

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «ТЕХНОМАШ»

ОКПД2 24.20.12.120

Группа В62 (ОКС 23.040.50)

Документ под  
контролем

07

**ТРУБЫ НАСОСНО-КОМПРЕССОРНЫЕ С ВНУТРЕННИМ  
ЗАЩИТНЫМ ПОКРЫТИЕМ  
ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ**

ТУ 24.20.12-001-64732752-2020  
(взамен ТУ 1390-001-64732752-2016)

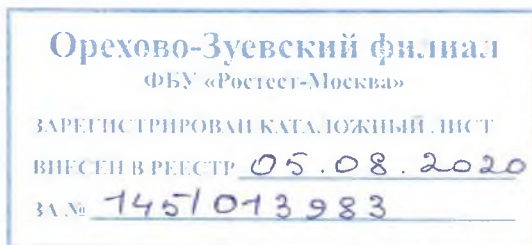
Дата введения 01.07.2020 г.

РАЗРАБОТАНО

Технический директор  
ООО «Техномаш»

 Кузнецов С.Б.  
«01» июля 2020 г.

г. Невьянск  
2020 г



## 30. ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОДУКЦИИ

### 30.1 Область применения

Насосно-компрессорные трубы (далее по тексту НКТ) с внутренним защитным полимерным покрытием (далее по тексту НКТП) предназначены для эксплуатации в скважинах нефтегазодобычи, оборудованных установками электроцентробежных насосов (УЭЦН), лифтовым способом добычи и установками штанговых глубинных насосов (УШГН) на месторождениях РФ и других стран.

### 30.2 Основные потребительские характеристики

| №№ | Характеристика                                                                               | Ед.изм. | Значение                                                                    |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Изготовитель защитного покрытия гарантирует срок службы покрытия внутренней поверхности НКТП |         | в течение 18 месяцев с даты отгрузки или 12 месяцев от начала эксплуатации. |

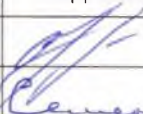
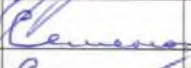
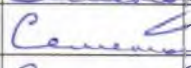
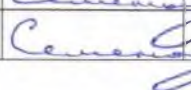
Орехово-Зуевский филиал

ФБУ «Ростест-Москва»

ЗАРЕГИСТРИРОВАН КАТАЛОЖНЫЙ ЛИСТ

ВНЕСЕН В РЕЕСТР 05.08.2020

ЗА № 1451013983

|                 |    | Фамилия       | Подпись                                                                             | Дата       | Телефон         |
|-----------------|----|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------|
| Представил      | 04 | Кузнецов С.Б. |  | 2020-08-05 | 8(967)859-97-05 |
| Заполнил        | 05 | Семенова Е.М. |  | 2020-08-05 | 8(496)412-04-17 |
| Зарегистрировал | 06 | Семенова Е.М. |  | 2020-08-05 | 8(496)412-04-17 |
| Ввел в каталог  | 07 | Семенова Е.М. |  | 2020-08-05 | 8(496)412-04-17 |

## Оглавление

|                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. ПРЕДМЕТ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ.....                                                          | 3  |
| 2. ТЕРМИНЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ .....                                                    | 8  |
| 3. ТРЕБОВАНИЯ К ПОВЕРХНОСТИ ИЗОЛИРУЕМЫХ НКТ.....                                              | 9  |
| 4. ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛАМ ПОКРЫТИЯ.....                                                      | 12 |
| 5. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОВЕДЕНИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА.....                                     | 13 |
| 6. ТРЕБОВАНИЯ К СНЯТИЮ И НАВИНЧИВАНИЮ МУФТ НКТ.....                                           | 21 |
| 7. МАРКИРОВКА, УПАКОВКА, КОМПЛЕКТНОСТЬ.....                                                   | 22 |
| 8. ПРАВИЛА ПРИЕМКИ НКТ и НКТП .....                                                           | 24 |
| 9. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПОКРЫТИЯ.....                                                     | 26 |
| 10.ТРЕБОВАНИЯ К ХРАНЕНИЮ, ПОГРУЗКЕ И ТРАНСПОРТИРОВКЕ НКТП.....                                | 28 |
| 11. ГАРАНТИИ КАЧЕСТВА ПОКРЫТИЙ .....                                                          | 29 |
| 12. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....                                    | 30 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ А .....                                                                            | 31 |
| ПЛАН ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОНТРОЛЯ ПРИ НАНЕСЕНИИ ПОКРЫТИЙ НА<br>ВНУТРЕННЮЮ ПОВЕРХНОСТЬ НКТ ..... | 31 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ В.....                                                                             | 33 |
| ТРЕБОВАНИЯ К ЭТАЛОННЫМ ОБРАЗЦАМ .....                                                         | 33 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ С.....                                                                             | 34 |
| ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЛЩИНЫ ОТВЕРЖДЁННОЙ (СУХОЙ) ПЛЁНКИ ПОКРЫТИЯ .....                                | 34 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ D .....                                                                            | 35 |
| КОНТРОЛЬ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СПЛОШНОСТИ ПОКРЫТИЯ .....                                            | 35 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Е.....                                                                             | 37 |
| КОНТРОЛЬ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОКРЫТИЯ.....                                                          | 37 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ F .....                                                                            | 38 |
| КОНТРОЛЬ ТВЁРДОСТИ ПОКРЫТИЯ.....                                                              | 38 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ G .....                                                                            | 41 |
| КОНТРОЛЬ ИЗНОСОУСТОЙЧИВОСТИ ПОКРЫТИЯ .....                                                    | 41 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ Н .....                                                                            | 43 |
| КОНТРОЛЬ АДГЕЗИИ ПОКРЫТИЯ МЕТОДОМ НАДРЕЗОВ.....                                               | 43 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ I.....                                                                             | 48 |
| ИСПЫТАНИЯ ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ И ВЫСОКИМ ДАВЛЕНИЕМ .....                                      | 48 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ J.....                                                                             | 50 |
| ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОКРЫТИЙ СЕРИИ ТС .....                                                        | 50 |

## 1. ПРЕДМЕТ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Предметом настоящих технических условий являются технические требования к насосно-компрессорным трубам (далее по тексту НКТ) с внутренним защитным полимерным покрытием (далее по тексту НКТП), предназначенным для эксплуатации в скважинах нефтегазодобычи, оборудованных установками электроцентробежных насосов (УЭЦН), лифтовым способом добычи и установками штанговых глубинных насосов (УШГН) на месторождениях РФ и других стран. Выполнение этих требований обеспечивает заявленное качество покрытия при использовании по назначению.

Применение НКТП для добычи другими способами, должно согласовываться в заказе на поставку НКТП или в заказе на нанесение покрытия.

1.2 Применение защитных полимерных покрытий на внутренней поверхности НКТ позволяет:

- защитить внутреннюю поверхность труб от различных типов коррозии (атмосферная,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  и другие типы);
- защитить от сульфатовосстанавливающих бактерий – СВБТ (отдельные типы покрытий);
- снизить скорость отложения асфальто-смолопарафинов (далее по тексту АСПО), солей и продуктов коррозии на внутренней поверхности труб;
- эффективно использовать данные трубы на скважинах системы ППД, водозаборном фонде;
- эффективно использовать данные трубы на скважинах оборудованных УШГН;
- увеличить межремонтный интервал работы скважины;
- позволяет использовать данные трубы как технологические при осуществлении соляно-кислотных обработок скважин (СКО), при этом существенно повышается качество промывок за счёт устранения засорения скважины отслоившимися продуктами коррозии и окалиной со стенки труб. Режимы проведения обработок (тип кислоты, ее процентное содержание в растворе, длительность операции, давления при проведении операции и температуры) должны быть согласованы с поставщиком покрытий до проведения данной операции;
- эффективно применять методы увеличения нефтеотдачи (МУН), такие как: закачка пара в пласт, закачка газа в пласт (включая  $\text{CO}_2$ ), закачка ПАВ (ASP). Режимы проведения операций (тип закачиваемого агента, его процентное содержание, длительность операции, давления при проведении операции и температуры) должны быть согласованы с поставщиком покрытий до проведения данной операции;

- сократить гидравлические потери при перекачке нефтепромысловых жидкостей и газов.

1.3 Защитные покрытия применимы для НКТ с треугольной резьбой, трапецидальной резьбой (по ГОСТ, ТУ, API и другим НД), безмуфтовых НКТ, для НКТ с газогерметичными резьбовыми соединениями, а также для уже эксплуатируемых труб (б/э), после проведения дефектоскопии и ремонта по утверждённой технологии.

Примечание: трубы, бывшие в эксплуатации и прошедшие полный цикл ремонта, имеют сложный топографический профиль внутренней поверхности ввиду коррозионных повреждений (питтинги, ручейковая коррозия, общий износ металла под воздействием коррозии), что существенно повышает отбраковку труб по качеству внутренней поверхности, неудовлетворяющему под нанесение покрытий. Для снижения отбраковки продукции на входном контроле и после проведения операции по абразивной очистке/подготовке внутренней поверхности рекомендуется брать в работу б/э трубы, прошедшие цикл, очистку и ремонта, т.е. после полного удаления остатков нефтяного флюида, АСПО и солей, с выписанным на них сертификатом качества ремонтного предприятия.

1.4 Внутреннее покрытие наносится на трубы НКТ в заводских условиях в соответствии с настоящими техническими условиями по утвержденным в установленном заводом порядке технологическим инструкциям и технологическим процессам.

1.5 Покрытия по данным ТУ выдерживают температурные воздействия без отслаивания, расслаивания и растрескивания в следующих условиях:

- при хранении от минус 60 °С до плюс 60 °С;
- при транспортировании, проведении погрузочно-разгрузочных работ, монтаже колонны НКТ от минус 40 °С до плюс 60 °С;
- при эксплуатации в нефтегазодобывающих скважинах - до плюс 150°С
- Максимальная температура кратковременного воздействия 204°С;

Примечание: Величина верхнего предела температуры эксплуатации труб, как и устойчивость к определённым условиям среды, регламентируется видом покрытия.

1.6 Покрытия наносятся на внутреннюю поверхность НКТ по следующим вариантам:

- вариант А - покрытие наносится на внутреннюю поверхность трубы, торцевые части, фаску и не более трех первых заходных витков резьбы, а также на межниппельный поясок муфты;
- вариант Б - другой вариант нанесения покрытия, согласованный между заказчиком и заводом.

Примечание:

1. Вариант исполнения указывается в спецификации на поставку продукции/оказания услуги.

2. Зона нанесение покрытия на трубах и муфтах НКТ с трапецеидальной резьбой с уплотнением типа металл-металл (резьбы класса «Премиум») согласовывается с Заказчиком.

3. Для выполнения операций по покрытию резьбовых соединений класса «Премиум» Заказчик предоставляет мерительный инструмент для контроля резьбовых соединений труб и муфт, а также специальный щуп для дополнительного контроля герметичности сборки резьбового соединения для каждого типа резьбы класса «Премиум», указанного в заказе. Дополнительно Заказчиком предоставляется необходимое количество образцов ниппеля с резьбой (300 мм) и муфт с резьбой для изготовления технологической оснастки с целью защиты основных поверхностей резьбы при проведении операций по подготовке, покрытию труб и муфт.

1.7 Внутреннее покрытие НКТ выполняется в следующих конструктивных типах:

1.7.1 Двухслойное покрытие, состоящее из слоя эпоксидно-фенольного жидкого праймера и наружного эпоксидно-фенольного слоя основного жидкостного покрытия следующих марок:

- TC3000F, TC3000C.
- TC3000F, TC3000C.

1.7.2 Двухслойное покрытие, состоящее из слоя фенольного/эпоксидно-фенольного жидкого праймера и наружного эпоксидно-фенольного/эпоксидного слоя основного порошкового покрытия следующих марок:

- TC3000FP, TC3520A, TC 3500, TC 3600, TC3700.
- TC3000FP, TC3520A, TC 3500, TC 3600, TC3700.

1.7.3 Другие марки покрытий по желанию заказчика и согласованию с заводом. Тип покрытия указывается в спецификации на поставку продукции/оказание услуги.

Примечание: Основа слоя может быть изменена в соответствии с указаниями поставщика материалов (без оповещения Заказчика) и будет указана в сертификате качества на поставленную партию материала для формирования покрытия (без изменения заявленных характеристик покрытия).

1.8 Сортамент НКТ, применимых для нанесения защитных покрытий, включает:

- трубы, изготовленные по ГОСТ 633-80, ГОСТ 31466-2018, ГОСТ Р 53366, ГОСТ 52203-2004 и др., по зарубежным стандартам – API Spec 5CT и др., а также трубы, изготовленные по НД (ТУ), качество внутрен-

ней поверхности и геометрические характеристики которых удовлетворяют требованиям под нанесение покрытий.

- трубы всех групп прочности;
- номинальный наружный диаметр НКТ – от 60 до 114 мм;
- длиной от 7 до 12 м (возможность нанесения покрытий на трубы в другом интервале длин согласовывается с заводом дополнительно);
- толщиной стенки согласно НТД на производство НКТ;
- без резьбы;
- гладкие с треугольной резьбой и муфтой;
- гладкие с трапецеидальной резьбой;
- с высаженными наружу концами с треугольной резьбой и муфтой;
- гладкие высокогерметичные с трапецеидальной резьбой и муфтой;
- высокогерметичные безмуфтовые с высаженными наружу концами и трапецеидальной резьбой.

Примечание: Для обеспечения высокого качества покрытия при необходимости проводится исследование уровня остаточной намагниченности труб, а также контроль концентрации солей на внутренней поверхности труб; при этом уровень остаточной намагниченности должен быть не более 20 Гаусс, а концентрация солей не более 20 мг/м<sup>2</sup> (данное требование актуально как для новых НКТ так и для б/э НКТ).

1.9 Пример условного обозначения НКТ по ГОСТ 633-80 диаметром 88,9 мм, толщиной стенки 6,5 мм, группы прочности Е, исполнения А и муфты с фосфатным покрытием при оформлении заказа для несения покрытия ТС3000F:

НКТ 88,9х6,5мм, гр.пр. Е, Исполнение А, МФ по ГОСТ 633-80 с покрытием ТС3000F по ТУ 24.20.12-001-64732752-2020.

1.10 Пример условного обозначения НКТВ (с посадкой) диаметром 73,02 мм, толщиной стенки 5,51 мм, группы прочности N80 тип Q, уровня требований PSL-1, длиной R2 (до 10,36м) и муфты к ней с термодиффузионным цинком покрытием (ТДЦ) при оформлении заказа для несения покрытия ТС3000F:

НКТВ 73,02х5,51мм, гр.пр. N80 тип Q, PSL-1, R2 (до 10,36м), МЦ по API 5CT с покрытием ТС3000F по ТУ 24.20.12-001-64732752-2020.

1.11 НКТП по настоящим ТУ, могут выпускаться, с наружным антикоррозионным покрытием на время транспортировки и хранения типа Уникор-К или аналог. Необходимости нанесения наружного покрытия указывается в спецификации на поставку.

