

---

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ  
(МГС)

INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION  
(ISC)

---

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
СТАНДАРТ

ГОСТ ISO  
3183—  
2015

---

# ТРУБЫ СТАЛЬНЫЕ ДЛЯ ТРУБОПРОВОДОВ НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

## Общие технические условия

ISO 3183:2012  
Petroleum and natural gas industries —  
Steel pipes for pipeline transportation systems  
(IDT)

Издание официальное



Москва  
Стандартинформ  
2015

## Предисловие

Цели, основные принципы и основной порядок проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0—92 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2—2009 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, применения, обновления и отмены»

### Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 357 «Стальные и чугунные трубы и баллоны» и Открытым акционерным обществом «Российский научно-исследовательский институт трубной промышленности» (ОАО «РосНИТИ») на основе аутентичного перевода на русский язык указанного в пункте 5 стандарта, который выполнен ООО «Специализированная переводческая фирма «Интерсервис»

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

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 18 июня 2015 г. № 47)

За принятие проголосовали:

| Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97 | Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97 | Сокращенное наименование национального органа по стандартизации |
|---|------------------------------------|---|
| Армения   | AM                                 | Минэкономики Республики Армения                                 |
| Казахстан   | KZ                                 | Госстандарт Республики Казахстан                                |
| Киргизия  | KG                                 | Кыргызстандарт  |
| Россия  | RU                                 | Росстандарт   |
| Узбекистан  | UZ                                 | Узстандарт  |
| Украина   | UA                                 | Минэкономразвития Украины                                       |

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 сентября 2015 г. № 1393-ст межгосударственный стандарт ГОСТ ISO 3183—2015 введен в действие с 1 июня 2016 г.

5 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ISO 3183:2012 *Petroleum and natural gas industries — Steel pipes for pipeline transportation systems* (Нефтяная и газовая промышленность. Трубы стальные для трубопроводных транспортных систем).

Международный стандарт разработан техническим комитетом по стандартизации ISO/TC 67 «Материалы, оборудование и морские конструкции для нефтяной, нефтехимической и газовой промышленности», подкомитет SC 2 «Трубопроводные транспортные системы» Международной организации по стандартизации (ISO).

Перевод с английского языка (en).

Наименование настоящего стандарта изменено относительно наименования международного стандарта в связи с особенностями построения межгосударственной системы стандартизации.

Сведения о соответствии межгосударственных стандартов ссылочным международным стандартам приведены в дополнительном приложении ДА.

Степень соответствия — идентичная (IDT)

### 6 ВЗАМЕН ГОСТ ISO 3183—2012

7 Часть содержания данного стандарта может быть объектом патентных прав

*Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет*

## Содержание

|  |    |
|--|----|
| 1 Область применения . . . . .   | 1  |
| 2 Соответствие . . . . .   | 1  |
| 2.1 Единицы измерения . . . . .  | 1  |
| 2.2 Округление . . . . .   | 1  |
| 2.3 Соответствие настоящему стандарту . . . . .  | 1  |
| 3 Нормативные ссылки . . . . .   | 2  |
| 4 Термины и определения . . . . .  | 6  |
| 5 Обозначения и сокращения . . . . .   | 10 |
| 5.1 Обозначения . . . . .  | 10 |
| 5.2 Сокращения . . . . .   | 11 |
| 6 Группы прочности и состояние поставки . . . . .  | 11 |
| 6.1 Группы прочности . . . . .   | 11 |
| 6.2 Состояние поставки . . . . .   | 13 |
| 7 Информация, которая должна быть предоставлена заказчиком . . . . .                               | 13 |
| 7.1 Обязательная информация . . . . .  | 13 |
| 7.2 Дополнительная информация . . . . .  | 14 |
| 8 Производство . . . . .   | 16 |
| 8.1 Способ производства . . . . .  | 16 |
| 8.2 Процессы, требующие валидации . . . . .  | 18 |
| 8.3 Исходная заготовка . . . . .   | 18 |
| 8.4 Технологические сварные швы . . . . .  | 19 |
| 8.5 Сварные швы на трубах COW . . . . .  | 20 |
| 8.6 Сварные швы на трубах SAW . . . . .  | 20 |
| 8.7 Сварные швы на трубах с двумя швами . . . . .  | 20 |
| 8.8 Термообработка сварных швов труб EW и LW . . . . .   | 20 |
| 8.9 Холодная деформация и холодное экспандирование . . . . .                                       | 20 |
| 8.10 Стыковые сварные швы концов рулонного или листового проката . . . . .                         | 20 |
| 8.11 Стыкованные трубы . . . . .   | 21 |
| 8.12 Термообработка . . . . .  | 21 |
| 8.13 Прослеживаемость . . . . .  | 21 |
| 9 Критерии приемки . . . . .   | 21 |
| 9.1 Общие положения . . . . .  | 21 |
| 9.2 Химический состав . . . . .  | 21 |
| 9.3 Механические свойства при растяжении . . . . .   | 25 |
| 9.4 Гидростатическое испытание . . . . .   | 27 |
| 9.5 Испытание на загиб . . . . .   | 28 |
| 9.6 Испытание на сплющивание . . . . .   | 28 |
| 9.7 Испытание на направленный загиб . . . . .  | 28 |
| 9.8 Испытания на ударный изгиб образцов<br>с V-образным надрезом (CVN) труб уровня PSL-2 . . . . . | 28 |
| 9.9 Испытание падающим грузом (DWT) для сварных труб уровня PSL-2 . . . . .                        | 30 |
| 9.10 Состояние поверхности, несовершенства и дефекты . . . . .                                     | 30 |
| 9.11 Размеры, масса и отклонения . . . . .   | 31 |

