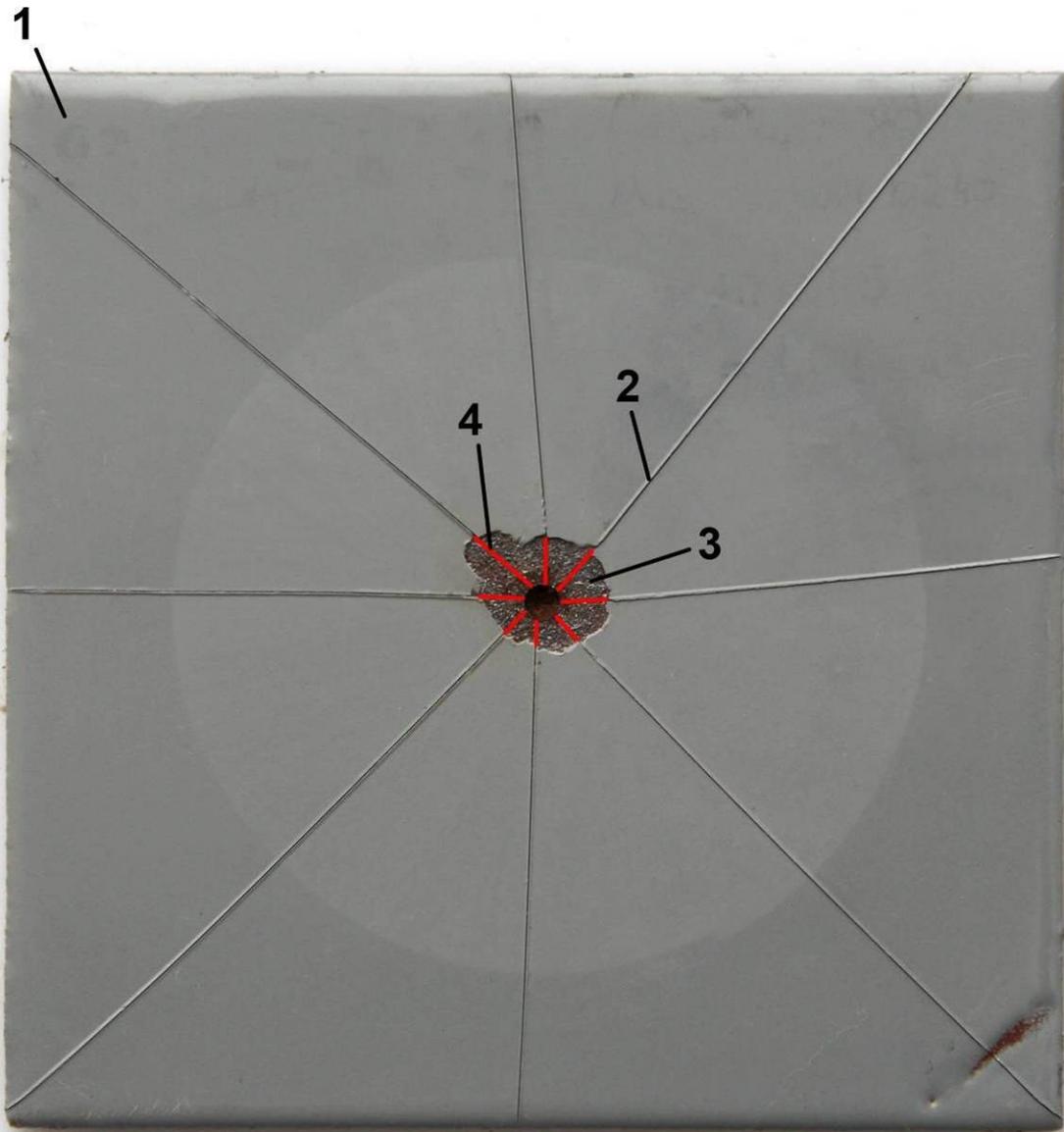
$r$  – радиус отверстия в покрытии.

Если отклонение отдельно взятых радиусов отслаивания от их среднего значения составляет  $> 25\%$  то площадь отслаивания покрытия рассчитывают по п. Ж.4.2.