1.12 НКТП по настоящим ТУ, могут комплектоваться направляющими воронками для безопасного монтажа. Необходимость поставки направляющих воронок и их количество указывается в спецификации на поставку.

1.13 НКТП по настоящим ТУ, могут комплектоваться специальными шаблонами с полимерными вставками для безопасного контроля кривизны НКТП перед монтажом в скважину. Необходимость поставки шаблонов в безопасном исполнении и их количество указывается в спецификации на поставку.

1.14 НКТП по настоящим ТУ, могут комплектоваться сбивными ломиками для безопасного глушения скважин. Необходимость поставки сбивных ломиков в безопасном исполнении и их количество указывается в спецификации на поставку.

1.15 НКТП по настоящим ТУ, могут комплектоваться межнippельными вставками по ТУ 22.29.29-001-64732752-2017 для дополнительной защиты межнippельного пространства в муфте (возможна предустановка в муфту или поставка в отдельной таре). Необходимость поставки межнippельных вставок и их количество указывается в спецификации на поставку.

1.16 НКТП по настоящим ТУ комплектуются потрубным реестром с указанием номеров НКТП, длины, веса каждой НКТП, партии, плавки. Для формирования такого реестра Заказчик направляет потрубный реестр от поставщика трубной продукции с указанием номеров НКТ, длины, веса каждой НКТ, партии, плавки. В случае непредоставления такого реестра от Заказчика специалисты ООО «Техномаш» формируют усредненный потрубный реестр НКТП по информации из сертификатов качества на трубную продукцию.

1.17 Покрытия, применяемые по настоящим ТУ, отвечают требованиям сертификата соответствия №РОСС RU. HA87.H00067.

## 2. ТЕРМИНЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

Термины и определения:

Значимая поверхность изделия – часть изделия (НКТ или муфты), на которую нанесено или должно быть нанесено покрытие, и для которой, покрытие важно для эксплуатационных характеристик изделия.

Вариант исполнения – способ нанесения покрытия, определяющий значимую поверхность изделия.

Праймер – жидкое грунтовое покрытие внутренней поверхности труб, фенольного/эпоксидно-фенольного типа, предназначенное для дальнейшего нанесения на него окончательного жидкого либо порошкового покрытия.

Заказчик - лицо, оформившее заказ на нанесение защитного покрытия серии ТС3000 на внутреннюю поверхность НКТ и муфты к ним.

Исполнитель - предприятие, оказывающее услуги по нанесению защитного покрытия серии ТС3000 на внутреннюю поверхность НКТ и муфты к ним.

Потрубный реестр НКТ- документ в excel формате, передаваемый Заказчиком в адрес Исполнителя с указанием в нем данных о номерах поставляемых труб под покрытие, длины каждой трубы, веса каждой трубы, номера плавки и партии каждой трубы.

Потрубный реестр НКТП- документ в excel формате, передаваемый Исполнителем в адрес Заказчика с указанием в нем данных о номерах труб с покрытием, длины каждой трубы, веса каждой трубы, номера плавки и партии каждой трубы.

Сокращения:

*НТД* – нормативно-техническая документация;

*НД* – нормативная документация;

*НКТП* – насосно-компрессорная труба с покрытием;

*АСПО* – асфальто-смоло-парафиновые отложения;

*ТДЦ* – термодиффузионное цинковое покрытие муфт НКТ;

*ПАВ* – поверхностно-активные вещества;

*СКО* – соляно-кислотная обработка скважин;

*СВБТ* – сульфатвосстанавливающие бактерии;

*МУН* – методы увеличения нефтеотдачи;

*ППД* – поддержание пластового давления;

*ШГН* – штанговый глубинный насос.

### 3. ТРЕБОВАНИЯ К ПОВЕРХНОСТИ ИЗОЛИРУЕМЫХ НКТ

3.1 К нанесению покрытия допускаются НКТ и муфты к ним, имеющие сертификат качества, выданный заводом-изготовителем, отвечающие всем требованиям всех НТД, указанных в сертификате качества и, изготовленные на основании этих НТД, а также, имеющие дополнительную сопроводительную документацию (реестр номеров труб).

3.2 Для б/э НКТ, перед поставкой, проводится анализ сертификатных данных ремонтной организации с указанием наружного диаметра, минимальной толщины стенки труб, интервала длин труб (разбег длин в пакете не более одного метра), и наработки каждой ремонтной партии труб с указанием осложненного фонда при эксплуатации ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , комбинированный  $\text{CO}_2+\text{H}_2\text{S}$ , фонд АСПО или истирающий фонд).

3.3 Не допускаются к нанесению покрытия НКТ, имеющие геометрические погрешности, превышающие следующие нормы: отклонение от концевой прямолинейности более чем 3,2мм на длине 1.5м от каждого торца трубы.

3.4 На наружной поверхности труб и муфт не допускаются дефекты и отклонения от наружного диаметра, недопустимые или превышающие требования НД на их изготовление.

3.5 На новых НКТ, предназначенных для нанесения покрытия, не допускаются зажированности и замасленности с внутренней и внешней стороны (отсутствие следов масел, смазок, солей, технологических жидкостей СОЖ) и коррозионные повреждения.

3.5.1 На б/э НКТ, предназначенных для нанесения покрытия, не допускаются остатки нефтяного и/или газового флюида, АСПО, зажированности и замасленности с внутренней и внешней стороны (отсутствие следов масел, смазок, солей, технологических жидкостей СОЖ). Допускаются незначительные коррозионные повреждения.

3.6 На значимой поверхности новых и б/э НКТ к ним не допускаются: трещины, плены, расслоения, раковины от окалины, закаты, рванины, острые выступы, заусенцы, задиры, отслоения металла и другие несовершенства поверхности с острыми кромками и острым дном.

3.7 На внутренней поверхности новых и б/э муфт не допускаются дефекты и несовершенства поверхности и резьбы недопустимые по НД на их изготовление.

3.8 На трубы и муфты с дефектами, указанными в пунктах 3.3-3.7, 3.9 составляется АКТ с указанием причин отбраковки, покрытие на указанные трубы и муфты не наносится. Данные трубы и муфты с возвращаются заказчику с партией покрытых труб (если не будут достигнуты другие договоренности).

3.9 На НКТ с высаженными наружу концами не допускаются незачищенные несовершенства (в виде не заполнения металла) на внутренней поверхности зоны высадки, оговоренные в п.2.3 ГОСТ 633-80 и других НД.

3.10 Варианты поставки труб НКТ под нанесение покрытия и возможные действия:

3.10.1 Поставка НКТ без муфт. В случае поставки НКТ без муфт завод закупает новые муфты с фосфатным покрытием или ТДЦ (по указанию в спецификации).

3.10.2 Отдельная поставка НКТ от муфт (муфты в ящиках с покрытием ТДЦ). В случае данной поставки производится раздельное нанесение покрытия с дальнейшей сборкой заводского соединения;

3.10.3 Отдельная поставка НКТ от муфт (муфты в ящиках с фосфатным покрытием). В случае данной поставки производится раздельное нанесение покрытия труб и МФ с дальнейшей сборкой заводского соединения. Возможно дополнительное нанесение ТДЦ на МФ (с предварительным снятием фосфата) Заказчика (по указанию в спецификации);

3.10.4 Отдельная поставка НКТ от муфт (муфты в ящиках без какого-либо покрытия (фосфат или ТДЦ), упакованные в УМЛИК для предотвращения коррозии на время транспортировки. В данном случае завод организует нанесение фосфатного покрытия или ТДЦ (по указанию в спецификации), с последующим раздельным нанесением покрытия и сборкой заводского соединения.

3.10.5 Поставка НКТ с навинченными муфтами (ручное усилие свинчивания) с ТДЦ покрытием, с фосфатным покрытием муфт. В случае данной поставки производится раздельное нанесение покрытия с дальнейшей сборкой заводского соединения.

3.10.6 Поставка НКТ с навинченными муфтами с ТДЦ покрытием (силовое свинчивание).

3.10.7 Поставка НКТ с навинченными муфтами с фосфатным покрытием (силовое свинчивание).

В случае поставки по вариантам 3.10.6-3.10.7 нанесение покрытия на трубы и муфты производится в сборе (если иное не оговорено в спецификации или ЧЕК-листе).

Примечание по пунктам 3.10.2-3.10.4:

- Муфты НКТ поставляются отдельно в ящиках. Муфты НКТ поставляются без зажированности и замасленности с внутренней и внешней стороны (отсутствие следов масел, смазок, солей, технологических жидкостей СОЖ).

- Муфты НКТ, предназначенные для нанесения термодиффузионного цинкового покрытия (ТДЦ) поставляются без фосфатного покрытия. Поставщик

муфт НКТ без покрытия должен обеспечить защиту резьбы и уплотнительных поверхностей муфт от коррозии на период транспортировки муфт.

Примечание по пункту 3.10.4:

- Осевые натяги резьбы муфт НКТ и НКВ после нанесения цинкового или фосфатного покрытия, проверяемые резьбовым калибром-пробкой должны быть в соответствии нормативной документацией на муфты (если другие значения натягов не предусмотрены ТС или ПР на поставку).

Примечание по пунктам 3.10.6-3.10.7:

-Допускается альтернативная технология покрытия труб, поступивших на завод в собранном виде. Возможно свинчивание муфт с труб, замена муфт на новые с покрытием ТДЦ, или фосфат (если предусмотрено спецификацией), раздельное нанесение покрытия на трубы и муфты, свинчивание труб с муфтами на муфтонаверточном станке. Выбор схемы покрытия зависит от положений спецификации.

3.11 Температура нагрева НКТ на всех стадиях процесса нанесения защитного внутреннего покрытия не может превышать температуру отпуска материала НКТ и не должна приводить к изменению механических свойств металла основы.

3.12 Трубы НКТ новые и бывшие в эксплуатации допускаются под нанесение покрытия по результатам:

- входного контроля;
- контроля внутренней поверхности до и после проведения операции абразивоструйной обработки.

Трубы, забракованные на перечисленных этапах, возвращаются заказчику без нанесенного покрытия.

#### **4. ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛАМ ПОКРЫТИЯ**

Материалы, применяемые для нанесения покрытий, должны соответствовать требованиям сертификата качества на эти материалы или спецификации к договору на поставку и обеспечивать получение покрытия, соответствующего требованиям настоящих технических условий.

Материалы, применяемые для изготовления покрытия, должны сопровождаться сертификатом качества с указанием даты производства и срока годности, инструкцией по применению и сертификатом соответствия завода-изготовителя.

Материал для покрытия должен быть упакован в герметичную тару. Условия транспортировки и хранения должны соответствовать требованиям, указанным в инструкции по применению.

Предприятие, осуществляющее работы по нанесению покрытия должно проводить входной контроль каждой партии материала покрытия в соответствии с требованиями, определяемыми поставщиком покрытия. Если характеристики материала не соответствуют указанным параметрам, то материал не допускается в работу.

## 5. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОВЕДЕНИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

### 5.1 Подготовка поверхности НКТ и муфт к нанесению покрытий

#### 5.1.1 Очистка и термическое обезжиривание

Перед нанесением покрытия необходимо очистить резьбу, внутреннюю поверхность трубы и муфты от смазки, масляных и прочих загрязнений.

Перед очисткой НКТ необходимо обеспечить прослеживаемость в каждой партии НКТ. Реестр номеров труб и сертификат качества на трубы без покрытия предоставляются Заказчиком. Данные контроля НКТ регистрируются в Журнале входного контроля НКТ. В случае выявления несоответствующей продукции составляется «АКТ отбраковки труб на входном контроле».

Для устранения всех видов загрязнений на поверхности НКТ производится термическое обезжиривание труб и муфт в специальной печи периодического действия при температуре не выше 420°C (если другое не указано в карте контроля). При этом, специальные стеллажи с НКТ или муфтами находятся в печи на закатном устройстве.

#### 5.1.2 Абразивоструйная очистка внутренней поверхности НКТ или муфт.

После термического обезжиривания производится абразивоструйная очистка внутренней поверхности НКТ и муфт (с фосфатным покрытием). Для этого может применяться любой соответствующий материал, обеспечивающий получение необходимого качества внутренней поверхности НКТ или муфт. Температура воздуха, внутренней поверхности НКТ или муфт при проведении абразивоструйной очистки должна быть не менее чем на 3°C выше точки росы, определяемой по ISO 8502-4 и, относительной влажности воздуха не более 80%.

Перед абразивоструйной очисткой резьба НКТ и муфт защищается специальными кольцами и вставками (технологическая оснастка).

При необходимости производится абразивоструйная обработка торцов НКТ, заходной фаски (наружной фаски) и не более трех первых заходных витков резьбы (в зависимости от варианта исполнения).

На муфтах с ТДЦ покрытием абразивоструйная очистка межшипельного пространства производится в случае перенанесения полимерного покрытия на нем или в другом случае, предусмотренном картой контроля.

Степень очистки поверхности должна соответствовать классу Sa2½–3 стандарта ISO 8501-1. Шероховатость поверхности (параметр Rz), должна быть 25 мкм – 75 мкм по ISO 8503-5 или в соответствии с рекомендациями поставщика материала покрытия. С внутренней поверхности НКТ необходимо удалить стружку и прочие загрязнения, поверхность должна быть чистой.

После абразивоструйной обработки необходимо удалить пыль и остатки абразива с внутренней поверхности трубы, резьбы труб и муфт. Класс запыленности поверхности не выше 2-го по ISO 8502-3.

На очищенной внутренней поверхности новых НКТ и муфт не допускаются трещины, плены, расслоения, раковины от окалины, закаты, рванины, острые выступы, заусенцы, задиры, грубые риски, отслоения металла согласно разделу 3.6 настоящих ТУ.

На очищенной внутренней поверхности б/э НКТ и муфт не допускаются трещины, плены, расслоения, обширные очаги коррозии, закаты, рванины, острые выступы, заусенцы, задиры, грубые риски, отслоения металла. Допускаются риски глубиной не более 0,5 мм, незначительные следы коррозионного повреждения металла.

## 5.2 Нанесение покрытия

### 5.2.1 Общие положения

Перед нанесением покрытия необходимо предотвратить окисление металла, появление сырости, коррозию или загрязнение обрабатываемой поверхности, для этого после абразивоструйной очистки до начала нанесения покрытия не должно пройти времени, больше чем указано в таблице 1.

Таблица 1 - Интервал времени после абразивоструйной обработки до начала нанесения покрытия

|                                    |               |      |
|------------------------------------|---------------|------|
| Относительная влажность воздуха, % | От 60% до 80% | ≤60% |
| Интервал времени, ч                | 2             | 3    |

Покрытия наносятся на внутреннюю поверхность НКТ с уже нарезанной на концах резьбой(если иное не оговорено в спецификации или договоре).

В зависимости от варианта поставки труб (пункт 3.10) для нанесения покрытия, НКТ поступают:

- без муфт (пункты 3.10.1-3.10.5). При этом нанесение покрытия межнипельный участок муфт НКТ производится отдельно от труб с помощью специальной оснастки.

- с муфтами (пункты 3.10.6 и 3.10.7). При этом нанесение покрытия на межвитковый участок муфт НКТ производится в сборе с НКТ.