|   |     |
|---|-----|
| 9.12 Отделка концов труб .....  | 35  |
| 9.13 Предельные отклонения для сварных швов .....   | 36  |
| 10 Контроль .....   | 39  |
| 10.1 Виды контроля и приемочные документы .....   | 39  |
| 10.2 Приемочный контроль .....  | 41  |
| 11 Маркировка .....   | 64  |
| 11.1 Общие положения .....  | 64  |
| 11.2 Маркировка труб .....  | 65  |
| 11.3 Маркировка муфт .....  | 66  |
| 11.4 Маркировка труб несколькими группами прочности .....   | 67  |
| 11.5 Маркировка нарезной трубы и подтверждение соответствия резьбы .....  | 67  |
| 11.6 Маркировка труб обработчиком .....   | 67  |
| 12 Покрытия и резьбовые предохранители .....  | 67  |
| 12.1 Наружные и внутренние покрытия .....   | 67  |
| 12.2 Резьбовые предохранители .....   | 67  |
| 13 Сохранение записей .....   | 68  |
| 14 Погрузка труб .....  | 68  |
| Приложение А (обязательное) Требования к стыкованным трубам .....   | 69  |
| Приложение В (обязательное) Аттестация технологии производства труб уровня PSL-2 .....  | 70  |
| Приложение С (обязательное) Обработка поверхностных несовершенств и дефектов .....  | 73  |
| Приложение D (обязательное) Технология ремонтной сварки .....   | 75  |
| Приложение E (обязательное) Неразрушающий контроль труб, не предназначенных<br>для эксплуатации в кислых средах и морских условиях .....  | 79  |
| Приложение F (обязательное) Требования к муфтам (только уровня PSL-1) .....   | 89  |
| Приложение G (обязательное) Трубы уровня PSL-2, стойкие<br>к распространению вязкого разрушения .....   | 91  |
| Приложение H (обязательное) Трубы уровня PSL-2, предназначенные<br>для эксплуатации в кислых средах .....   | 96  |
| Приложение I (обязательное) Трубы, предназначенные для напорных трубопроводов (TFL) .....   | 106 |
| Приложение J (обязательное) Трубы уровня PSL-2, предназначенные<br>для эксплуатации в морских условиях .....  | 108 |
| Приложение K (обязательное) Неразрушающий контроль труб, предназначенных<br>для эксплуатации в кислых средах и/или в морских условиях .....   | 120 |
| Приложение L (справочное) Обозначение сталей .....  | 124 |
| Приложение M (обязательное) Трубы уровня PSL-2, заказываемые<br>для европейских сухопутных магистральных газопроводов .....   | 126 |
| Приложение N (справочное) .....   | 139 |
| Приложение O (справочное) .....   | 140 |
| Приложение P (справочное) Формулы расчета показателей для труб<br>с резьбой и с муфтами и испытаний на направленный загиб<br>и ударный изгиб образцов с V-образным надрезом (CVN) ..... | 141 |
| Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии межгосударственных стандартов<br>ссылочным международным стандартам .....  | 147 |
| Библиография .....  | 148 |

## Введение

Настоящий стандарт является идентичным по отношению к международному стандарту ISO 3183:2012, который был разработан с целью гармонизации требований следующих стандартов:

- API Spec 5L:2007;
- ISO 3183:2007.

При подготовке ISO 3183:2012 технический комитет ИСО ТК 67 принял за основу принцип разделения основных технических требований к трубам для трубопроводов по двум уровням: PSL-1 и PSL-2. PSL-1 устанавливает базовый уровень качества труб для трубопроводов. PSL-2 устанавливает более высокий уровень качества за счет дополнительных требований к химическому составу, ударной вязкости, прочностным свойствам и неразрушающему контролю. Требования, которые применимы только для уровня PSL-1 или только для уровня PSL-2, имеют в тексте соответствующее обозначение. Требования, не имеющие обозначения конкретного уровня, применимы и к уровню PSL-1, и к уровню PSL-2.

Для специальных областей применения в нефтяной и газовой промышленности ISO 3183:2007 были предусмотрены следующие дополнительные требования:

- трубы уровня PSL-2 могут быть заказаны с изготовлением по аттестованной технологии производства (приложение В), требования к которой были расширены включением подробных сведений о контроле ответственных процессов при производстве рулонного или листового проката, изготовлении труб, испытаниях и контроле продукции;
- трубы уровня PSL-2 для газопроводов могут быть заказаны со стойкостью к распространению вязкого разрушения (приложение G);
- трубы уровня PSL-2 могут быть заказаны со свойствами для эксплуатации в кислых средах (приложение H);
- трубы могут быть заказаны как трубы для напорных трубопроводов (TFL) (приложение I);
- трубы уровня PSL-2 могут быть заказаны со свойствами для эксплуатации в морских условиях (приложение J).

К настоящему стандарту добавлены два новых приложения:

- трубы уровня PSL-2, заказываемые для европейских сухопутных магистральных газопроводов (приложение M);
- формулы расчета показателей для труб с резьбой и с муфтами и испытаний на направленный загиб и ударный изгиб образцов с V-образным надрезом (CVN) (приложение P).

Если эти приложения указаны в заказе на поставку, применение этих требований становится обязательным.

Если трубы заказывают для двух или более областей применения, могут быть указаны требования двух и более специальных приложений. Если в таких случаях технические требования различных приложений не соответствуют друг другу, то для предполагаемых условий эксплуатации должны быть применимы более строгие требования.