За значение площади отслаивания покрытия при катодной поляризации принимают среднее арифметическое результатов измерений на трех образцах испытуемого покрытия, вычисляемое с точностью до 0,1 см<sup>2</sup>.

#### Ж.4.2 Определение площади отслаивания покрытия графическим методом

Ж.4.2.1 На поверхности образца с отслоенным покрытием размещают прозрачную пленку с нанесенной размерной сеткой (рисунок Ж.2). Фотоаппарат устанавливают на штатив таким образом, чтобы ось его объектива располагалась под углом  $(90 \pm 10)^\circ$  к поверхности образца. При фотосъемке необходимо сфокусировать объектив фотоаппарата на центральной области образца с отслоенным покрытием, при этом образец должен быть полностью размещен в кадре и на него должно приходиться не менее 40 % площади снимка.

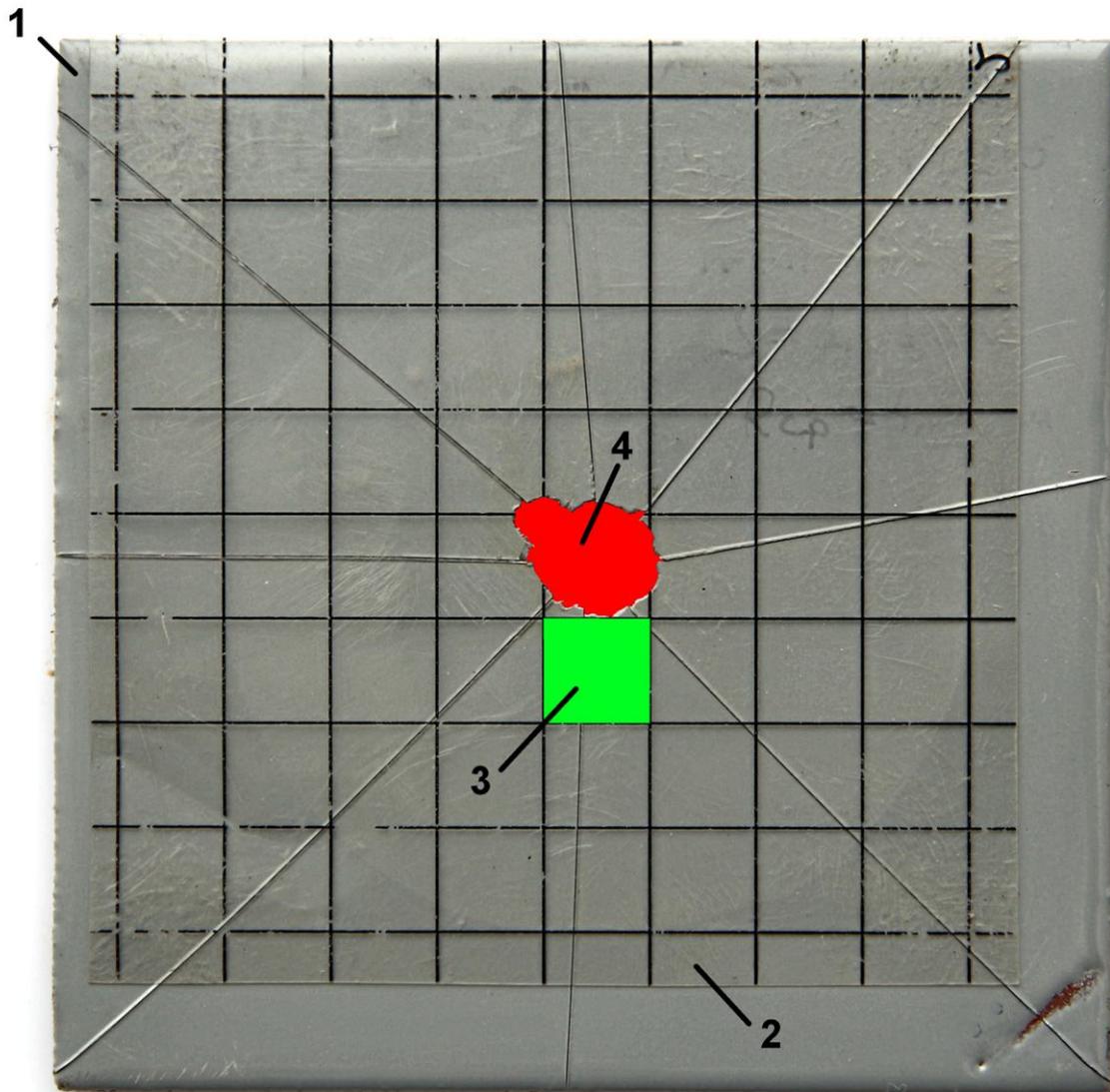


1 – образец с покрытием; 2 – радиальные надрезы;  
3 – отслоенный участок покрытия; 4 – радиусы отслаивания