Примечание: по пунктам 3.10.6-3.10.7:

- Допускается альтернативная технология покрытия труб, поступивших на завод в собранном виде.

Возможно свинчивание муфт с труб, замена муфт на новые с покрытием ТДЦ или фосфат (если предусмотрено спецификацией), отдельное нанесение покрытия на трубы и муфты, свинчивание труб с муфтами на муфтонаверточном станке. Выбор схемы покрытия зависит от положений спецификации.

На первые витки резьбы (не более трех) свободного конца НКТ, а также на торец и заходную (наружную) фаску ниппельного конца наносится покрытие. Следует избегать слишком толстого покрытия и избегать нанесения покрытия на большее количество витков резьбы муфты или ниппельного конца трубы. Толщина покрытия не должна препятствовать свинчиванию труб и муфт в заводских условиях или на месторождении. Момент свинчивания не должен превышать установленного API 5C1 и ГОСТ 34380.

*Примечание:*

1. Толщина покрытия на торцах, заходной (наружной) фаске и резьбе не подлежит контролю.

2. Нанесение покрытия на первые заходные витки (не более 3-х) резьбы ниппеля НКТ после отверждения покрытия может привести к незначительному увеличению натяга (до 2,5мм для резьбы с шагом 2,54мм и до 3,2мм для резьбы с шагом 3,175мм) от стандартно-регламентируемого НД. Контроль проводится при помощи калибра кольца. Увеличение (за счет покрытия) натяга на резьбе ниппеля не препятствует правильному свинчиванию соединения насосно-компрессорной трубы.

3. Нанесение покрытия на межниппельный интервал муфты НКТ (смотри таблицу №2) после отверждения покрытия может привести к незначительному увеличению натяга (до 2,5мм для резьбы с шагом 2,54мм и до 3,2мм для резьбы с шагом 3,175мм) от стандартно-регламентируемого НД. Контроль проводится при помощи калибра пробки. Увеличение (за счет покрытия) натяга на резьбе муфты не препятствует правильному свинчиванию соединения насосно-компрессорной трубы.

4. Покрытие, наносимое на первые заходные витки (не более трех) резьбы ниппеля НКТ должно полностью покрывать вершины и боковые поверхности резьбы. Из-за слишком тонкого слоя допускается наличие несплошностей и микротрещин покрытия во впадинах резьбы ниппеля НКТ.

Температура в производственном помещении при нанесении, как первого, так и второго слоя покрытия должна быть в пределах 15 °С – 40 °С, относительная влажность не более 80 %. Помещение, в котором производится нанесение покрытия должно иметь приточно-вытяжную и общеобменную вентиляцию. Только после высыхания первого слоя можно наносить второй слой покрытия. При относительной влажности более 80 % работы необходимо прекратить.

Таблица 2 – Рекомендуемая длина защитного пояса муфты НКТ

| Типоразмер НКТ                                                   |                       | Длина пояса, мм |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------|
| Гладкие НКТ с резьбой треугольного профиля                       | условный Ø до 89 мм   | 40±5            |
|                                                                  | условный Ø 102-114 мм | 44±5            |
| НКТ с высаженными наружу концами, с резьбой треугольного профиля | все Ø                 | 44±5            |

Примечание: при нанесении защитного пояса на муфты в собранном виде (на трубах), ширина пояса должна обеспечивать 100% защиту (перекрытие) межниппельного участка труб НКТП при монтаже колонны, и удовлетворять требованиям таблицы №2 по длине пояса деленое пополам.

### 5.2.2 Нанесение праймера

Для нанесения праймера, труба не нагревается.

Приготовление покрытий для нанесения, осуществляется согласно существующим технологическим инструкциям и рекомендациям завода-изготовителя материала покрытия.

После нанесения покрытия (как после первого слоя, так и после второго слоя покрытия) необходимо провести внешний осмотр при освещенности контролируемой поверхности не менее 500 лк. Внешний вид пленки после нанесения покрытия должен быть без подтеков, пузырей вздутий, отслоений, несплошностей и трещин покрытия. Допускается наличие несплошностей и микротрещин покрытия во впадинах резьбы ниппеля НКТ.

В процессе нанесения необходимо периодически проверять толщину мокрой пленки покрытия. Проверка толщины мокрой пленки покрытия труб проводится согласно ISO 2808, на первых 3х трубах и далее на каждой 5-той трубе. Покрытие в местах контроля заглаживается после завершения контроля.

Толщина мокрой плёнки:

- для праймера жидких покрытий 150-250 мкм;
- для праймера порошковых покрытий 25-50 мкм.

После нанесения покрытия на внутреннюю поверхность НКТ, а также резьбы, фаски и торцы НКТ, необходимо, в соответствии с технологической инструкцией, провести обработку труб в сушильной печи. Температура в печи должна быть равномерной, перепад температуры должен контролироваться в пределах  $\pm 20$  °С.

*Примечание:*

1. Сушка праймера для жидкостных покрытий, осуществляется согласно существующим технологическим инструкциям и определяется изготовителем материала покрытия.

2. Сушка праймера для порошковых покрытий, осуществляется с выдержкой перед загрузкой в печь сушки не менее 15 минут и далее согласно существующим технологическим инструкциям и определяется изготовителем материала покрытия.

Толщина отверждённого праймера:

- для жидкостных покрытий 75-150 мкм (толщина контролируется на остывших, как минимум до 60°C трубах).

- для порошковых покрытий 25 мкм. (Величина является справочной, контроль толщины не производится и обеспечивается технологическими режимами производителя).

### 5.2.3 Нанесение верхнего (окончательного) слоя покрытия 面漆

Для жидкостных покрытий - интервал времени после обработки в сушильной печи первого слоя покрытия до момента нанесения второго слоя покрытия не должен превышать 24 часа. Процесс нанесения окончательного слоя покрытия аналогичен процессу нанесения праймера.

Для порошковых покрытий – трубу с отверждённым праймером необходимо нагреть перед нанесением основного (порошкового) покрытия. Температурно-временные режимы нанесения-отверждения покрытия взаимосвязаны и определяются согласно требованиям завода-изготовителя материала порошкового покрытия.

После нанесения покрытия (как после первого слоя, так и после второго слоя покрытия) необходимо провести внешний осмотр при освещенности контролируемой поверхности не менее 500 лк. Внешний вид пленки после нанесения покрытия должен быть без подтеков, пузырей вздутий, отслоений, несплошностей и трещин покрытия. Допускается наличие несплошностей и микротрещин покрытия во впадинах резьбы ниппеля НКТ.

В процессе нанесения необходимо периодически проверять толщину мокрой пленки жидкого покрытия. Проверка толщины мокрой пленки покрытия труб проводится согласно ISO 2808, на первых 3х трубах и далее на каждой 5-той трубе. Покрытие в местах контроля заглаживается после завершения контроля. Толщина мокрой плёнки для жидкостных покрытий – 150-250 мкм.

В процессе нанесения необходимо периодически проверять толщину порошкового покрытия сразу после нанесения, охладив трубу при помощи воздуха или воды (температура воды должна контролироваться в диапазоне 25-60°C в зависимости от типа покрытия) до температуры, безопасной для работы измерительных приборов.

Толщина порошкового покрытия – 175-660 мкм (По рекомендации изготовителя ЛКМ). Трубы, на которых не производится контроль толщины, должны перемещаться в печь полимеризации сразу после окрашивания.

После нанесения каждого слоя покрытия на внутреннюю поверхность НКТ необходимо в соответствии с технологической инструкцией провести обработку труб в сушильной печи. Температура в печи должна быть равномерной, перепад температуры должен контролироваться в пределах  $\pm 20$  °С.

*Примечание:*

Сушка верхнего слоя жидкостного и порошкового покрытия осуществляется согласно существующим технологическим инструкциям и, определяется изготовителем материала покрытия.

Толщина отвержденного основного слоя жидких покрытий 75-150мкм (в зависимости от типа покрытия).

Толщина отвержденного слоя порошковых покрытий 175-660мкм (в зависимости от типа покрытия).

Указание по толщине отвержденного слоя основного покрытия является справочной и не подлежит контролю (контролю подвергается толщина покрытия в целом).

Внешний вид отверждённого покрытия контролируют визуально. Покрытие не должно иметь пузырей, трещин, усадочных раковин, пропусков, вздутий, забоин, вмятин, отслоений и других дефектов, ухудшающих качество покрытия.

Ремонт внутреннего защитного покрытия не допускается (под ремонтом в этом случае понимается локальное восстановление покрытия в различных точках по длине трубы. Данный абзац не связан с технологией локального восстановления покрытия по торцам труб).

Показатели свойств внутреннего покрытия НКТ должны соответствовать требованиям таблицы 3 (в таблице приведены приемо-сдаточные испытания, которые проводятся в заводской лаборатории).

Характеристики типов покрытий серии ТС представлены в приложении J.

Таблица 3 - Показатели свойств внутреннего покрытия НКТ

| № | Свойство                                           | Показатель свойства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Способ проверки                             |
|---|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1 | Внешний вид                                        | Гладкая ровная поверхность, однородный цвет, отсутствие блистерингов, трещин, усадочных раковин, отслоений, забоин, вмятин и других дефектов.                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Визуальный осмотр                           |
| 2 | Толщина покрытия                                   | - жидкое – 150-250 мкм<br>- порошковое – 175-660 мкм                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Приложение С<br>ISO 2808                    |
| 3 | Диэлектрическая сплошность покрытия                | Пропуски не допускаются                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Приложение<br>DNACETM 0384                  |
| 4 | Шероховатость покрытия (Rz)                        | <15 мкм                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Приложение Е<br>ISO 4287                    |
| 5 | Твёрдость покрытия (по карандашу)                  | ≥4Н                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Приложение F<br>ISO 15184                   |
| 6 | Износоустойчивость<br>Метод падающей струи песка   | ≥2,0 л песка / мкм покрытия                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Приложение<br>GASTMD968                     |
| 7 | Адгезия<br>методом решетчатого надреза             | Класс ≤2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Приложение Н<br>ISO 2409                    |
| 8 | Адгезия<br>методом Х-образного надреза             | Класс ≤2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Приложение Н<br>BS EN 10289-2002<br>Annex D |
| 9 | Испытание высокой температурой и высоким давлением | - Раствор NaOH с pH 12,5, при температуре 148 °С, давлении 70 МПа, в течение 24 часов не должно появиться блистерингов, возможно легкое изменение цвета, адгезия резом не должна превышать установленных норм.<br>- Раствор NaOH с pH 12,5, при температуре 70 °С, давлении 40 МПа, в течение 24 часов не должно появиться блистерингов, возможно легкое изменение цвета, адгезия резом не должна превышать установленных норм. | Приложение I<br>NACETM 0185                 |

### 5.3 Удаление забракованного покрытия для повторного его нанесения

При превышении межоперационного времени или несоответствии покрытия техническим требованиям, покрытие разрушается путем нагрева в печи для термического обезжиривания, затем удаляется путем абразивоструйной очистки и производится нанесение нового.

Допускается удаление покрытия, не удовлетворяющего требованиям настоящих ТУ, путем абразивоструйной очистки, при увеличенном количестве проходов абразивоструйной головки, достаточным для полного удаления покрытия с поверхности НКТ и, придания ей характера, удовлетворяющего требованиям настоящих ТУ.

Схема удаления покрытия выбирается заводом по нанесению в зависимости от вида несоответствия.

## **6. ТРЕБОВАНИЯ К СНЯТИЮ И НАВИНЧИВАНИЮ МУФТ НКТ**

Муфты отворачиваются с НКТ до нанесения покрытия в случае поставки труб по пунктам 3.10.6 и 3.10.7 с учетом примечания к данным пунктам.

Отворот муфт с НКТ производится по отдельному техпроцессу согласно нормативной документации на конкретный вид НКТ.

Отворот муфт с НКТ производится на муфтонаверточном станке, согласно требованиям нормативной документации на НКТ.

Муфты НКТ навинчиваются на НКТ после нанесения на трубы покрытия.

Навинчивание муфт НКТ производится по отдельному техпроцессу согласно нормативной документации на конкретный вид НКТ.

Внешний вид покрытия муфт контролируют визуально. Поверхность покрытия должна быть гладкой, ровной, без усадочных раковин, наплывов и других дефектов.

Навинчивание муфт производится на муфтонаверточном станке, согласно требованиям нормативной документации на НКТ. Значение величины крутящего момента определяется производителем НКТ для каждого типоразмера в нормативной документации. Муфтонаверточный станок должен обеспечивать индикацию крутящего момента при навинчивании муфты с построением диаграммы крутящего момента. Компьютерная система управления моментом автоматически определяет пригодность конкретного свинченного резьбового соединения.

Тип защитной смазки, наносимой на резьбу НКТ и муфт регламентируется условиями договорами и определяется заказчиком.

Герметичность соединения ниппель-муфта НКТ обеспечивается применением высококачественной резьбоуплотнительной смазки и соблюдением регламентированного момента свинчивания для каждого типоразмера НКТ. Кроме того, контролируется длина силового навинчивания (в соответствии с инструкцией).

## 7. МАРКИРОВКА, УПАКОВКА, КОМПЛЕКТНОСТЬ

### 7.1 Навинчивание предохранительных заглушек и покраска НКТП

После проверки на соответствие готовой продукции, на резьбу ниппеля и муфты наносится слой консервационной или резьбоуплотнительной смазки (по требованию Заказчика), после чего накручиваются предохранительные детали.

По требованию Заказчика на наружную поверхность НКТП возможно нанесение антикоррозионного покрытия на время транспортировки и хранения труб. Материалом для получения покрытия является водно-дисперсионная грунтовка с добавлением вспомогательных веществ (типа Уникор-К или аналог). Требования к подготовке поверхности, подготовке материала к нанесению, толщине покрытия и качеству покрытия согласно нормативной документации на материал, используемый для получения покрытия.

### 7.2 Правила нанесение маркировки

#### 7.2.1 Маркировка краской.

По требованию Заказчика (указанному в спецификации или договоре) на наружную поверхность НКТП наносится маркировка устойчивой светлой краской.

Расположение маркировки и содержание маркировки в соответствии с НД на изготовление труб (если другое не оговорено в спецификации).

Содержание дополнительной маркировки НКТП:

- товарный знак или наименование предприятия-изготовителя покрытия;
- дата производства покрытия (месяц, год);
- тип покрытия.

Маркировку наносят по трафарету или промышленными струйными принтерами.

#### 7.2.2 Маркировка клеймением.

По требованию Заказчика (указанному в спецификации или договоре) на наружную поверхность НКТП наносится маркировка клеймением.

Расположение маркировки следует после маркировки клеймением трубного завода.

Содержание дополнительной маркировки клеймением НКТП (если другое не оговорено в спецификации):

- товарный знак или наименование предприятия-изготовителя покрытия;
- дата производства покрытия (месяц, год);
- тип покрытия.

Маркировку наносят ручными клеймами или промышленными маркираторами.