В ISO 3183:2012 были приняты две эквивалентные системы обозначений сталей для трубопроводных труб:

- традиционная американская система обозначений групп прочности (обозначения А, В, А25 и обозначения, начинающиеся с буквы Х);
- европейская система обозначений марок сталей, установленная в EN 10027-1:2005 (обозначения, начинающиеся с буквы L).

В части некоторых требований и применяемых методов испытаний в ISO 3183:2012 одновременно приведены ссылки на международные стандарты и на региональные или национальные стандарты других стран, взаимозаменяемые по своим требованиям.

В тексте настоящего стандарта по сравнению с ISO 3183:2012 изменены отдельные фразы, заменены некоторые термины и обозначения на их синонимы и эквиваленты с целью соблюдения норм русского языка и в соответствии с принятой национальной терминологией и системой обозначений. В том числе, в соответствии с традиционной национальной системой обозначения сталей для трубопроводных труб, термин «марка стали (steel grade)» заменен термином «группа прочности (pipe grade)». Уточнены виды исходной заготовки, применяемой для изготовления бесшовных труб. В связи с этим исключены слова «слиток» и «блюм», обозначающие изделия, непосредственно не являющиеся исходной заготовкой для труб. Исключены значения единиц величин в американской системе единиц (USC) для приведения в соответствие с ГОСТ 8.417. Проведена замена некоторых обозначений в соответствии с обозначениями, принятыми в национальной стандартизации. Исключены пояснения.

связанные с применением обозначений, принятых в американских стандартах, противоречащих обозначениям, принятым в международных стандартах.

Настоящий стандарт дополнен справочным приложением ДА, содержащим сведения о соответствии государственных стандартов ссылочным международным стандартам.

Настоящий стандарт, как и международный стандарт ISO 3183:2012, не содержит рекомендаций по применению указанных выше дополнительных требований. Необходимость выполнения каких-либо требований при исполнении конкретного заказа на поставку устанавливает заказчик на основании предполагаемого назначения продукции и требований по проектированию.

**ТРУБЫ СТАЛЬНЫЕ ДЛЯ ТРУБОПРОВОДОВ  
НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ****Общие технические условия**

Steel pipes for pipelines of petroleum and natural gas industries. General specifications

Дата введения — 2016—06—01

**1 Область применения**

Настоящий стандарт устанавливает требования к бесшовным и сварным стальным трубам по двум уровням требований к продукции (PSL-1 и PSL-2), предназначенным для трубопроводов нефтяной и газовой промышленности.

Настоящий стандарт не распространяется на литые трубы.

**2 Соответствие****2.1 Единицы измерения**

В настоящем стандарте применены единицы международной системы СИ.

В написании значений показателей в качестве десятичного знака применима запятая, для отделения разряда тысяч — пробел.

**2.2 Округление**

Если для конкретного значения не указано иное, то в соответствии с ISO 80000-1 (приложение В, правило А) для определения соответствия установленным требованиям измеренные или рассчитанные значения, применяемые для выражения предельного значения, должны быть округлены до последнего значимого разряда.

**Примечание** — Для настоящего стандарта метод округления по стандарту [1] считается эквивалентным методу ISO 80000-1 (приложение В, правило А).

**2.3 Соответствие настоящему стандарту**

Для обеспечения соответствия требованиям настоящего стандарта должна быть применена система менеджмента качества.

**Примечание** — Сертификация системы менеджмента качества не требуется. Для соответствия требованиям настоящего стандарта необходимо создать и принять систему качества. Выбор системы качества, наиболее полно отражающий нужды компании, должен быть представлен менеджменту этой компании. Существует множество систем менеджмента качества, к которым можно обратиться как к справочному руководству при разработке необходимой системы качества, включая [2] и [3], которые содержат положения, специфичные для нефтегазовой промышленности, или же [4], где содержатся общие требования к системе менеджмента качества, подвергаемой аудиту. Этот список стандартов не является исчерпывающим, а представлен только для справки.



Изготовитель должен обеспечивать соответствие продукции требованиям настоящего стандарта. Заказчик имеет право проверить выполнение изготовителем установленных требований и забраковать любое изделие, не соответствующее этим требованиям.

### 3 Нормативные ссылки

Для применения настоящего стандарта необходимы следующие ссылочные документы. Для датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного документа, для недатированных ссылок применяют последнее издание ссылочного документа (включая все его изменения):

ISO 148-1 Metallic materials — Charpy pendulum impact test — Part 1: Test method (Материалы металлические. Испытание на удар по Шарпи на маятниковом копре. Часть 1. Метод испытания)

ISO 404 Steel and steel products — General technical delivery requirements (Сталь и стальные заготовки. Общие технические условия поставки)

ISO 2566-1 Steel — Conversion of elongation values — Part 1: Carbon and low alloy steels (Сталь. Таблицы перевода величин относительного удлинения. Часть 1. Сталь углеродистая и низколегированная)

ISO 4885 Ferrous products — Heat treatments — Vocabulary (Черные металлы. Термическая обработка. Словарь)

ISO 5173 Destructive tests on welds in metallic materials — Bend tests (Разрушающие испытания на сварных швах в металлических материалах. Испытания на загиб)

ISO 6506 (все части) Metallic materials — Brinell hardness test (Материалы металлические. Определение твердости по Бринеллю)

ISO 6507 (все части) Metallic materials — Vickers hardness test (Материалы металлические. Определение твердости по Виккерсу)

ISO 6508 (все части) Metallic materials — Rockwell hardness test (Материалы металлические. Определение твердости по Роквеллу)