Рисунок Ж.1 – Определение площади отслаивания покрытия методом радиусов

Ж.4.2.2 На ЭВМ с помощью графического редактора на полученном изображении образца строят элемент пересчета ( $S_{э,п}$ ) путем закрашивания области, ограниченной линиями размерной сетки, цветом, отличающимся от основного изображения. При помощи инструмента автоматического выделения области с одинаковым цветом автоматически рассчитывается число пикселей, содержащихся в

элементе пересчета (рисунок Ж.2).



1 – образец с покрытием; 2 – пленка с нанесенной размерной сеткой ;  
3 – элемент пересчета ( $S_{э,п}$ ); 4 – отслоенный участок покрытия ( $S_{y,o}$ )

Рисунок Ж.2 – Определение площади отслаивания покрытия графическим методом

Ж.4.2.3 Участок площади отслаивания ( $S_{y,o}$ ) покрытия закрашивают цветом, отличающимся от основных оттенков изображения. Вычисляют количество пикселей, содержащихся в участке отслаивания, при помощи инструмента автоматического выделения области с одинаковым цветом.

Ж.4.2.4 Площадь отслаивания покрытия определяют по следующей формуле

$$S_{\text{отс.}} = (S_{\text{у.о.}}/S_{\text{э.п.}}) - S_{\text{отв.}}$$

где  $S_{\text{отс}}$  – площадь отслаивания покрытия, см<sup>2</sup>;

$S_{\text{отв.}}$  – площадь цилиндрического отверстия в покрытии, см<sup>2</sup>;

$S_{\text{у.о.}}$  – площадь участка отслаивания, см<sup>2</sup>;

$S_{\text{э.п.}}$  – элемент пересчета, кв. пиксель.

Ж.4.2.5 За значение площади отслаивания покрытия при катодной поляризации принимают среднее арифметическое результатов измерений на трех образцах испытуемого покрытия, вычисляемое с точностью до 0,1 см<sup>2</sup>.

## Приложение И (обязательное)

### Определение парафиноудержания методом «холодного стержня»

#### И.1 Сущность метода

Сущность метода заключается в способности парафина кристаллизоваться на холодном стержне за счет разности температур нефти и стержня.

#### И.2 Требования к образцам

Образец представляет собой полый стальной цилиндр объемом  $100 \text{ см}^3$  – «холодный стержень», который снабжен герметично закрывающейся крышкой с системой подвода и отвода хладагента (воды).

#### И.3 Оборудование и материалы

И.3.1 Ячейка, представляющая собой сосуд (стакан), в крышку которого монтируется «холодный стержень».

И.3.2 Магнитная мешалка с нагревом.

И.3.3 «Холодный стержень», соответствующий требованиям п. И.2, без покрытия и с исследуемым покрытием.

И.3. Электронные весы, с диапазоном измерений от 0 до 1200 г, класс точности II (высокий).

#### И.4 Проведение испытания

И.4.1 В ячейку заливают нефть или имитатор нефти – вазелин нефтяной (петролатум) в количестве от 100 до 250 мл. На дно стакана помещают магнитное перемешивающее устройство.

И.4.2 Ячейку закрывают крышкой с вмонтированным «холодным стержнем» без покрытия и помещают его на магнитную мешалку с нагревом.

И.4.3 Между содержимым стакана и «холодным стержнем» создается градиент температур. Температура нефти в ячейке должна быть на  $5 \text{ }^\circ\text{C}$  выше температуры кристаллизации парафинов, а температура «холодного стержня» на  $5 \text{ }^\circ\text{C}$  ниже температуры кристаллизации парафинов. Разность температур может быть увеличена до  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ .

И.4.4 Время выдержки «холодного стержня» в нефти составляет от 1 до 3 часов. Время определяется опытным путем в зависимости от скорости кристаллизации парафина. При повторных испытаниях время должно быть одинаковым.

И.4.5 По окончании испытания «холодный стержень» подвешивают над стаканом и дают стечь остаткам нефти в течение 10–20 минут.

И.4.6 Отложения парафинов соскабливают шпателем не повреждающим поверхность «холодного стержня» и взвешивают.

И.4.7 После очистки стержня до исходного состояния испытания повторяют еще дважды.

И.4.8 Аналогично проводят испытания «холодного стержня» с исследуемым покрытием согласно п.п. И.4.2–И.4.7.

## **И.5 Обработка результатов испытания**

И.5.1 Рассчитывают средний показатель парафиноудержания по трем измерениям веса отложения парафинов для «холодного стержня» с покрытием и без покрытия.

И.5.2 Определяют степень снижения парафиноудержания покрытия в процентах по формуле:

$$K_{\text{п}} = ((C_2 - C_1)/C_2) \cdot 100,$$

где:

$K_{\text{п}}$  – степень снижения парафиноудержания покрытия, %,

$C_1$  – количество АСПО на стержне с покрытием, г,

$C_2$  – количество АСПО на стержне без покрытия, г.

И.5.3 Данный показатель не является браковочным.

## Приложение К (обязательное)

### Автоклавные испытания

#### К.1 Сущность метода

Сущность метода заключается в определении способности покрытия сохранять защитные и физико-механические свойства после выдержки в автоклаве в минерализованной водной среде, с определенным составом газовой фазы, при повышенных температуре и давлении.

#### К.2 Требования к образцам

К.2.1 Образцами являются плоские стальные пластины или сегменты из труб с нанесенным покрытием.

К.2.2 Размеры образцов:

- стальные пластины (150 × 100) мм, толщиной не менее 4 мм;
- сегменты из трубных изделий с покрытием длиной 150 мм, шириной равной диаметру трубы, но не более 100 мм, толщиной равной толщине стенки трубы.

#### К.3 Оборудование и материалы

К.3.1 Автоклав, обеспечивающий поддержание и контроль заданной температуры и давления, снабженный измерительными устройствами и системой сброса давления.

К.3.2 Азот по ГОСТ 9293.

К.3.3 Диоксид углерода (углекислый газ) по ГОСТ 8050.

К.3.4 Натрий хлористый, х.ч., по ГОСТ 4233.

К.3.5 Вода дистиллированная по ГОСТ 6709.

К.3.6 Приспособление для крепления образцов в автоклаве, изготовленное из материала, инертного к испытательной среде.

#### К.4 Методика проведения испытания

К.4.1 Образцы крепят на приспособлении в автоклаве. Затем в автоклав заливают предварительно приготовленную испытательную среду. Испытания проводят при погружении образцов в испытательную среду примерно на 50 %

поверхности.

К.4.2 Условия проведения испытания:

а) Испытательная среда:

- жидкая фаза: 5 % водный раствор NaCl или имитатор пластовой воды согласно п.1.3.5 по ГОСТ 9.506.

Для приготовления раствора используют дистиллированную воду.

- газовая фаза: 0,5 % H<sub>2</sub>S; 5 % CO<sub>2</sub>; 94,5 % CH<sub>4</sub> или N<sub>2</sub>.

б) Общее давление в автоклаве определяется программой испытаний и составляет 3 МПа или 10 МПа.

в) Температура испытания определяется типом покрытия.

К.4.3 При проведении испытания при давлении 3 МПа в автоклав подают CO<sub>2</sub> до требуемого значения давления. Затем производят нагрев автоклава до температуры испытания, при этом избыточное давление CO<sub>2</sub> стравливается.

К.4.4 При проведении испытания при давлении 10 МПа в автоклав подают CO<sub>2</sub> до давления 5 МПа, затем производят нагрев до температуры испытания. Подачей газообразного азота давление в автоклаве доводят до 10 МПа.

К.4.5 После достижения необходимых показателей температуры и давления фиксируют время начала испытаний. Продолжительность испытаний составляет 1000 ч.

К.4.6 По окончании испытания осуществляют охлаждение автоклава до температуры не выше  $(60 \pm 3)$  °С и производят сброс давления в течении не менее 10 минут.