Примечание: по требованию Заказчика маркировка на НКТП может выполняться в соответствии с приложением №15 (пункт 22) к методическим

указаниям компании ПАО НК Роснефть «Единые технические требования к УЭЦН, ШСНУ, НКТ и другому оборудованию для добычи нефти» № П1-01.05 М-0005 версия 6.00 (или другая актуальная версия).

### 7.3 Упаковка НКТП

После нанесения маркировки производится увязка НКТП в пакеты.

При увязке НКТП комплектуются пакеты весом не более 5 тонн. При увязке новых НКТ в пакеты допускается комплектация пакета НКТП трубами, в порядке их окончательной приемки. На каждом пакете должны быть привязаны по 2 бирки предприятия-изготовителя покрытия, содержащие всю необходимую информацию. НКТП увязываются стяжными лентами или проволокой, не менее, чем в трёх местах. При этом пакет комплектуется двумя транспортными хомутами. По требованию Заказчика НКТП могут поставляться упакованными в деревянных или пластмассовых ложементах.

### 7.4 Комплектность

В комплект поставки НКТ с внутренним покрытием входят:

- НКТ с внутренним покрытием, с навинченными муфтами;
- комплект сопроводительной документации, включающий: сертификат качества на НКТ, сертификат качества на внутреннее покрытие НКТ.

Примечание: по требованию Заказчика в комплект поставки могут включаться:

- направляющие воронки (для безопасного монтажа НКТП);
- шаблоны для контроля кривизны труб перед спуском;
- межниппельные вставки HI-Stream;
- другой вид оборудования для безопасной эксплуатации НКТП, согласованный к поставке заводом.

## **8. ПРАВИЛА ПРИЕМКИ НКТ и НКТП**

8.1 Проверку качества и приемку НКТ с заводским покрытием осуществляет служба контроля качества завода изготовителя.

8.2 НКТ с внутренним покрытием предъявляют к приемке партиями. Партия должна состоять из труб одного сортамента, одной группы прочности, с внутренним покрытием, нанесенным по установившейся технологии с использованием лакокрасочных материалов одной марки. Количество труб в партии должно быть не более 1000 штук для труб диаметром до 114,3 мм включительно.

8.3 Для определения соответствия труб с покрытием требованиям настоящих технических условий проводят:

- входной контроль НКТ, поступающих для нанесения покрытия;
- входной контроль материалов, предназначенных для производства покрытия;
- производственный контроль процесса нанесения покрытия;
- приемо-сдаточные испытания.

8.4 Входной контроль проводят согласно требованиям раздела 3 настоящих ТУ, а также, по технологической инструкции, разработанной и утвержденной заводом в установленном порядке.

8.5 Трубы НКТ и материалы, не прошедшие входной контроль, не допускаются к нанесению покрытий.

8.6 Производственный контроль процесса нанесения покрытия проводится предприятием, осуществляющим работы по нанесению покрытий по показателям и с периодичностью согласно приложению А.

8.7 Приемо-сдаточные испытания НКТ с внутренним жидким или порошковым покрытиями, по показателям 1, 2, 4, 5, 7, 8 и 9 таблицы 3 раздела 5 настоящих ТУ, проводят на специальных образцах-свидетелях (см. приложение В) по одному испытанию на каждую партию покрытия, либо на один заказ, если количество труб в заказе менее 1000. Испытания по показателям 1, 2, 3 таблицы 3 раздела 5, являются частью производственного контроля и выполняются согласно приложению А. По показателю 6 таблицы 3 раздела 5 настоящих ТУ проводится одно испытание на 1000 тонн НКТ (если нет других требований заказчика).

8.8 При получении неудовлетворительных результатов производственного контроля необходимо остановить производство и принять меры к устранению несоответствий.

8.9 При неудовлетворительных результатах приемо-сдаточных испытаний, хотя бы по одному из показателей свойств, проводят повторные испытания. При получении повторно неудовлетворительных результатов испытаний

необходимо остановить производство и принять меры к устранению несоответствий. Забракованные трубы поступают на удаление покрытия и повторное нанесение.

8.10 В случае несоответствия маркировки и упаковки НКТП должны быть приняты меры по выполнению требований.

8.11 Для каждой партии НКТП в сертификате качества предприятие-изготовитель указывает следующие данные по покрытию:

- наименование производителя и (или) его товарный знак;
- номер технических условий на трубы с покрытием;
- номер партии труб с покрытием;
- дату инспекции;
- марку покрытия;
- показатели свойств покрытия (согласно приемо-сдаточным испытаниям).

8.12 Заказчик имеет право вводить независимый контроль качества с соответствующей отметкой в сертификате качества за собственный счет (если другое не предусмотрено договором на поставку).

## 9. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПОКРЫТИЯ

9.1 Наличие жировых загрязнений на внутренней поверхности контролируют визуально.

9.2 Шероховатость внутренней поверхности после абразивоструйной обработки контролируют по ISO 8503-5 с помощью механического толщинометра с применением реплик для определения высоты профиля поверхности.

9.3 Запыленность внутренней поверхности по количеству частиц пыли контролируют с применением специальной липкой ленты согласно ISO 8502-3.

9.4 Влажность окружающего воздуха контролируют с помощью любого аттестованного измерителя влажности.

9.5 Контроль качества внутренней поверхности труб на наличие дефектов и несовершенств осуществляют визуальным контролем в т.ч. с применением видеоэндоскопа (в случае необходимости).

9.6 Интервал времени между абразивоструйной обработкой внутренней поверхности и нанесением покрытия обеспечивает технология производства. При остановках время контролируют с помощью часов любого типа. При превышении регламентированного интервала времени выполняется повторная абразивоструйная обработка поверхности трубы.

9.7 Толщину влажной пленки покрытия контролируют гребенкой Россмана по ISO 2808.

9.8 Температуру нагрева трубы до нанесения порошка контролируют термопарой контактного типа с погрешностью измерения  $\pm 1^\circ\text{C}$ , инфракрасным термометром или термоиндикаторными плавкими карандашами.

9.9 Контроль качества покрытия должен проводиться после отверждения нанесенного покрытия и после его охлаждения.

9.10 Внешний вид сухой пленки контролируют визуально: проводится внешний осмотр с двух концов трубы при освещенности контролируемой поверхности не менее 500 лк. Пленка должна быть без пропусков, вздутий, пузырей, трещин, усадочных раковин, отслоений, забоин, вмятин и других дефектов. Данному виду контроля подвергается 100% труб. В сомнительных случаях проводится проверка с помощью эндоскопа. (см. п.1 табл.3 раздел 5).

9.11 Толщину сухой пленки на внутренней поверхности труб контролируют в соответствии с ISO 2808, контактным толщиномером, предназначенным для измерения толщины неферромагнитных покрытий на ферромагнитной подложке с точностью  $\pm 2\%$  (см. п.2 табл.3 раздел 5). Измерение проводится на расстоянии до 100 мм от торца трубы в 4 точках сечения трубы, отстоящих друг от друга на  $90^\circ$ . Полученные данные должны соответствовать требованиям п.2 табл.3 раздел 5.

9.12 Адгезия покрытия методом Х-образного надреза при температуре  $(23\pm 2)$  °С определяют по методике стандарта BS EN 10289-2002 Annex D (см. п.7 табл.3 раздел 5).

9.13 Адгезия покрытия методом решётчатого надреза при температуре  $(23\pm 2)$  °С определяют по ISO 2409 и применяется для покрытий с толщиной не более 250мкм.

9.14 Шероховатость покрытия определяют в соответствии с ISO 4287 (см. п.4 табл.3 раздел 5) при помощи профиломера.

9.15 Твердость пленки с использованием карандаша при температуре  $(23\pm 2)$ °С определяют по ISO 15184 (см. п.5 табл.3 раздел 5) при помощи специального прибора.

9.16 Диэлектрическая сплошность НКТП согласно NACE TM 0384 (см. п.3 табл.3 раздел 5).

9.17 Определение стойкости покрытия к истиранию (см. п.6 табл.3 раздел 5) производят в соответствии с ASTM D968.

9.18 Испытание высокой температурой и высоким давлением в автоклаве (см. п.8 табл.3 раздел 5) проводится согласно NACE TM0185.

9.19 Проверку качества покрытия муфт, маркировки и упаковки НКТ с покрытием осуществляют визуальным контролем).

## **10.ТРЕБОВАНИЯ К ХРАНЕНИЮ, ПОГРУЗКЕ И ТРАНСПОРТИРОВКЕ НКТП**

### **10.1 Хранение**

НКТП должна храниться в пакетах. Площадка для хранения НКТП должна быть ровной и прочной.

При хранении на открытом складе расстояние от земли до поверхности должно быть не менее 0.2 м. Каждая труба должна иметь не менее, чем три точки опоры. Необходимо принять меры для предотвращения деформации труб.

Трубы можно складировать штабелями, но высота штабеля не должна превышать 3 м. Между рядами пакетов труб должно быть уложено не менее трех деревянных, полимерных или композитных прокладок толщиной не менее 35 мм, равномерно распределенных подлине пакетов в соответствии с ГОСТ 10692-2015г.

При хранении НКТП резьбы должны быть защищены от повреждения специальными предохранительными деталями.

Запрещается складывание на штабеле НКТП тяжелых предметов.

Для предотвращения попадания УФ-лучей на покрытие при хранении на открытых площадках НКТП должны быть защищены специальными колпаками.

Остальные требования - в соответствии с инструкцией по эксплуатации для НКТП.

### **10.2 Погрузка/разгрузка и транспортировка труб**

Необходимо использовать соответствующее грузоподъемное средство для подъема и спуска труб. Запрещается использовать стальные ломы без резиновых насадок для перемещения труб.

При подъеме пакета с НКТП необходимо использовать транспортные хомуты.

При погрузке на транспортное средство необходимо предотвратить деформацию труб. Чтобы предотвратить падение или перемещение труб при транспортировке, пакеты с трубами необходимо закрепить.

В процессе транспортировки необходимо предотвратить повреждение покрытия.

## 11. ГАРАНТИИ КАЧЕСТВА ПОКРЫТИЙ

Завод-изготовитель защитного покрытия гарантирует соответствие качества покрытия требованиям настоящих ТУ, технической спецификации на поставку НКТП.

Изготовитель защитного покрытия гарантирует срок службы покрытия внутренней поверхности НКТП в процессе хранения на открытой площадке с установленными торцевыми заглушками и температуре окружающей среды от минус 60 °С до плюс 60 °С в течение 18 месяцев с даты отгрузки или 12 месяцев от начала эксплуатации, при соблюдении оговоренных в настоящих ТУ и Инструкции по эксплуатации ИЭ 1390-001-64732752-2016 условий их складирования, хранения, транспортирования, монтажа и эксплуатации колонны НКТП.

ИЭ 1390-001-64732752-2016 «Трубы насосно-компрессорные с внутренним защитным покрытием серии ТС3000. Инструкция по эксплуатации» содержит описание и требования по эксплуатации НКТП с защитными покрытиями производства Hilong Group, в том числе общие положения, назначение изделия, упаковка НКТП, хранение НКТП, погрузочно-разгрузочные работы и транспортирование НКТП, использование НКТП по назначению (требования к эксплуатации и СПО), разбраковка и ремонт НКТП (в т.ч. очистка).

Дефекты покрытия, возникшие в результате нарушения требований настоящих ТУ и ИЭ, не являются признаком заводского брака.

При выполнении операции навинчивания муфт НКТ, завод дает гарантию герметичности «заводского» соединения муфта-ниппель НКТ (без проведения операции по гидростатическому испытанию) на срок, соответствующий гарантийному сроку предоставляемого предприятием-изготовителем НКТ, при условии соблюдения потребителем НКТ требований инструкции по эксплуатации НКТ.

## **12. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

К выполнению работ по нанесению полимерного покрытия на НКТ допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медицинское освидетельствование, обучение и, аттестованные в установленном порядке.

Каждый работник в обязательном порядке проходит инструктаж по технике безопасности на рабочем месте, с отметкой в журнале инструктажа.

На рабочих местах вывешиваются четко читаемые необходимые правила и инструкции по технике безопасности и промышленной санитарии.

При выполнении работ по подготовке поверхности и нанесению полимерного покрытия, работающий персонал обеспечивается спецодеждой и средствами индивидуальной защиты (защитные очки, перчатки, респираторы или противогазы, защитные шлемы, беруши) в соответствии с требованиями ГОСТ 12.3.002 и ГОСТ 12.3.016.

Работы по нанесению покрытия на внутреннюю поверхность НКТ проводятся в соответствии с требованиями ГОСТ 12.3.005

Содержание вредных веществ в рабочей зоне помещений не должно превышать норм, установленных ГОСТ 12.1.005

При эксплуатации установок следует соблюдать «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

Недопустимо попадание компонентов материала или их смеси в канализацию, сточные воды, грунт. Отвержденный продукт можно утилизировать как твердые эпоксидные синтетические материалы.

Камера абразивоструйной обработки внутренней поверхности НКТ должна иметь индивидуальную вентиляционную систему с пылеулавливанием. Участки нанесения покрытий должны иметь местный отсос.

Приточно-вытяжная и общеобменная вентиляция производственного помещения в сочетании с местным отсосом от камер должны обеспечивать удаление пыли в виде аэрозоля из зоны производственного помещения до концентрации, не превышающей ПДК.

Контроль за соблюдением предельно допустимых выбросов в атмосферу при нанесении покрытия на внутреннюю полость НКТ должен осуществляться согласно ГОСТ 17.2.3.02 и технических условий на применяемые материалы.