ISO 6892-1 Metallic materials — Tensile testing — Part 1: Method of test at room temperature (Материалы металлические. Испытания на растяжение. Часть 1. Метод испытания при комнатной температуре)

ISO 6929 Steel products — Vocabulary (Продукты из стали. Определение и классификация)

ISO 7438 Metallic materials — Bend test (Материалы металлические. Испытание на загиб)

ISO 7539-2 Corrosion of metals and alloys — Stress corrosion testing — Part 2: Preparation and use of bentbeam specimens (Коррозия металлов и сплавов. Испытание на коррозию под напряжением. Часть 2. Приготовление и использование коромыслообразных образцов)

ISO 8491 Metallic materials — Tube (in full section) — Bend test (Материалы металлические. Трубы (отрезки). Испытание на изгиб)

ISO 8492 Metallic materials — Tube — Flattening test (Материалы металлические. Трубы. Испытание на сплющивание)

ISO 8501-1:2007 Preparation of steel substrates before application of paints and related products — Visual assessment of surface cleanliness — Part 1: Rust grades and preparation grades of uncoated steel substrates and of steel substrates after overall removal of previous coatings (Подготовка стальной поверхности перед нанесением красок и относящихся к ним продуктов. Визуальная оценка чистоты поверхности. Часть 1. Степени ржавости и степени подготовки непокрытой стальной поверхности и стальной поверхности после полного удаления прежних покрытий)

ISO 9712 Non-destructive testing — Qualification and certification of NDT personnel (Неразрушающий контроль. Квалификация и аттестация персонала)

ISO/TR 9769 Steel and iron — Review of available methods of analysis (Сталь и чугун. Обзор существующих методов анализа)

ISO 10474:1991 Steel and steel products — Inspection documents (Сталь и стальные изделия. Документы о контроле)

ISO 10893-2:2011 Non-destructive testing of steel tubes — Part 2: Automated eddy current testing of seamless and welded (except submerged arc-welded) steel tubes for the detection of imperfections (Неразрушающий контроль стальных труб. Часть 2. Автоматический метод вихретокового контроля стальных бесшовных и сварных труб (кроме труб, полученных дуговой сваркой под флюсом) для обнаружения дефектов)

ISO 10893-3:2011 Non-destructive testing of steel tubes — Part 3: Automated full peripheral flux leakage testing of seamless and welded (except submerged arc-welded) ferromagnetic steel tubes for the detection

of longitudinal and/or transverse imperfections (Неразрушающий контроль стальных труб. Часть 3. Автоматический контроль методом рассеяния магнитного потока по всей окружности бесшовных и сварных труб из ферромагнитной стали (кроме труб, полученных дуговой сваркой под флюсом) для обнаружения продольных и/или поперечных дефектов)

ISO 10893-4 Non-destructive testing of steel tubes — Part 4: Liquid penetrant inspection of seamless and welded steel tubes for the detection of surface imperfections (Неразрушающий контроль стальных труб. Часть 4. Контроль методом проникающих жидкостей стальных бесшовных и сварных труб для обнаружения поверхностных дефектов)

ISO 10893-5 Non-destructive testing of steel tubes. — Part 5: Magnetic particle inspection of seamless and welded ferromagnetic steel tubes for the detection of surface imperfections (Неразрушающий контроль стальных труб. Часть 5. Метод магнитопорошкового контроля бесшовных и сварных труб из ферромагнитной стали для обнаружения поверхностных дефектов)

ISO 10893-6 Non-destructive testing of steel tubes — Part 6: Radiographic testing of the weld seam of welded steel tubes for the detection of imperfections (Неразрушающий контроль стальных труб. Часть 6. Радиографический контроль шва сварных стальных труб для обнаружения дефектов)

ISO 10893-7:2011 Non-destructive testing of steel tubes — Part 7: Digital radiographic testing of the weld seam of welded steel tubes for the detection of imperfections (Неразрушающий контроль стальных труб. Часть 7. Цифровой радиографический контроль шва сварных стальных труб для обнаружения дефектов)

ISO 10893-8:2011 Non-destructive testing of steel tubes — Part 8: Automated ultrasonic testing of seamless and welded steel tubes for the detection of laminar imperfections (Неразрушающий контроль стальных труб. Часть 8. Автоматический ультразвуковой контроль бесшовных и сварных стальных труб для обнаружения дефектов расслоения)

ISO 10893-9:2011 Non-destructive testing of steel tubes — Part 9: Automated ultrasonic testing for the detection of laminar imperfections in strip/plate used for the manufacture of welded steel tubes (Неразрушающий контроль стальных труб. Часть 9. Автоматический ультразвуковой контроль для обнаружения дефектов расслоения в полосовом/листовом металле, используемом для изготовления сварных стальных труб)

ISO 10893-10:2011 Non-destructive testing of steel tubes — Part 10: Automated full peripheral ultrasonic testing of seamless and welded (except submerged arc-welded) steel tubes for the detection of longitudinal and/or transverse imperfections (Неразрушающий контроль стальных труб. Часть 10. Автоматический ультразвуковой контроль по всей окружности бесшовных и сварных стальных труб (кроме труб, полученных дуговой сваркой под флюсом) для обнаружения продольных и/или поперечных дефектов)

ISO 10893-11:2011 Non-destructive testing of steel tubes — Part 11: Automated ultrasonic testing of the weld seam of welded steel tubes for the detection of longitudinal and/or transverse imperfections (Неразрушающий контроль стальных труб. Часть 11. Автоматический ультразвуковой контроль шва сварных стальных труб для обнаружения продольных и/или поперечных дефектов)