К.4.7 Образцы извлекают из испытательной среды, промывают проточной водой и высушивают салфетками или фильтровальной бумагой.

## **К.5 Обработка результатов испытания**

К.5.1 Определяют показатели свойств покрытия, предусмотренные техническими требованиями.

К.5.2 Изменения свойств покрытия на расстоянии менее 10 мм от края образца не учитывают.

К.5.3 Оценку внешнего вида, определение коэффициента соотношения емкостей и тангенса угла диэлектрических потерь покрытия производят в течении 1 ч после окончания испытаний.

К.5.4 Адгезию покрытия оценивают спустя 24 ч после окончания испытаний. После определения адгезии методом нормального отрыва фиксируют наличие подпленочной коррозии в месте отрыва.

К.5.5 Покрытие считают удовлетворительным, если полученные показатели свойств покрытия соответствуют техническим требованиям.

**Приложение Л**  
(обязательное)

**Стойкость покрытия к быстрой декомпрессии**

**Л.1 Сущность метода**

Сущность метода заключается в определении способности покрытия противостоять быстрому сбросу давления без разрушения.

**Л.2 Требования к образцам**

Л.2.1 Образцами являются плоские стальные пластины или сегменты из труб с нанесенным покрытием.

Л.2.2 Размеры образцов:

- стальные пластины (150 × 70) мм, толщиной не менее 4 мм;
- сегменты из трубных изделий с покрытием длиной 150 мм, шириной равной диаметру трубы, но не более 70 мм, толщиной равной толщине стенки трубы.

**Л.3 Оборудование и материалы**

Л.3.1 Автоклав, обеспечивающий поддержание и контроль заданной температуры и давления, снабженный измерительными устройствами и системой сброса давления.

Л.3.2 Азот по ГОСТ 9293.

Л.3.3 Диоксид углерода (углекислый газ) по ГОСТ 8050.

Л.3.4 Натрий хлористый, х.ч., по ГОСТ 4233.

Л.3.5 Вода дистиллированная по ГОСТ 6709.

Л.3.6 Приспособление для крепления образцов в автоклаве, изготовленное из материала, инертного к испытательной среде.

**Л.4 Методика проведения испытания**

Л.4.1 Образцы крепят на приспособлении в автоклаве. Затем в автоклав заливают предварительно приготовленную испытательную среду. Испытания проводят при погружении образцов в испытательную среду примерно на 50 % поверхности.

Л.4.2 Условия проведения испытания:

а) Испытательная среда:

- жидкая фаза: 5 % водный раствор NaCl или имитатор пластовой воды согласно п. 1.3.5 по ГОСТ 9.506.

Для приготовления раствора используют дистиллированную воду.

- газовая фаза: CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>.

б) Общее давление в автоклаве определяется программой испытаний и составляет 10 МПа.

в) Температура испытания определяется типом покрытия.

Л.4.3 В автоклав подают CO<sub>2</sub> до давления 5 МПа, затем производят нагрев до температуры испытания. Далее подачей газообразного азота давление в автоклаве доводят до 10 МПа. После достижения необходимых показателей температуры и давления фиксируют время начала испытаний. Продолжительность испытаний составляет 24 ч.

Л.4.4 По окончании испытания отключают нагрев автоклава и производят быстрый сброс давления, за время не более 5 секунд. Если температура испытания превышает 80 °С, необходимо дождаться охлаждения автоклава до температуры не выше (80±3) °С.

Л.4.5 Образцы извлекают из испытательной среды, промывают проточной водой и высушивают фильтровальной бумагой.

## **Л.5 Обработка результатов испытания**

Л.5.1 Проводят оценку внешнего вида покрытия в соответствии с ГОСТ Р 9.414. Фиксируют изменение цвета, набухание, размягчение, наличие пузырей, растрескивание, отслаивание.

Л.5.2 Изменения внешнего вида покрытия на расстоянии менее 10 мм от края образца не учитывают.

Л.5.3 Покрытие считают удовлетворительным, если внешний вид покрытия соответствует техническим требованиям.

## **Библиография**

[1] ИСО 2812-1:2007 Краски и лаки. Определение устойчивости к воздействию жидкостей. Часть 1. Метод погружения в жидкости, за исключением воды