Специальные мероприятия для предупреждения вреда окружающей среде, здоровью и генетическому фонду человека при изготовлении, хранении, транспортировании и эксплуатации НКТ с внутренним защитным покрытием должны выполняться в соответствии с настоящими ТУ и требованиями нормативных документов, действующих на территории РФ.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### ПЛАН ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОНТРОЛЯ ПРИ НАНЕСЕНИИ ПОКРЫТИЙ НА ВНУТРЕННЮЮ ПОВЕРХНОСТЬ НКТ

Таблица 4 – План производственного контроля

| Вид контроля                                                                                                                                 | Пункт требований в ТУ          | Периодичность контроля                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------|
| 1. Визуальный контроль внешнего вида внутренней и внешней поверхности труб без покрытия на предмет наличия дефектов и несовершенств.         | П.3.3-3.9                      | Каждая труба                                      |
| 2. Проверка температуры воздуха, относительной влажности воздуха и точки росы.                                                               | П.5.1.2                        | Два раза в смену                                  |
| 3. Контроль степени очистки поверхности труб после абразивоструйной очистки                                                                  | П.5.1.2                        | Каждая труба                                      |
| 4. Контроль шероховатости поверхности после абразивоструйной очистки (параметр Rz).                                                          | П.5.1.2                        | Два раза в смену                                  |
| 5. Контроль степени запылённости внутренней поверхности труб.                                                                                | П.5.1.2                        | Каждые два часа                                   |
| 6. Визуальный контроль внешнего вида внутренней поверхности труб после абразивоструйной очистки на предмет наличия дефектов и несовершенств. | П.5.1.2                        | Каждая труба                                      |
| 7. Контроль температуры труб перед нанесением первого слоя покрытия (после печи отжига).                                                     | П.5.1.2                        | Каждый час                                        |
| 8. Контроль толщины неотверждённой плёнки первого и второго слоя покрытия.                                                                   | П.5.2                          | На первых пяти трубах и далее через каждые 5 труб |
| 9. Контроль температуры нагрева труб при нанесении порошкового покрытия.                                                                     | П.5.2                          | Первая труба и далее каждый час                   |
| 10. Визуальный контроль внешнего вида покрытия.                                                                                              | П.5.2; п.1 таб.3               | Каждая труба                                      |
| 11. Контроль толщины отверждённой плёнки.                                                                                                    | П.5.2; п.2 таб.3; Приложение С | Каждая пятая труба                                |
| 12. Контроль диэлектрической сплошности покрытия.                                                                                            | п.3 таб.3; Приложение D        | Каждая труба                                      |
| 13. Контроль величины крутящего момента муфт.                                                                                                | П.6                            | Каждая труба                                      |

|                                                            |       |                                                             |
|------------------------------------------------------------|-------|-------------------------------------------------------------|
| 14. Контроль длины свинчивания муфт.                       | П.6   | На первых пяти трубах и далее через каждые 10 труб          |
| 15. Визуальный контроль наличия и правильности маркировки. | П.7.2 | Каждая труба                                                |
| 16. Визуальный контроль наличия торцевых заглушек.         | П.7.1 | Каждая труба                                                |
| 17. Контроль правильности увязки труб в пакеты.            | П.7.3 | Каждая труба                                                |
| 18. Контроль сопроводительной документации.                | П.7.4 | Каждая отгружаемая транспортная единица (автомашина, вагон) |

## **ПРИЛОЖЕНИЕ В**

### **ТРЕБОВАНИЯ К ЭТАЛОННЫМ ОБРАЗЦАМ**

При изготовлении образцов в лаборатории необходимо, чтобы условия подготовки поверхности стальной подложки, условия нанесения и качество покрытия соответствовали требованиям ТУ 24.20.12-001-64732752-2020.

Также, образец покрытия можно получить следующим образом. В эталонной НКТ, соответствующей типоразмеру покрываемых НКТ, прорезается несколько отверстий наподобие «окошек» прямоугольной определенной формы. Затем из материала аналогичной трубы изготавливаются несколько образцов - «заслонок» таких же размеров. Окошки в эталонной трубе закрываются «заслонками» и производится покраска собранной трубы на производственной линии в соответствии с ТУ 24.20.12-001-64732752-2020. Размеры «окошек» и «заслонок» подбираются произвольно, учитывая лишь фактор достаточности площади поверхности образца для проведения всех необходимых последующих испытаний.

Перед испытанием проводится визуальный осмотр образцов с нанесенным покрытием и делаются записи в АКТе испытания образцов.

Для идентификации на образцы наносится маркировка любым доступным методом. При этом не допускается нарушений покрытия.

Также, при испытании покрытия, полученного на технологической линии, образец вырезают из трубы с покрытием. (если данная схема согласована с Заказчиком).

## ПРИЛОЖЕНИЕ С

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЛЩИНЫ ОТВЕРЖДЁННОЙ (СУХОЙ) ПЛЁНКИ ПОКРЫТИЯ

1. Данный вид испытаний производится при помощи электронных толщиномеров соответствующего назначения, по методике стандарта ISO 2808 или аналогичных.
2. Перед эксплуатацией прибора производится его калибровка в соответствии с инструкцией завода изготовителя. А также обнуляется статистика последних измерений.
3. На каждом конце трубы определяются по 4 точки измерения (по окружности через 90°С)
4. Если шероховатость металлической поверхности (внутренней поверхности труб) превышает 25% от толщины покрытия, данный факт учитывается при подсчётах результатов.
5. При необходимости поверхность покрытия очищается от пыли, масляных и прочих загрязнений, магнитная головка зонда также должна быть чистой.
6. Далее, в зависимости от модели измерительного прибора, производится его включение и переход в режим измерений.
7. Для осуществления замеров рабочая поверхность головки зонда-датчика плотно прислоняется к внутренней поверхности трубы с нанесённым покрытием. На дисплее прибора появляется измеренное числовое значение в установленных единицах.
8. Для следующего замера повторяется п.6 данного приложения.
9. Прибор выключается, если не оснащён функцией автоотключения.
10. Делается запись в контрольном протоколе (журнале).

## ПРИЛОЖЕНИЕ D

### КОНТРОЛЬ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СПЛОШНОСТИ ПОКРЫТИЯ

1. Данный вид испытаний производится при помощи специализированной установки с регистрационным компьютером, по методике стандарта NACE TM 0384.

Установка проверки диэлектрической сплошности покрытия оснащена детектором, чувствительным к сопротивлению изоляционного покрытия. При наличии во внутреннем покрытии трубы даже незначительного отсутствия сплошности, соляной раствор воды обеспечивает проводимость электрического тока в данном месте, и установка подаёт звуковой сигнал о наличии «пробоя».

2. Для проверки диэлектрической сплошности покрытия, используется электрическая цепь постоянного тока, с максимальным напряжением 90В (обычно  $67,5 \pm 1$ В), сопротивлением  $80\,000\, \Omega \pm 10\%$ . Положительный полюс цепи подаётся на губку с электролитическим раствором, отрицательный - на трубу.

3. Калибровка установки выполняется в начале каждой смены.

4. Скорость движения проверочной каретки при контроле устанавливается не более 18 м/мин.

5. Электролитный раствор имеет состав: 10 л недистиллированной воды, 3% (300г) поваренной соли (NaCl), 10 мл жидкого бытового чистящего средства, для наилучшей смачиваемости губкой поверхности трубы.

6. Форма поролоновой губки – цилиндрическая либо торробразная. Наружный диаметр губки на 20 мм больше внутреннего диаметра тела трубы. Площадь контакта губки с внутренней поверхностью тела трубы не менее 77 см<sup>2</sup>. Размеры губки устанавливаются в зависимости от диаметра тела трубы (см. таблицу 5)

Таблица 5 -Зависимость размеров губки от внутреннего диаметра тела трубы

| Тип трубы | Внешний Ø тела трубы, мм | Внутренний Ø тела трубы, мм | Ø губки, мм | Минимальная толщина губки, мм |
|-----------|--------------------------|-----------------------------|-------------|-------------------------------|
| НКТ       | 60                       | D-2S                        | (D-2S)+20   | 37                            |
| НКТ       | 73                       | D-2S                        | (D-2S)+20   | 30                            |
| НКТ       | 89                       | D-2S                        | (D-2S)+20   | 26                            |
| НКТ       | 102                      | D-2S                        | (D-2S)+20   | 23                            |
| НКТ       | 114                      | D-2S                        | (D-2S)+20   | 21                            |

7. Губка, закреплённая на наконечниках контрольных штанг установки, смачивается соляным раствором (электролитом). По мере износа губки заменяются на новые.

8. Контрольные штанги (одновременно работает две штанги) со смоченными губками прогоняются по всей длине внутренней поверхности контролируемых труб. Контроль осуществляется на обратном ходе каретки.

9. По завершении испытания допускаются остатки электролитного раствора на поверхности трубы. Данное явление не оказывает негативного влияния на качество покрытия.

10. Компьютер системы управления и программное обеспечение установки оснащены возможностью регистрации результатов испытаний и их длительного хранения.

11. При проведении испытаний производится регистрация данных в контрольном протоколе, а также на компьютере.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ Е**

### **КОНТРОЛЬ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОКРЫТИЯ**

1. Данный вид испытаний производится при помощи специализированного прибора, по методике стандарта ISO 4287.

2. Действие прибора основано на принципе ощупывания неровностей исследуемой поверхности алмазной иглой щупа и преобразования, возникающих при этом механических колебаний щупа в изменения напряжения, пропорциональные этим колебаниям. Результаты измерения параметров шероховатости выводятся на жидкокристаллический дисплей. Преобразователь, которым управляет двигатель, производит линейное, равномерное движение по измеряемой поверхности, контактный щуп в перпендикулярном направлении с шагом по поверхности совершает движение вверх и вниз, в соответствии с профилем измеряемой поверхности. Движение преобразуется в электрический сигнал, который усиливается и преобразуется в цифровой. Сигнал обрабатывается центральным процессором в Ra и Rz значения прежде, чем показывается на экране.

3. Контроль осуществляется по параметру Rz.

4. Перед использованием, прибор, при необходимости, калибруется, согласно руководству по эксплуатации.

5. При необходимости поверхность покрытия очищается от пыли, масляных и прочих загрязнений, измерительная головка также должна быть чистой.

6. Выбирается необходимый режим измерений, согласно руководству по эксплуатации прибора.

7. Производится измерение на образцах-свидетелях, путём плотного прислонения рабочего стержня прибора к контролируемой поверхности покрытия. Запускается измерение, продолжающееся несколько секунд. После чего выбранный измеренное числовое значение высвечивается на дисплее прибора.

8. Следует соблюдать бережность при обращении с прибором, так как алмазный стержень прибора очень чувствительный.

9. Составляется отчёт об испытаниях.

## ПРИЛОЖЕНИЕ F

### КОНТРОЛЬ ТВЁРДОСТИ ПОКРЫТИЯ

1. Данный вид испытаний производится при помощи специализированного прибора, по методике стандарта ISO 15184.

2. Методика основывается на определении твёрдости лакокрасочных покрытий с использованием карандашей различной твёрдости, применимый только к гладким покрытиям.

3. Прибор «твёрдомер» (далее прибор) обеспечивает измерение твёрдости лакокрасочных покрытий методом её сравнения с твёрдостью карандашных грифелей фирмы «Mitsubishi», или других производителей, применяемых в ряде мировых стандартов: ISO 15184, ASTM D 3363 и др.

4. Грифели «Mitsubishi» и других производителей имеют гарантированную фирмой величину твёрдости и признаются комитетами ИСО, ASTM, SIS, NEW, ЕССА.

5. Прибор состоит из прямоугольной (в виде параллелепипеда) станины с держателем карандаша, боковых колёс для передвижения станины по исследуемому покрытию, нанесённому на основание, винта фиксации положения карандаша в держателе. Твёрдость покрытия измеряется твёрдостью применяемых грифелей «Mitsubishi» или других.

Грифели затачивают под углом  $90^\circ$  (рисунок 1.)



Рисунок 1 - Заточка карандаша

Конструкция прибора обеспечивает полную нагрузку грифеля на покрытие в  $P=750\pm 10$  г, под углом  $45^\circ$ . На рисунке 2 изображено направление движения прибора и сдвиг покрытия вдоль основания при измерении твёрдости.

6. Действие прибора основано на сравнении твёрдости исследуемых покрытий по отношению к твёрдости грифелей карандашей при создании постоянного давления на покрытие равное 750 г. Твёрдость грифелей имеет диапазон от 5В до 5Н, В – мягкий грифель, НВ – грифель средней твёрдости, Н (или F) – твёрдый грифель.

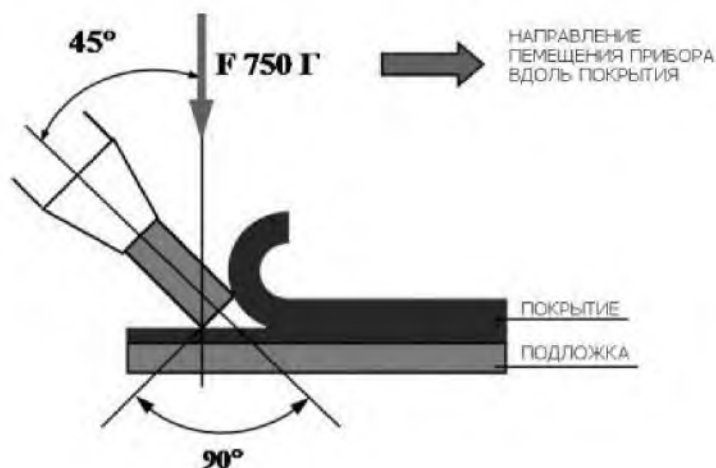


Рисунок 2 - Расположение карандаша и направление движения прибора

7. Производят два параллельных испытания, при температуре  $(23 \pm 3)$  °С и влажности  $(50 \pm 5)$  %, если другие условия не оговорены.

8. Кончик грифеля должен иметь гладкое круглое поперечное сечение без крошек и зазубрин по кромке.

9. Учитывая, что испытываемые образцы имеют форму в виде жёлоба, прибор необходимо поместить на плоскую твёрдую подставку, расположенную рядом с испытываемым образцом.

10. Вставляют карандаш в прибор, ориентируясь на пузырёк уровня, устанавливая прибор в горизонтальное положение и закрепляют карандаш зажимом. Прибор должен быть расположен горизонтально на подставке, а кончик грифеля должен упираться в поверхность покрытия.

11. Сразу после того, как кончик грифеля упрётся в покрытие, толкают испытываемую пластинку в направлении от оператора со скоростью  $(0,5-1)$  мм/с на расстояние не менее 7 мм.

12. Через 30 секунд осматривают покрытие невооруженным глазом, для обнаружения воздействия, оставленного карандашом, если другие условия не оговорены.

13. Повреждения лучше видны после удаления с покрытия фрагментов карандашного грифеля с помощью мягкой ткани или ватного тампона с инертным растворителем. При использовании инертного растворителя необходимо следить за тем, чтобы он не влиял на твёрдость покрытия на испытываемом участке (например, спирт).

14. Для оценки повреждений по согласованию можно использовать лупу или микроскоп (с 6 или 10 кратным увеличением). Использование лупы или микроскопа должно быть отражено в протоколе испытаний.

15. Если повреждения не обнаружены, проводят испытания карандашом большей твёрдости, на новых участках пластинки.

16. Испытание повторяется 3-5 раз с записью в протоколе.

17. За твёрдость покрытия принимается твёрдость самого твёрдого карандаша, который не оставляет повреждений на поверхности испытуемого лакокрасочного покрытия в результате двух параллельных испытаний, которые не отличаются друг от друга.

18. Прибор не требует постоянных проверок, так как конструкция прибора обеспечивает давление грифеля карандаша на покрытие  $750 \pm 10$  г и гарантируется изготовителем, а твёрдость карандашных грифелей гарантируется изготовителем карандашей.

19. При проведении карандашным грифелем по поверхности покрытия могут образоваться следующие дефекты:

а) пластическая деформация: непрерывное вдавливание в поверхность краски без когезионного разрушения;

б) когезионное разрушение: наличие видимой царапины или разрыва на поверхности слоя покрытия, удаление материала слоя покрытия;

с) сочетание описанных выше дефектов.