ISO 10893-12 Non-destructive testing of steel tubes — Part 12: Automated full peripheral ultrasonic thickness testing of seamless and welded (except submerged arc-welded) steel tubes (Неразрушающий контроль стальных труб. Часть 12. Автоматический ультразвуковой контроль толщины по всей окружности бесшовных и сварных стальных труб (кроме труб, полученных дуговой сваркой под флюсом))

ISO 11484 Steel products — Employer's qualification system for nondestructive testing (NDT) personnel (Изделия стальные. Система квалификации работодателя для персонала по неразрушающему контролю)

ISO 11699-1:2008 Non-destructive testing — Industrial radiographic film — Part 1: Classification of film systems for industrial radiography (Контроль неразрушающий. Рентгенографические пленки для промышленной радиографии. Часть 1. Классификация пленочных систем для промышленной радиографии)

ISO 12135 Metallic materials — Unified method of test for the determination of quasistatic fracture toughness (Материалы металлические. Унифицированный метод испытания на определение вязкости разрушения под действием квазистатической нагрузки)

ISO 13678 Petroleum and natural gas industries — Evaluation and testing of thread compounds for use with casing, tubing, line pipe and drill stem elements (Промышленность нефтяная и газовая. Оценка и испытания многокомпонентных смазок для резьбы на обсадных, насосно-компрессорных трубах и трубопроводах и элементах буровых колонн)

ISO 14284 Steel and iron — Sampling and preparation of samples for the determination of chemical composition (Сталь и чугун. Отбор и приготовление образцов для определения химического состава)

ISO 19232-1:2004 Non-destructive testing — Image quality of radiographs — Part 1: Image quality indicators (wire type) — Determination of image quality value (Контроль неразрушающий. Качество изображения на рентгеновских снимках. Часть 1. Показатели качества изображения (проволочный тип). Определение значения качества изображения)

ISO 80000-1:2009 Quantities and units — Part 1: General (Величины и единицы. Часть 1. Общие положения)

API Spec 5B<sup>1)</sup> Specification for threading, gauging, and thread inspection of casing, tubing, and line pipe threads (US customary units) (Требования к нарезанию, калиброванию и контролю резьб обсадных, насосно-компрессорных и трубопроводных труб (в американских единицах))

API RP 5A 3 Recommended practice on thread compounds for casing, tubing, and line pipe (Рекомендуемая практика по резьбовым многокомпонентным смазкам для обсадных, насосно-компрессорных и трубопроводных труб)

API RP 5L 3 Recommended practice for conducting drop-weight tear tests on line pipe (Рекомендуемая практика проведения испытаний на отрыв падающим грузом для трубопроводных труб)

API Std 5T 1 Standard on imperfection terminology / Note: tenth edition; formerly bull 5T 1; addendum 1: 9/2003 (Терминология по несовершенствам. Стандарт)

ASNT SNT-TC-1A<sup>2)</sup> Recommended practice No. SNT-TC-1A — Non-destructive testing (Рекомендуемая практика № SNT-TC-1A. Неразрушающий контроль)

ASTM A 370<sup>3)</sup> Standard test methods and definitions for mechanical testing of steel products (Стандартные методы испытаний и определения для механических испытаний стальных изделий)

ASTM A 435 Standard specification for straight-beam ultrasonic examination of steel plates (Стандартные требования к ультразвуковому контролю толстолистовой стали прямым излучением)

ASTM A 578/ A578M Specification for Straight-Beam Ultrasonic Examination of Plain and Clad Steel Plates for Special Applications (Стандартные требования к ультразвуковому контролю прямым излучением толстолистовой стали специального назначения без покрытия и с плакировкой)

ASTM A 751 Standard test methods, practices, and terminology for chemical analysis of steel products (Стандартные методы испытаний, практика и терминология для химического анализа стальных изделий)

ASTM A 941 Terminology relating to steel, stainless steel, related alloys, and ferroalloys (Терминология по сталям, нержавеющей стали, родственным сплавам и ферросплавам)

ASTM A 956 Standard test method for leeb hardness testing of steel products (Стандартные методы контроля твердости стальных изделий по Либу)

ASTM A 1038 Standard practice for portable hardness testing by the ultrasonic contact impedance method (Стандартная практика контроля твердости переносными твердомерами методом ультразвукового контактного импеданса)

ASTM E 18 Standard test methods for rockwell hardness and rockwell superficial hardness of metallic materials (Стандартные методы контроля твердости по Роквеллу и поверхностной твердости по Роквеллу металлических материалов)

ASTM E 94 Standard guide for radiographic examination (Стандартное руководство по радиографическому контролю)

ASTM E 110 Standard test method for indentation hardness of metallic materials by portable hardness testers (Стандартный метод контроля твердости металлических материалов вдавливанием с применением переносных твердомеров)

ASTM E 114 Standard practice for ultrasonic pulse-echo straight-beam examination by the contact method (Стандартная практика применения контактного метода ультразвукового контроля с использованием прямолинейного эхо-импульсного ультразвукового излучения)

ASTM E 164 Standard practice for contact ultrasonic testing of weldments (Контактный ультразвуковой контроль сварных соединений. Стандартная методика)

<sup>1)</sup> Американский нефтяной институт, 1220 L Street, N.W., Washington, DC 20005, USA.

<sup>2)</sup> Американское общество специалистов по неразрушающим испытаниям, 1711 Arlingate Lane, Columbus, Ohio 43228-0518, USA.

<sup>3)</sup> Американское общество по испытаниям и материалам — ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, Pennsylvania 19428-2959, USA

ASTM E 165 Standard test method for liquid penetrant examination (Стандартный метод контроля для исследования проникающей жидкостью)

ASTM E 213 Standard practice for ultrasonic examination of metal pipe and tubing (Стандартная практика ультразвукового исследования металлических труб и трубных изделий)

ASTM E 273 Standard practice for ultrasonic examination of the weld zone of welded pipe and tubing (Стандартная практика ультразвукового исследования зоны сварного соединения трубопроводных и насосно-компрессорных сварных труб)

ASTM E 309 Standard practice for eddy-current examination of steel tubular products using magnetic saturation (Стандартная практика вихретокового контроля стальных трубных изделий с применением эффекта магнитного насыщения)

ASTM E 384 Standard method for Knoop and Vickers hardness of materials (Стандартный метод определения твердости материалов по Кнупу и Виккерсу)

ASTM E 570 Standard practice for flux leakage examination of ferromagnetic steel tubular products (Стандартная практика контроля ферромагнитных стальных трубных изделий методом рассеяния магнитного потока)

ASTM E 587 Standard practice for ultrasonic angle-beam contact testing (Контактный ультразвуковой контроль наклонным лучом. Стандартная методика)

ASTM E 709 Standard guide for magnetic particle examination (Стандартное руководство по проведению магнитопорошковых испытаний)

ASTM E 747 Standard practice for design, manufacture and material grouping classification of wire image quality indicators (IQI) used for radiology (Стандартная практика проектирования, изготовления и классификации проволочных индикаторов качества для радиологического контроля)

ASTM E 1290 Standard test method for crack-tip opening displacement (CTOD) fracture toughness measurement (Стандартный метод определения вязкости разрушения в вершине раскрытия трещины (CTOD))

ASTM E 1806 Standard practice for sampling steel and iron for determination of chemical composition (Стандартная практика отбора проб стали и чугуна для определения химического состава)

ASTM E 1815-08 Standard test method for classification of film systems for industrial radiography (Стандартный метод испытания для классификации пленок для промышленной рентгенографии)

ASTM E 2033 Standard practice for computed radiology (photostimulable luminescence method) (Компьютерная радиология (фотоиндукционный люминесцентный метод). Стандартная методика)

ASTM E 2698 Standard practice for radiological examination using digital detector arrays (Радиографический контроль с использованием цифровой детекторной решетки)

ASTM G 39 Standard practice for preparation and use of bent-beam stress-corrosion test specimens (Стандартная практика подготовки и применения образцов в форме изогнутой балки для испытания на коррозию под напряжением)

BS 7448-1 Fracture mechanics toughness tests. Method for determination of  $K_{Ic}$ , critical CTOD and critical J values of metallic materials (Испытания на вязкость разрушения. Часть 1. Метод определения  $K_{Ic}$ , критических значений CTOD и критических значений J металлических материалов)

EN 10168<sup>1)</sup> Steel products — Inspection documents — List of information and description (Продукция из стали. Акты приемочного контроля. Перечень информации и описание)

EN 10204:2004 Metallic products — Types of inspection documents (Изделия металлические. Типы актов приемочных документов)

NACE TM 0177:2005<sup>2)</sup> Laboratory testing of metals for resistance to sulfide stress cracking and stress corrosion cracking in  $H_2S$  environments (Лабораторные испытания стойкости металлов к сульфидному растрескиванию под напряжением и коррозионному растрескиванию под напряжением в  $H_2S$ -содержащих средах)

NACE TM 0284:2011 Standard test method — Evaluation of pipeline and pressure vessel steels for resistance to hydrogen-induced cracking (Стандартный метод испытаний. Оценка стойкости к водородному растрескиванию сталей для трубопроводов и сосудов под давлением)

<sup>1)</sup> CEN, Европейский комитет по стандартизации, Менеджмент-центр, Avenue Marnix 17, B-1000, Brussels, Belgium.

<sup>2)</sup> Национальная ассоциация специалистов по коррозии — NACE International, P.O. Box 201009, Houston, Texas, 77216-1009, USA.

## 4 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по:

- ISO 6929 или ASTM A 941 для стальных изделий;
- ISO 4885 или ASTM A 941 для термообработки;
- API Std 5T1 для терминологии несовершенств;
- ISO 404, ISO 10474 или ASTM A 370 (по применимости) для отбора проб, контроля и документов

о приемочном контроле, а также следующие термины с соответствующими определениями:

4.1 **анализ изделия** (product analysis): Химический анализ металла труб, рулонного или листового проката.

4.2 **бесшовная труба, SMLS** (seamless pipe, SMLS): Труба без сварного шва, полученная деформацией в горячем состоянии, после которой может быть проведена холодная деформация или отделка в холодном состоянии для получения заданной формы, размеров и свойств.

4.3 **внепечная доводка стали** (ladle refining): Вторичный процесс после выплавки стали до ее разлива с целью улучшения ее качества, примерами чего могут служить дегазация, десульфурация и различные способы удаления неметаллических включений и контроля формы включений.

4.4 **в состоянии после прокатки** (as-rolled): Состояние поставки без применения какого-либо специального вида прокатки и/или термообработки.

4.5 **группа прочности трубы** (pipe grade): Обозначение уровня прочности трубы.

Примечание — Химический состав или состояние термообработки труб одной группы прочности могут быть различными.

4.6 **дефект** (defect): Несовершенство и/или плотность залегающих несовершенств, не соответствующих критериям приемки, установленным настоящим стандартом.

4.7 **дочерний листовой прокат** (daughter plate): Часть стали, отделенная от материнского листового проката путем продольного распуска, поперечной резки или резки ножницами, которая может использоваться для получения одной или нескольких труб.