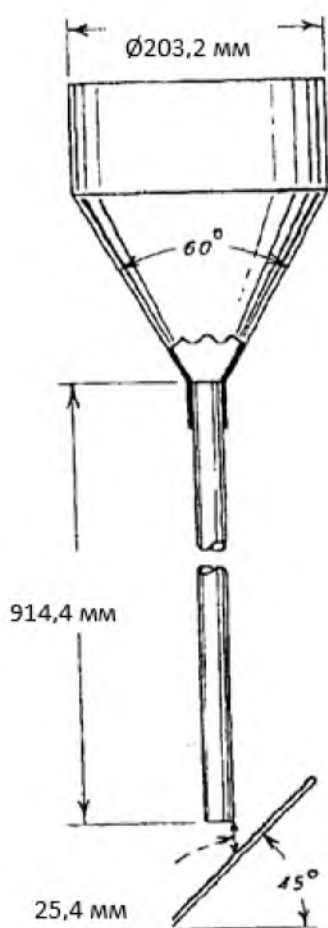
## ПРИЛОЖЕНИЕ G

### КОНТРОЛЬ ИЗНОСОУСТОЙЧИВОСТИ ПОКРЫТИЯ

1. Данный вид испытаний производится при помощи специализированного прибора, по методике стандарта ASTM D968.

2. Метод заключается в определении объёма падающей с высоты 915 мм струи песка на образец свидетель, с нанесённым на него органическим покрытием, до момента появления в точке падения песка пятна основного металла, диаметром 4 мм.

3. Для испытаний применяется монофракционный кварцевый песок с округлой формой песчинок по ГОСТ 6139-2003, который насыпается в воронку порциями по 2 литра.



4. Установка для истирания песком регулируется таким образом, чтобы скорость истечения песка была 2 литра песка за 21 – 23,5 секунд. Вертикальное положение направляющей трубки проверяется по отвесу или уровню.

5. После падения очередной порции песка осматривается поверхность образца на наличие в точке падения остатков покрытия. Струя песка должна истекать из подвешенной воронки и падать на внутреннюю поверхность образца-свидетеля, установленного под углом  $45^\circ$  к вертикали.

6. Износостойкость покрытия (сопротивление абразивному износу) определяют в литр песка/мкм покрытия.

7. Внешний вид аппарата для выбивки песком Рисунок 3 изображён на рисунке 3.

8. Прибор калибруется согласно инструкции по применению.

9. На каждом образце с покрытием отмечают два круглых участка, каждый примерно 25 мм диаметром, размещенные таким образом, что каждый легко правильно поместить в держателе прибора для испытаний на истирание. Измеряют толщину покрытия по крайней мере в трех местах на каждом участке. Регистрируют среднеарифметическое значение каждого набора измерений как толщину покрытия над соответствующим участком.

10. Закрепляют образец с покрытием в аппарате. Образец с покрытием регулируют таким образом, чтобы один из отмеченных участков был оценен-

трирован под направляющей трубкой. Насыпают нужный объём песка в воронку. Собирают песок в контейнер, расположенный внизу аппарата. Повторяют эту операцию пока участок покрытия диаметром 4 мм не окажется протертым до основного материала. Удобной порцией песка для испытаний является  $2000 \pm 10$  мл. По мере приближения к ее концу можно добавлять порции по  $200 \pm 2$  мл в воронку.

11. После 25 пропусков через аппарат песок следует просеять через сито с ячейкой 630 мкм, чтобы убрать мелкие частицы. Песок заменяется после 50 пропусков.

12. Испытание повторяют по меньшей мере на одной дополнительной пластине, покрытой испытуемым материалом.

13. Для каждого участка пластины с покрытием рассчитывается сопротивление абразивному износу, «А», в литрах песка на мкм покрытия, используя следующую формулу:

$$A = V/T; \text{ (округление результата до одного знака после запятой)}$$

где  $V$  = объем использованного абразивного материала, до одного знака после запятой, л;

$T$  = толщина покрытия, в мкм, до одного знака после запятой, мкм.

14. Рассчитывается среднеарифметическое величин сопротивления абразивному износу, полученных для различных участков пластины с покрытием и среднеарифметическую величину сопротивления для разных образцов.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Н

### КОНТРОЛЬ АДГЕЗИИ ПОКРЫТИЯ МЕТОДОМ НАДРЕЗОВ

1. Данный вид испытаний производится при помощи ножа специальной адгезивной ленты, по методике стандарта BS EN 10289-2002 Annex D.

2. Испытание состоит в определении адгезии покрытия путем Х-образного надреза.

3. Для проведения испытания необходимо следующее оборудование:

- нож или канцелярский нож (с жёстким прямым лезвием);
- стальная линейка, при необходимости;
- стальной стержень, при необходимости;
- сушильный шкаф.

4. Порядок проведения испытания

4.1 Областью испытания должен являться любой участок изделия с покрытием или опытный образец без каких-либо дефектов и с соответствующим значением толщины сухой пленки.

4.2. На покрытии с помощью ножа с острым лезвием наносятся прямые надрезы длиной от 30 до 50 мм, при необходимости используется стальная линейка, покрытие должно прорезаться до металла, надрезы должны пересекаться под углом примерно 30°.

4.3. Лезвие ножа должно быть помещено горизонтально (т. е. острием лезвия) под покрытие в месте пересечения надрезов так, чтобы острие ножа соприкасалось с металлической поверхностью.

4.4. Посредством рычага (например, стального стержня) на точку опоры должно быть оказано воздействие, описывающее одно вертикальное (т. е. при 90 ° к поверхности) движение, чтобы заставить острие лезвия ножа приподняться от поверхности металла, в попытке поднять покрытие от субстрата.

4.5. Тот же самый порядок (с пункта 4.2 по пункт 4.4) должен применяться для проведения испытания покрытия при максимальной рабочей температуре.

Образец должен быть подготовлен в сушильном шкафу в течение 4 часов.

Испытание на адгезию должно проводиться сразу после извлечения образца из сушильного шкафа в соответствии с описанным выше порядком.

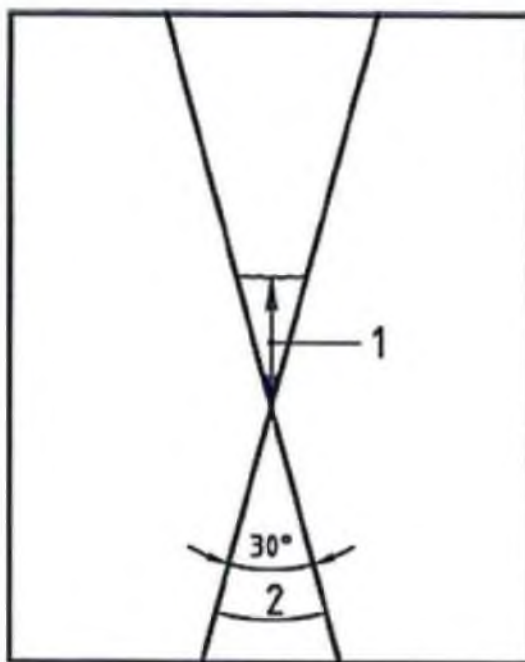
Затем образец должен быть выдержан при температуре (23 ±2) °С в течение 24 часов, и проведено повторное испытание на адгезию.

Примечание: Пункт 4.5 является необязательным к выполнению и проводится на усмотрение завода.

## 4.6 Результаты

Адгезия покрытия должна быть определена согласно следующей шкале:

Шкала оценки адгезии покрытия



Пояснения:

А) Потеря адгезии покрытия (шкала от 1 до 5)

1 класс: Удаления покрытия отсутствуют, кроме тех, которые были нанесены лезвием режущего инструмента, помещенного в точку пересечения надрезов (условно 1 мм);

2 класс: Уменьшение адгезии к металлической поверхности не более 2мм покрытия;

3 класс: Уменьшение адгезии к металлической поверхности не более 3мм покрытия;

4 класс: Уменьшение адгезии к металлической поверхности не более 5мм покрытия;

5 класс: Уменьшение адгезии к металлической поверхности более 5мм покрытия.

Б) Надрезы

Класс адгезии покрытия определяется адгезионным разрушением. Ограниченное когезионное разрушение должно считаться допустимым при соответствующей адгезии.

Когезионное разрушение, вызванное чрезмерной поверхностной или поперечной пористостью, в результате которого на поверхности образца остается легко определяемая структура «медовых сот», должно считаться недопустимым.

По результатам испытания при максимальной рабочей температуре должна фиксироваться потеря адгезии в миллиметрах, измеренная вертикально от точки пересечения надрезов до участка покрытия с высокой адгезией, а не вдоль надрезов (см. Рисунок D.1).

## 5. Адгезия методом решетчатых надрезов

5.1 Данный вид испытаний производится при помощи ножа специальной адгезивной ленты, по методике стандарта ISO 2409 для покрытий с толщиной сухой пленки до 250 мкм.

5.2. Метод оценивает устойчивости лакокрасочных покрытий к отслоению от окрашенной поверхности при решетчатом надрезе (прямоугольная решётка) насквозь до этой поверхности.

5.3. Рекомендуются использовать прозрачную липкую ленту, приклеивающуюся при надавливании. Ширина ленты не менее 30 мм. При необходимости применяется ручная лупа с 2-кратным или 3-кратным увеличением.

5.4 Испытание проводится при температуре  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$  и относительной влажности  $(50 \pm 15) \%$ , если нет других указаний.

5.5 Число надрезов в каждом направлении решетчатого рисунка равняется шести.

Расстояние между надрезами равно 3 мм (при толщине покрытия от 115 мкм до 250 мкм).

5.6 Испытуемая пластина помещается на твердую плоскую поверхность. Перед испытанием проверяется режущая кромка лезвия инструмента, её состояние поддерживается заточкой или заменой инструмента.

5.7 Надрезы выполняются вручную, следуя установленной методике.

5.8. Лезвие режущего инструмента держится перпендикулярно поверхности испытуемой пластины. При равномерном давлении на режущий инструмент, на покрытие наносится согласованное число надрезов при равномерной скорости резания. Все надрезы должны доходить до поверхности окрашивания. Указанная операция повторяется, проводится такое же количество параллельных надрезов под углом  $90^\circ$  к первоначальным надрезам, в результате получается решетка.

5.9 Пластину осторожно чистят мягкой кистью.

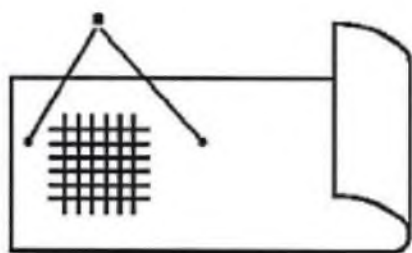
5.10. В начале новой серии испытаний удаляются два полных витка липкой ленты с катушки. Отрезается кусок длиной примерно 75 мм.

5.11. Центр ленты помещается на решетку параллельно одному из направлений надрезов, как показано на рисунке 4, лента разглаживается пальцем по поверхности решетки и на расстоянии не менее 20 мм за решеткой.

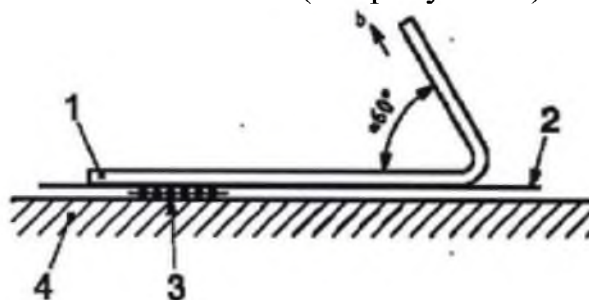
5.12 Для проверки плотности контакта с покрытием ленту трют с

нажимом кончиком пальца или ногтем. Показателем полного контакта является цвет покрытия, видимый через ленту.

5.13 Через 5 мин после нанесения, лента удаляется, плавно в течение 0,5 – 1,0 с под углом отрыва, по возможности близким к  $60^\circ$  (см. рисунок 4).



а) положение липкой ленты перед удалением с решётки



б) положение ленты непосредственно относительно решётки

Рисунок 4 - Расположение липкой ленты

Обозначения:

1) лента

2) покрытие

3) резы

4) поверхность

а) Разглаженная поверхность

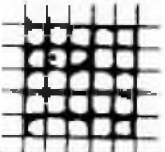
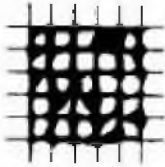
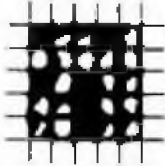
б) Направление удаления

5.14 Сразу после обработки испытуемой поверхности кистью и удаления липкой ленты, внимательно исследуется поверхность надрезов покрытия при хорошем освещении, обычным или скорректированным зрением или по согласованию между заинтересованными сторонами, используя лупу.

5.15 Поверхность испытуемого покрытия классифицируется в соответствии с критериями, описанными в таблице 7, сравнивая с иллюстрациями. При испытании многослойного покрытия указывается поверхность раздела слоёв, на которой произошло расслаивание.

Таблица 6 — Классификация результатов испытания

| Классификация | Описание                                                                                                          | Внешний вид поверхности надрезов с отслаиванием |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 0             | Края надрезов полностью гладкие; ни один из квадратов в решетке не отслоился                                      | —                                               |
| 1             | Отслоение мелких чешуек покрытия на пересечении надрезов. Площадь отслоений немного превышает 5 % площади решетки |                                                 |

|   |                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                     |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 2 | Покрытие отслоилось вдоль краев и/или на пересечении надрезов. Площадь отслоений превышает 5 %, но не более 15 % площади решетки.                                                                                           |  |
| 3 | Покрытие отслоилось вдоль краев надрезов частично или полностью широкими полосами и/или отслоилось частично или полностью на различных частях квадратов. Площадь отслоений превышает 15 %, но не более 35 % площади решетки |  |
| 4 | Покрытие отслоилось вдоль краев надрезов широкими полосами и/или некоторые квадраты отделились частично или полностью. Площадь отслоений превышает 35 %, но не более 65 % площади решетки                                   |  |
| 5 | Любая степень отслаивания, которую нельзя классифицировать 4-ым баллом шкалы                                                                                                                                                | —                                                                                   |

## ПРИЛОЖЕНИЕ I

### ИСПЫТАНИЯ ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ И ВЫСОКИМ ДАВЛЕНИЕМ

1. Данный вид испытаний производится с использованием автоклава, по методике стандарта NACE TM0185.

2. Условия испытаний:

- Раствор NaOH с pH 12,5, при температуре 148 °C, давлении 70 МПа, в течение 24 часов, не должно появиться блистерингов, адгезия не должна измениться;

- Раствор NaOH с pH 12,5, при температуре 70 °C, давлении 40 МПа, в течение 24 часов, не должно появиться блистерингов, адгезия не должна измениться.

Примечание: Температура автоклава выбирается в зависимости от типа покрытия.

3. В агрессивной (коррозионной) среде при определённой температуре и давлении защитные характеристики полимерного покрытия могут изменяться. Автоклав с высокой температурой – это сосуд со статическим давлением. Образец покрытия помещается в сосуд, в определённую коррозионную среду, где поддерживается заданная температура и создаётся необходимое давление. Таким образом, можно наблюдать влияние вышеуказанных факторов на характеристики покрытия.

4. Автоклав должен быть нормирован по рабочему давлению и температуре с соответствующими манометром и регулятором температуры, чтобы отвечать условиям испытаний. Постоянно работающий регистратор должен быть приспособлен к автоклаву в качестве монитора, чтобы обеспечить поддержание в течение испытания установленного давления и температуры. Автоклав должен быть изготовлен из подходящего материала, чтобы выдерживать агрессивный характер различных испытательных сред, которые могут применяться для испытаний. При использовании хлорных растворов в испытательной среде, необходимо позаботиться о предотвращении выхода из строя частей автоклава.