4.8 **дочерний рулонный прокат** (daughter coil): Часть стали, отделенная от материнского рулонного проката путем продольного распуска, поперечной резки или резки ножницами, которая может использоваться для получения одной или нескольких труб.

4.9 **дуговая сварка металлическим покрытым электродом, SMAW** (shielded metal arc welding, SMAW): Способ сварки, при котором соединение кромок металла происходит за счет нагрева дугой между покрытым металлическим электродом и свариваемым изделием, а защитная среда создается при разложении покрытия электрода.

Примечание — Давление не применяют, а присадочный металл поступает из электрода.

4.10 **дуговая сварка металлическим электродом в среде защитного газа** (gas metal-arc welding): Способ сварки, при котором плавление и соединение кромок металла происходит за счет нагрева электрической дугой или дугами между расходуемым стержнем электрода и основным металлом в среде подаваемого извне газа или газовой смеси, защищающей дугу и расплавленный металл.

Примечание — Давление не применяют, а присадочный металл поступает из электрода.

4.11 **дуговая сварка под флюсом, SAW** (submerged-arc welding, SAW): Способ сварки, при котором плавление и соединение кромок металла происходит за счет нагрева электрической дугой или дугами между расходуемым металлическим электродом или электродами и основным металлом, при котором дугу и расплавленный металл защищают слоем гранулообразного флюса.

Примечание — Давление не применяют, а часть присадочного металла или весь присадочный металл поступает из электродов.

4.12 **дуговая сварка с порошковым электродом** (flux core arc welding): Процесс сварки, при котором соединение металлов получают путем их нагрева дугой, горячей между непрерывно подаваемым электродом из присадочного металла и свариваемым изделием, а защитная среда обеспечивается флюсом, содержащимся в порошковом трубчатом электроде.

Примечание — В некоторых случаях создается дополнительное экранирование от газа или газовой смеси, подаваемых извне.

4.13 **если согласовано** (if agreed): Требование, которое должно быть выполнено так, как указано, или более строго, если это согласовано между изготовителем и заказчиком и указано в заказе на поставку.

Примечание — Например, требования, указанные в 7.2, перечисление с).

4.14 **если не согласовано иное** (unless otherwise agreed): Требование, которое должно быть выполнено так, как указано, если только между изготовителем и заказчиком не согласовано и не указано в заказе на поставку иное требование.

Примечание — Например, требования, указанные в 7.2, перечисление b).

4.15 **заказчик** (purchaser): Сторона, несущая ответственность за определение требований при заказе на изделие и за оплату заказа.

4.16 **закалка и отпуск** (quenching and tempering): Термообработка, включающая закалочное упрочнение с последующим отпуском.

4.17 **изготовитель** (manufacturer): Фирма, компания или корпорация, отвечающая за изготовление и маркировку продукции в соответствии с требованиями настоящего стандарта.

Примечания

1 Изготовителем может быть трубный завод, обрабатывающее предприятие, изготовитель муфт или предприятие, нарезающее резьбу.

2 Определение термина приведено в соответствии со стандартом [5].

4.18 **калибровка прибора** (instrument standardization): Настройка прибора для неразрушающего контроля по арбитражному эталонному значению.

4.19 **контроль** (inspection): Процессы измерения, исследования, калибрования, взвешивания и испытания одной или нескольких характеристик изделия и сравнение полученных результатов с установленными требованиями для определения соответствия.

Примечание — Контроль проводят в соответствии с ISO 404.

4.20 **контролируемая партия** (test unit): Заданное количество труб одного заданного наружного диаметра и толщины стенки, изготовленных по одной технологии, из одной плавки, в одних условиях производства.

4.21 **лазерная сварка, LW** (laser welding, LW): Способ получения шва при применении сварки лазерным лучом, который плавит и соединяет свариваемые кромки, с предварительным нагревом или без предварительного нагрева кромок, с защитой зоны сварки подаваемым извне газом или газовой смесью.

4.22 **материнский листовой прокат** (mother plate): Горячекатаная листовая сталь, выработанная из одного нагретого сляба, которая может использоваться для производства одной или нескольких труб.

4.23 **материнский рулонный прокат** (mother coil): Горячекатаная рулонная сталь, выработанная из одного нагретого сляба, которая может использоваться для производства одной или нескольких труб.

4.24 **непрерывная сварка, CW** (continuous welding): Способ получения шва при применении печного нагрева полосы и механического сжатия подготовленных кромок, при котором последующие участки полосы соединяются таким образом, чтобы обеспечить непрерывную подачу полосы в оборудование для сварки.

4.25 **неразрушающий контроль, NDT** (non-destructive inspection, NDT): Контроль труб для выявления несовершенств с использованием рентгенографического, ультразвукового или иного метода, указанного в настоящем стандарте, не приводящего к изменению, напряжению или разрушению материалов.

4.26 **несовершенство** (imperfection): Несплошность или неоднородность в стенке изделия или на его поверхности, выявляемая методами контроля, указанными в настоящем стандарте.

4.27 **обработчик** (processor): Фирма, компания или корпорация, эксплуатирующая оборудование, предназначенное для термообработки труб, изготовленных трубным заводом.

Примечание — Определение термина приведено в соответствии со стандартом [6].

4.28 **образец** (test piece): Часть пробы с заданными размерами, механически обработанная или необработанная, приведенная в требуемое состояние для испытания.

4.29 **обязательные элементы** (normative elements): Элементы, которые описывают область применения документа, и которые устанавливают положения, являющиеся обязательными для реализации стандарта.