5. Автоклав должен нагреваться обеспечивая равномерный нагрев в ходе испытания. Обычные методы включают себя электронагрев. Температура автоклава должна регулироваться в пределах 6 градусов Цельсия (10 по Фаренгейту) от заданной температуры испытания.

6. Автоклав должен удерживать внутреннее давление таким образом, чтобы обеспечить поддержание давления на протяжении испытания.

7. Все инструкции производителей по безопасному использованию конкретного оборудования должны выполняться. Необходимо внимательно изучить все правила безопасности при работе с повышенной температурой и давлением, а также правила безопасности при работе с взрывоопасными и ядовитыми газами и хим. реактивами.

8. Для оценки характеристик покрытия отбирается один образец-свидетель.

9. Для проведения испытаний подготавливается щелочной раствор, заливается в автоклав, в него помещаются несколько. Корпус надежно герметизируется. Показатели среды выводятся на проектный уровень (нагрев до заданной температуры, нагнетание давление).

10. По достижении показателей, нагрев прекращается, показатели стабилизируются, начинается отсчёт времени.

11. По истечении необходимого времени, в данном случае – 24 часов, сбрасывается давление и, после остывания, сосуд разгерметизируется, несколько извлекаются и охлаждаются естественным образом для дальнейших исследований либо испытаний.

12. Образец сравнивается с неиспытанным для определения наличия следующих изменений:

- 1) Незначительное изменение цвета;
- 2) изменения толщины покрытия;
- 3) изменение адгезии методом надрезов;
- 4) вспучивания(блистеринг).

13. Используются следующие критерии оценки:

- а) без изменений;
- б) небольшое изменение;
- в) умеренное изменение;
- г) серьёзное изменение.

14. Для одинаковых образцов в одинаковых условиях испытания результаты испытаний должны быть идентичными. В противном случае, нужно выявить причины отклонений или провести дальнейший анализ образцов.

## ПРИЛОЖЕНИЕ J

### ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОКРЫТИЙ СЕРИИ ТС

ТС3000F - покрытие, устойчивое к высоким температурам в условиях CO<sub>2</sub> коррозии

| Параметр                                           | Характерные значения                                                                                                                                                                                                                     | Вид испытания                                                                                           |
|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Тип                                                | Эпоксидно-фенольное жидкое покрытие для НКТ, обсадной и линейной трубы                                                                                                                                                                   | Сертификатные данные                                                                                    |
| Цвет                                               | Зеленый                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                         |
| Внешний вид                                        | Гладкая ровная поверхность, однородный цвет, отсутствие блистерингов, трещин, усадочных раковин, отслоений, забоин, вмятин и других дефектов.                                                                                            | Приемо-сдаточные испытания заводской лаборатории                                                        |
| Толщина покрытия                                   | 150-250 мкм по ISO 2808                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                         |
| Диэлектрическая сплошность покрытия                | Пропуски не допускаются по NACE TM 0384                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                         |
| Шероховатость покрытия (Rz)                        | <15 мкм по ISO 4287                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                         |
| Твёрдость покрытия (по карандашу)                  | ≥4Н по ISO 15184                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                         |
| Износоустойчивость<br>Метод падающей струи песка   | ≥2,0 л песка / мкм покрытия по ASTM D968                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                         |
| Адгезия методом Х-образного надреза                | ≤ Класс 2 по BS EN 10289-2002 Annex D                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                         |
| Адгезия методом решетчатого надреза                | ≤ Класс 2 по ISO 2409                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                         |
| Испытание высокой температурой и высоким давлением | Раствор NaOH с pH 12,5, при температуре 148 °С, давлении 70 МПа, в течение 24 часов по NACE TM 0185. Не должно появиться блистерингов, адгезия резом не должна превышать установленные нормы                                             |                                                                                                         |
| Адгезионная прочность прямого отрыва грибка        | ≥16 МПа по ГОСТ 32299 или аналог                                                                                                                                                                                                         | Справочные данные, предоставляемые производителем материала или независимой испытательной лабораторией. |
| Диэлектрическая сплошность покрытия                | ≥5кВ/мм по ASTM G62 или аналог                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                         |
| Стойкость к прямому                                | ≥ 5 Дж по ГОСТ Р 51164 или аналог при 25°С                                                                                                                                                                                               |                                                                                                         |
| Абразивостойкость                                  | Прибор Табера ≤45 мг/(1000 об/мин. Нагрузка 1000 г. Колесо CS17) по ASTM D4060                                                                                                                                                           |                                                                                                         |
| Величина pH                                        | ≥2                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                         |
| Эластичность                                       | NACE RP0394, Appendix H 1.2°PD/ -20°                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                         |
| Кислотоустойчивость (12% HCl+9%HF, 25°С)           | ≥180 часов ISO 4628-2                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                         |
| Сопротивление коррозии                             | 90 дней, 10% HCl, 10% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , 10% NaCl, 10% NaOH, при температуре 23°С<br>90 дней, неочищенная соль, пластовые воды, при температуре 80°С<br>90 дней, газолин, дизельное топливо, керосин, при температуре 23°С |                                                                                                         |
| Температуроустойчивость                            | Максимальная температура постоянного применения 150°С<br>Максимальная температура кратковременного воздействия 204°С                                                                                                                     |                                                                                                         |
| Рабочее давление                                   | Ограничено пределом текучести трубы                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                         |
| Область применения                                 | Эксплуатационные НКТ, технологические НКТ, нефтепромысловые трубы, система ППД и водозаборный фонд, нефтепроводы с неочищенной нефтью, межпромысловые нефтепроводы, резервуары с природным газом                                         |                                                                                                         |
| Среда применения                                   | Высокая температура и давление                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                         |
| Дополнительно                                      | Препятствует отложению солей и АСПО                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                         |

ТС3000С - покрытие, устойчивое к высоким температурам, а также устойчивое к CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>S

| Параметр                                           | Характерные значения                                                                                                                                                                                                                     | Вид испытания                                                                                           |
|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Тип                                                | Эпоксидно-фенольное жидкое покрытие для НКТ, обсадной и линейной трубы                                                                                                                                                                   | Сертификатные данные                                                                                    |
| Цвет                                               | Зеленый                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                         |
| Внешний вид                                        | Гладкая ровная поверхность, однородный цвет, отсутствие блистерингов, трещин, усадочных раковин, отслоений, забоин, вмятин и других дефектов.                                                                                            | Приемо-сдаточные испытания заводской лаборатории                                                        |
| Толщина покрытия                                   | 150-250 мкм по ISO 2808                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                         |
| Диэлектрическая сплошность покрытия                | Пропуски не допускаются по NACE TM 0384                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                         |
| Шероховатость покрытия (Rz)                        | <15 мкм по ISO 4287                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                         |
| Твёрдость покрытия (по карандашу)                  | ≥4Н по ISO 15184                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                         |
| Износоустойчивость<br>Метод падающей струи песка   | ≥2,0 л песка / мкм покрытия по ASTM D968                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                         |
| Адгезия<br>методом Х-образного надреза             | ≤ Класс 2 по BS EN 10289-2002 Annex D                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                         |
| Адгезия методом решетчатого надреза                | ≤ Класс 2 по ISO 2409                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                         |
| Испытание высокой температурой и высоким давлением | Раствор NaOH с pH 12,5, при температуре 148 °С, давлении 70 МПа, в течение 24 часов по NACE TM 0185. Не должно появиться блистерингов, адгезия резом не должна превышать установленные нормы                                             |                                                                                                         |
| Адгезионная прочность прямого отрыва грибка        | ≥16 МПа по ГОСТ 32299 или аналог                                                                                                                                                                                                         | Справочные данные, предоставляемые производителем материала или независимой испытательной лабораторией. |
| Диэлектрическая сплошность покрытия                | ≥5кВ/мм по ASTM G62 или аналог                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                         |
| Стойкость к прямому удару                          | ≥ 5 Дж по ГОСТ Р 51164 или аналог при 25°С                                                                                                                                                                                               |                                                                                                         |
| Абразивостойкость                                  | Прибор Табера ≤45 мг/(1000 об/мин. Нагрузка 1000 г. Колесо CS17) по ASTM D4060                                                                                                                                                           |                                                                                                         |
| Величина pH                                        | ≥2                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                         |
| Эластичность                                       | NACE RP0394, Appendix H 1.0°PD/ -20°                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                         |
| Кислотоустойчивость (12% HCl+9%HF, 25°С)           | ≥180 часов ISO 4628-2                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                         |
| Сопротивление коррозии                             | 90 дней, 10% HCl, 10% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , 10% NaCl, 10% NaOH, при температуре 23°С<br>90 дней, неочищенная соль, пластовые воды, при температуре 80°С<br>90 дней, газолин, дизельное топливо, керосин, при температуре 23°С |                                                                                                         |
| Температуроустойчивость                            | Максимальная температура постоянного применения 150°С<br>Максимальная температура кратковременного воздействия 204°С                                                                                                                     |                                                                                                         |
| Рабочее давление                                   | Ограничено пределом текучести трубы                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                         |
| Область применения                                 | Эксплуатационные НКТ, технологические НКТ, нефтепромысловые трубы, система ППД и водозаборный фонд, нефтепроводы с неочищенной нефтью, межпромысловые нефтепроводы, резервуары с природным газом                                         |                                                                                                         |
| Среда применения                                   | Высокая температура и давление, среда с частыми кислотными промывками, среды с высоким содержанием H <sub>2</sub> S                                                                                                                      |                                                                                                         |
| Дополнительно                                      | Препятствует отложению солей и АСПО                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                         |

ТС 3000FP - гладкостное покрытие, устойчивое к высоким температурам в условиях CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>S коррозии

| Параметр                                           | Характерные значения                                                                                                                                                                                                                     | Вид испытания                                                                                           |
|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Тип                                                | Эпоксидно-фенольное порошковое покрытие для НКТ, обсадной и линейной трубы                                                                                                                                                               | Сертификатные данные                                                                                    |
| Цвет                                               | Зеленый                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                         |
| Внешний вид                                        | Гладкая ровная поверхность, однородный цвет, отсутствие блистерингов, трещин, усадочных раковин, отслоений, забоин, вмятин и других дефектов.                                                                                            |                                                                                                         |
| Толщина покрытия                                   | 175-375 мкм по ISO 2808                                                                                                                                                                                                                  | Приемо-сдаточные испытания заводской лаборатории                                                        |
| Диэлектрическая сплошность покрытия                | Пропуски не допускаются по NACE TM 0384                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                         |
| Шероховатость покрытия (Rz)                        | <15 мкм по ISO 4287                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                         |
| Твёрдость покрытия (по карандашу)                  | ≥4H по ISO 15184                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                         |
| Износоустойчивость<br>Метод падающей струи песка   | ≥2,0 л песка / мкм покрытия по ASTM D968                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                         |
| Адгезия<br>методом Х-образного надреза             | ≤ Класс 2 по BS EN 10289-2002 Annex D                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                         |
| Испытание высокой температурой и высоким давлением | Раствор NaOH с pH 12,5, при температуре 148 °С, давлении 70 МПа, в течение 24 часов по NACE TM 0185. Не должно появиться блистерингов, адгезия резом не должна превышать установленные нормы                                             |                                                                                                         |
| Адгезионная прочность прямого отрыва грибка        | ≥16 МПа по ГОСТ 32299 или аналог                                                                                                                                                                                                         | Справочные данные, предоставляемые производителем материала или независимой испытательной лабораторией. |
| Диэлектрическая сплошность покрытия                | ≥5кВ/мм по ASTM G62 или аналог                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                         |
| Стойкость к прямому удару                          | ≥5 Дж по ГОСТ Р 51164 или аналог при 25°С                                                                                                                                                                                                |                                                                                                         |
| Абразивостойкость                                  | Прибор Табера ≤45 мг/(1000 об/мин. Нагрузка 1000 г. Колесо CS17) по ASTM D4060                                                                                                                                                           |                                                                                                         |
| Величина pH                                        | ≥2                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                         |
| Эластичность                                       | NACE RP0394, Appendix H 1.2°PD/ -20°                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                         |
| Кислотоустойчивость (12% HCl+9%HF, 25°С)           | ≥180 часов ISO 4628-2                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                         |
| Сопротивление коррозии                             | 90 дней, 10% HCl, 10% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , 10% NaCl, 10% NaOH, при температуре 23°С<br>90 дней, неочищенная соль, пластовые воды, при температуре 80°С<br>90 дней, газолин, дизельное топливо, керосин, при температуре 23°С |                                                                                                         |
| Температуροустойчивость                            | Максимальная температура постоянного применения 150°С<br>Максимальная температура кратковременного воздействия 204°С                                                                                                                     |                                                                                                         |
| Рабочее давление                                   | Ограничено пределом текучести трубы                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                         |
| Область применения                                 | Эксплуатационные НКТ, технологические НКТ, нефтепромысловые трубы, система ППД и водозаборный фонд, нефтепроводы с неочищенной нефтью, межпромысловые нефтепроводы                                                                       |                                                                                                         |
| Среда применения                                   | Высокая температура и давление                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                         |
| Дополнительно                                      | Препятствует отложению солей и АСПО                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                         |

ТС3520А - покрытие, устойчивое к истиранию и абразивному износу в условиях CO<sub>2</sub> коррозии

| Параметр                                           | Характерные значения                                                                                                                                                                                                                     | Вид испытания                                                                                           |
|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Тип                                                | Эпоксидное порошковое покрытие для НКТ, обсадной и линейной трубы                                                                                                                                                                        | Сертификатные данные                                                                                    |
| Цвет                                               | Черный                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                         |
| Внешний вид                                        | Гладкая ровная поверхность, однородный цвет, отсутствие блистерингов, трещин, усадочных раковин, отслоений, забоин, вмятин и других дефектов.                                                                                            | Приемо-сдаточные испытания заводской лаборатории                                                        |
| Толщина покрытия                                   | 250-500 мкм по ISO 2808                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                         |
| Диэлектрическая сплошность покрытия                | Пропуски не допускаются по NACE TM 0384                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                         |
| Шероховатость покрытия (Rz)                        | <15 мкм по ISO 4287                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                         |
| Твёрдость покрытия (по карандашу)                  | ≥5H по ISO 15184                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                         |
| Износоустойчивость<br>Метод падающей струи песка   | ≥2,0 л песка / мкм покрытия по ASTM D968                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                         |
| Адгезия<br>методом Х-образного надреза             | ≤ Класс 2 по BS EN 10289-2002 Annex D                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                         |
| Испытание высокой температурой и высоким давлением | Раствор NaOH с pH 12,5, при температуре 70 °С, давлении 40 МПа, в течение 24 часов по NACE TM 0185. Не должно появиться блистерингов, адгезия резом не должна превышать установленные нормы                                              |                                                                                                         |
| Адгезионная прочность прямого отрыва грибка        | ≥16 МПа по ГОСТ 32299 или аналог                                                                                                                                                                                                         | Справочные данные, предоставляемые производителем материала или независимой испытательной лабораторией. |
| Диэлектрическая сплошность покрытия                | ≥5кВ/мм по ASTM G62 или аналог                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                         |
| Стойкость к прямому удару                          | ≥ 5 Дж по ГОСТ Р 51164 или аналог при 25 °С                                                                                                                                                                                              |                                                                                                         |
| Абразивостойкость                                  | Прибор Табера ≤100 мг/(5000 об/мин. Нагрузка 1000 г. Колесо CS17) по ASTM D4060                                                                                                                                                          |                                                                                                         |
| Величина pH                                        | ≥2                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                         |
| Эластичность                                       | NACE RP0394, Appendix H 1.2°PD/ -20°                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                         |
| Кислотоустойчивость (12% HCl+9%HF, 25°С)           | ≥180 часов ISO 4628-2                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                         |
| Сопротивление коррозии                             | 90 дней, 10% HCl, 10% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , 10% NaCl, 10% NaOH, при температуре 23°С<br>90 дней, неочищенная соль, пластовые воды, при температуре 80°С<br>90 дней, газولين, дизельное топливо, керосин, при температуре 23°С |                                                                                                         |
| Температуроустойчивость                            | Максимальная температура постоянного применения 90°С<br>Максимальная температура кратковременного воздействия 120°С                                                                                                                      |                                                                                                         |
| Рабочее давление                                   | Ограничено пределом текучести трубы                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                         |
| Область применения                                 | Скважины с УШГН, нефтепромысловые трубы, система ППД, нефтепроводы с неочищенной нефтью, межпромысловые нефтепроводы                                                                                                                     |                                                                                                         |
| Среда применения                                   | Средние температуры и давления                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                         |
| Дополнительно                                      | Препятствует отложению солей и АСПО                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                         |

ТС3500 - гладкостное покрытие/покрытие с низкой шероховатостью, устойчивое к  
CO<sub>2</sub> коррозии

| Параметр                                           | Характерные значения                                                                                                                                                                                                                       | Вид испытания                                                                                           |
|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Тип                                                | Эпоксидное порошковое покрытие для НКТ, обсадной и линейной трубы                                                                                                                                                                          | Сертификатные данные                                                                                    |
| Цвет                                               | Зеленый                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                         |
| Внешний вид                                        | Гладкая ровная поверхность, однородный цвет, отсутствие блистерингов, трещин, усадочных раковин, отслоений, забоин, вмятин и других дефектов.                                                                                              | Приемо-сдаточные испытания заводской лаборатории                                                        |
| Толщина покрытия                                   | 175-375 мкм по ISO 2808                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                         |
| Диэлектрическая сплошность покрытия                | Пропуски не допускаются по NACE TM 0384                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                         |
| Шероховатость покрытия (Rz)                        | <15 мкм по ISO 4287                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                         |
| Твёрдость покрытия (по карандашу)                  | ≥4H по ISO 15184                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                         |
| Износоустойчивость<br>Метод падающей струи песка   | ≥2,0 л песка / мкм покрытия по ASTM D968                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                         |
| Адгезия<br>методом Х-образного надреза             | ≤ Класс 2 по BS EN 10289-2002 Annex D                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                         |
| Испытание высокой температурой и высоким давлением | Раствор NaOH с pH 12,5, при температуре 70 °C, давлении 40 МПа, в течение 24 часов по NACE TM 0185. Не должно появиться блистерингов, адгезия резом не должна превышать установленные нормы                                                |                                                                                                         |
| Адгезионная прочность прямого отрыва грибка        | ≥16 МПа по ГОСТ 32299 или аналог                                                                                                                                                                                                           | Справочные данные, предоставляемые производителем материала или независимой испытательной лабораторией. |
| Диэлектрическая сплошность покрытия                | ≥5кВ/мм по ASTM G62 или аналог                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                         |
| Стойкость к прямому удару                          | ≥ 5 Дж по ГОСТ Р 51164 или аналог при 25 <sup>0</sup> С                                                                                                                                                                                    |                                                                                                         |
| Абразивостойкость                                  | Прибор Табера ≤20 мг/(1000 об/мин. Нагрузка 1000 г. Колесо CS17) по ASTM D4060                                                                                                                                                             |                                                                                                         |
| Величина pH                                        | ≥2                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                         |
| Эластичность                                       | NACE RP0394, Appendix H 2.5°PD/ -20°                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                         |
| Кислотоустойчивость (12% HCl+9%HF, 25°C)           | ≥180 часов ISO 4628-2                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                         |
| Сопротивление коррозии                             | 90 дней, 10% HCl, 10% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , 10% NaCl, 10% NaOH, при температуре 23°C<br>90 дней, неочищенная соль, пластиковые воды, при температуре 80°C<br>90 дней, газолин, дизельное топливо, керосин, при температуре 23°C |                                                                                                         |
| Температуроустойчивость                            | Максимальная температура постоянного применения 90°C<br>Максимальная температура кратковременного воздействия 120°C                                                                                                                        |                                                                                                         |
| Рабочее давление                                   | Ограничено пределом текучести трубы                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                         |
| Область применения                                 | Эксплуатационные НКТ, нефтепромысловые трубы, система ППД, нефтепроводы с неочищенной нефтью, межпромысловые нефтепроводы                                                                                                                  |                                                                                                         |
| Среда применения                                   | Средние температуры и давления                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                         |
| Дополнительно                                      | Препятствует отложению солей и АСПО                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                         |

ТС 3600 - гладкостное покрытие, устойчивое к CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>S коррозии

| Параметр                                           | Характерные значения                                                                                                                                                                                                                     | Вид испытания                                                                                           |
|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Тип                                                | Эпоксидно-фенольное порошковое покрытие для НКТ, обсадной и линейной трубы                                                                                                                                                               | Сертификатные данные                                                                                    |
| Цвет                                               | Зеленый                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                         |
| Внешний вид                                        | Гладкая ровная поверхность, однородный цвет, отсутствие блистерингов, трещин, усадочных раковин, отслоений, забоин, вмятин и других дефектов.                                                                                            | Приемо-сдаточные испытания заводской лаборатории                                                        |
| Толщина покрытия                                   | 175-375 мкм по ISO 2808                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                         |
| Диэлектрическая сплошность покрытия                | Пропуски не допускаются по NACE TM 0384                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                         |
| Шероховатость покрытия (Rz)                        | <15 мкм по ISO 4287                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                         |
| Твёрдость покрытия (по карандашу)                  | ≥4H по ISO 15184                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                         |
| Износоустойчивость<br>Метод падающей струи песка   | ≥2,0 л песка / мкм покрытия по ASTM D968                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                         |
| Адгезия<br>методом Х-образного надреза             | ≤ Класс 2 по BS EN 10289-2002 Annex D                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                         |
| Испытание высокой температурой и высоким давлением | Раствор NaOH с pH 12,5, при температуре 70 °C, давлении 40 МПа, в течение 24 часов по NACE TM 0185. Не должно появиться блистерингов, адгезия резом не должна превышать установленные нормы                                              |                                                                                                         |
| Адгезионная прочность прямого отрыва грибка        | ≥16 МПа по ГОСТ 32299 или аналог                                                                                                                                                                                                         | Справочные данные, предоставляемые производителем материала или независимой испытательной лабораторией. |
| Диэлектрическая сплошность покрытия                | ≥5кВ/мм по ASTM G62 или аналог                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                         |
| Стойкость к прямому удару                          | ≥5 Дж по ГОСТ Р 51164 или аналог при 25°C                                                                                                                                                                                                |                                                                                                         |
| Абразивостойкость                                  | Прибор Табера ≤45 мг/(1000 об/мин. Нагрузка 1000 г. Колесо CS17) по ASTM D4060                                                                                                                                                           |                                                                                                         |
| Величина pH                                        | ≥2                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                         |
| Эластичность                                       | NACE RP0394, Appendix H 2.5°PD/ -20°                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                         |
| Кислотоустойчивость (12% HCl+9%HF, 25°C)           | ≥180 часов ISO 4628-2<br>≥180 小时 ISO 4628-2                                                                                                                                                                                              |                                                                                                         |
| Сопротивление коррозии                             | 90 дней, 10% HCl, 10% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , 10% NaCl, 10% NaOH, при температуре 23°C<br>90 дней, неочищенная соль, пластовые воды, при температуре 80°C<br>90 дней, газолин, дизельное топливо, керосин, при температуре 23°C |                                                                                                         |
| Температуроустойчивость                            | Максимальная температура постоянного применения 90°C<br>Максимальная температура кратковременного воздействия 120°C                                                                                                                      |                                                                                                         |
| Рабочее давление                                   | Ограничено пределом текучести трубы                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                         |
| Область применения                                 | Эксплуатационные НКТ, нефтепромысловые трубы, система ППД, нефтепроводы с неочищенной нефтью, межпромысловые нефтепроводы                                                                                                                |                                                                                                         |
| Среда применения                                   | Средние температуры и давления                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                         |
| Дополнительно                                      | Препятствует отложению солей и АСПО                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                         |

ТС 3700 - гладкостное покрытие, устойчивое к CO<sub>2</sub> коррозии

| Параметр                                           | Характерные значения                                                                                                                                                                                                                     | Вид испытания                                                                                           |
|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Тип                                                | Эпоксидное порошковое покрытие для НКТ, обсадной и линейной трубы                                                                                                                                                                        | Сертификатные данные                                                                                    |
| Цвет                                               | Серый                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                         |
| Внешний вид                                        | Гладкая ровная поверхность, однородный цвет, отсутствие блистерингов, трещин, усадочных раковин, отслоений, забоин, вмятин и других дефектов.                                                                                            | Приемо-сдаточные испытания заводской лаборатории                                                        |
| Толщина покрытия                                   | 350-660 мкм по ISO 2808                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                         |
| Диэлектрическая сплошность покрытия                | Пропуски не допускаются по NACE TM 0384                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                         |
| Шероховатость покрытия (Rz)                        | <15 мкм по ISO 4287                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                         |
| Твёрдость покрытия (по карандашу)                  | ≥4H по ISO 15184                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                         |
| Износоустойчивость<br>Метод падающей струи песка   | ≥2,0 л песка / мкм покрытия по ASTM D968                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                         |
| Адгезия<br>методом Х-образного надреза             | ≤ Класс 2 по BS EN 10289-2002 Annex D                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                         |
| Испытание высокой температурой и высоким давлением | Раствор NaOH с pH 12,5, при температуре 70 °C, давлении 40 МПа, в течение 24 часов по NACE TM 0185. Не должно появиться блистерингов, адгезия резом не должна превышать установленные нормы                                              |                                                                                                         |
| Адгезионная прочность прямого отрыва грибка        | ≥15 МПа по ГОСТ 32299 или аналог                                                                                                                                                                                                         | Справочные данные, предоставляемые производителем материала или независимой испытательной лабораторией. |
| Диэлектрическая сплошность покрытия                | ≥5кВ/мм по ASTM G62 или аналог                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                         |
| Стойкость к прямому удару                          | ≥ 5 Дж по ГОСТ Р 51164 или аналог при 25°C                                                                                                                                                                                               |                                                                                                         |
| Абразивостойкость                                  | Прибор Табера ≤45 мг/(1000 об/мин. Нагрузка 1000 г. Колесо CS17) по ASTM D4060                                                                                                                                                           |                                                                                                         |
| Величина pH                                        | ≥2                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                         |
| Эластичность                                       | NACE RP0394, Appendix H 2.5°PD/ -20°                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                         |
| Кислотоустойчивость (12% HCl+9%HF, 25°C)           | ≥180 часов ISO 4628-2                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                         |
| Соппротивление коррозии                            | 90 дней, 10% HCl, 10% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , 10% NaCl, 10% NaOH, при температуре 23°C<br>90 дней, неочищенная соль, пластовые воды, при температуре 80°C<br>90 дней, газолин, дизельное топливо, керосин, при температуре 23°C |                                                                                                         |
| Температуроустойчивость                            | Максимальная температура постоянного применения 85°C<br>Максимальная температура кратковременного воздействия 120°C                                                                                                                      |                                                                                                         |
| Рабочее давление                                   | Ограничено пределом текучести трубы                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                         |
| Область применения                                 | Эксплуатационные НКТ, нефтепромысловые трубы, система ППД, нефтепроводы с неочищенной нефтью, межпромысловые нефтепроводы                                                                                                                |                                                                                                         |
| Среда применения                                   | Средние температуры и давления                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                         |
| Дополнительно                                      | Препятствует отложению солей и АСПО                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                         |

**ПРИЛОЖЕНИЕ К**  
Лист регистрации изменений.

| Лист регистрации изменений |                 |                 |       |                          |                                       |          |                                                    |       |      |
|----------------------------|-----------------|-----------------|-------|--------------------------|---------------------------------------|----------|----------------------------------------------------|-------|------|
| Изм.                       | Номера листов   |                 |       |                          | Всего листов<br>(страниц)<br>в докум. | № докум. | Входящий №<br>сопроводительного до-<br>кум. и дата | Подп. | Дата |
|                            | изме-<br>ненных | замене-<br>нных | новых | анну-<br>лиро-<br>ванных |                                       |          |                                                    |       |      |
| 1                          |                 |                 |       |                          |                                       |          |                                                    |       |      |
| 2                          |                 |                 |       |                          |                                       |          |                                                    |       |      |
| 3                          |                 |                 |       |                          |                                       |          |                                                    |       |      |
| 4                          |                 |                 |       |                          |                                       |          |                                                    |       |      |
| 5                          |                 |                 |       |                          |                                       |          |                                                    |       |      |
| 6                          |                 |                 |       |                          |                                       |          |                                                    |       |      |
| 7                          |                 |                 |       |                          |                                       |          |                                                    |       |      |
| 8                          |                 |                 |       |                          |                                       |          |                                                    |       |      |
| 9                          |                 |                 |       |                          |                                       |          |                                                    |       |      |
| 10                         |                 |                 |       |                          |                                       |          |                                                    |       |      |
| 11                         |                 |                 |       |                          |                                       |          |                                                    |       |      |
| 12                         |                 |                 |       |                          |                                       |          |                                                    |       |      |
| 13                         |                 |                 |       |                          |                                       |          |                                                    |       |      |
| 14                         |                 |                 |       |                          |                                       |          |                                                    |       |      |
| 15                         |                 |                 |       |                          |                                       |          |                                                    |       |      |
| 16                         |                 |                 |       |                          |                                       |          |                                                    |       |      |
| 17                         |                 |                 |       |                          |                                       |          |                                                    |       |      |
| 18                         |                 |                 |       |                          |                                       |          |                                                    |       |      |
| 19                         |                 |                 |       |                          |                                       |          |                                                    |       |      |
| 20                         |                 |                 |       |                          |                                       |          |                                                    |       |      |
| 21                         |                 |                 |       |                          |                                       |          |                                                    |       |      |
| 22                         |                 |                 |       |                          |                                       |          |                                                    |       |      |
| 23                         |                 |                 |       |                          |                                       |          |                                                    |       |      |