Примечание — Директивы ISO/IEC, часть 2.

4.30 **окончательная холодная обработка** (cold finishing): Операция холодной обработки (обычно холодная деформация) с остаточной деформацией более 1,5 %.

Примечание — Окончательная холодная обработка отличается от холодного экспандирования и калибрования в холодном состоянии по величине остаточной деформации.

4.31 **плавка** (heat): Металл, произведенный в одном цикле процесса периодической плавки.

4.32 **подрез** (undercut): Канавка, проплавленная в основном металле у кромки лицевой поверхности сварного шва и незаполненная наплавленным металлом.

4.33 **показание** (indication): Свидетельство, полученное при неразрушающем контроле.

4.34 **после прокатки с нормализацией** (normalizing rolled): Состояние поставки труб после процесса прокатки, при котором окончательную деформацию проводят в определенном интервале температур, что позволяет получить материал в состоянии, эквивалентном состоянию после отдельной нормализации, с заданными механическими свойствами, не изменяемыми последующей отдельной нормализацией.

4.35 **после термомеханической прокатки** (thermomechanical rolled): Состояние поставки труб, изготовленных из горячекатаного листового или рулонного проката, которое достигнуто при проведении окончательной деформации труб в определенном интервале температур, что позволяет получить материал с определенными свойствами, которые не могут быть получены или воспроизведены за счет отдельной термообработки; с последующим охлаждением (возможно с повышенной скоростью охлаждения), с отпуском или без отпуска, включая самоотпуск.

Примечание — Последующая термообработка при температуре свыше 580 °С может привести к снижению прочностных свойств материала.

4.36 **после формоизменения с нормализацией** (normalizing formed): Состояние поставки труб после процесса формоизменения, при котором окончательную деформацию проводят в определенном интервале температур, что позволяет получить состояние материала, эквивалентное состоянию после отдельной нормализации, с заданными механическими свойствами, не изменяемыми при последующей отдельной нормализации.

Примечание — Последующая термообработка при температуре свыше 580 °С может привести к снижению прочностных свойств материала.

4.37 **по согласованию** (as agreed): Требование должно быть согласовано между изготовителем и заказчиком и указано в заказе на поставку.

Примечание — Например, требования, указанные в 7.2, перечисление с).

4.38 **проба** (sample): Объем материала, отобранного от испытуемого изделия с целью получения одного или нескольких образцов.

4.39 **расслоение** (lamination): Внутреннее разделение в металле, слои которого обычно параллельны поверхности трубы.

4.40 **сварная труба** (welded pipe): Труба CW, COWH, COWL, EW, HFW, LFW, LW, SAWH или SAWL, согласно определениям, данным в настоящем стандарте.

4.41 **справочные элементы** (informative elements): Элементы, которые:

a) идентифицируют документ, дают понятие о его содержании и объясняют его основания, процесс разработки и/или взаимосвязь с другими документами;

b) дают дополнительную информацию, помогающую в понимании или использовании документа.

Примечание — Директивы ISO/IEC, часть 2.

4.42 **стыкованная труба** (jointer): Труба, состоящая из двух отрезков, соединенных или сваренных вместе изготовителем труб.

4.43 **стыковой сварной шов концов рулонного или листового проката** (coil/plate end weld): Сварной шов, соединяющий концевые кромки рулонного или листового проката.

4.44 **тело трубы** (pipe body): Для бесшовных труб — вся труба.

4.45 **тело трубы** (pipe body): Для сварных труб — вся труба, за исключением сварного шва (швов) и зоны термического влияния.

4.46 **термомеханическое формообразование** (thermomechanical forming): Процесс формообразования труб в горячем состоянии, при котором окончательную деформацию проводят в определенном интервале температур, что позволяет получить материал с определенными свойствами, которые не могут

быть получены или воспроизведены за счет отдельной термообработки; с последующим охлаждением (возможно с повышенной скоростью охлаждения), с отпуском или без отпуска, включая самоотпуск.

**Примечание** — Последующая термообработка при температуре свыше 580 °С может привести к снижению прочностных свойств материала.

**4.47 технологический шов** (tack weld): Прерывистый или непрерывный сварной шов, используемый для выравнивания соединяемых кромок до момента выполнения окончательного сварного соединения.

**4.48 труба COW** (COW pipe): Труба с одним или двумя продольными швами или одним спиральным швом, полученными способом сочетания дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа и дуговой сварки под флюсом, имеющими валик металла, наплавленный при дуговой сварке металлическим электродом в среде защитного газа, полностью не удаляемый при проходах сварки под флюсом.

**4.49 труба COWH** (COWH pipe): Труба с одним спиральным швом, полученным способом сочетания дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа и дуговой сварки под флюсом, имеющим валик металла, наплавленный при дуговой сварке металлическим электродом в среде защитного газа, полностью не удаляемый при проходах сварки под флюсом.

**4.50 труба COWL** (COWL pipe): Труба с одним или двумя продольными швами, изготовленная способом сочетания дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа и дуговой сварки под флюсом, имеющими валик металла, наплавленный при дуговой сварке металлическим электродом в среде защитного газа, который при проходах сварки под флюсом полностью не удаляется.

**4.51 труба CW** (CW pipe): Труба с одним продольным швом, полученным способом непрерывной сварки.

**4.52 труба EW** (EW pipe): Труба с одним продольным швом, полученным способом низко- или высокочастотной электросварки.

**4.53 труба HFW** (HFW pipe): Электросварная труба, изготовленная способом высокочастотной сварки с частотой тока 70 кГц и более.

**4.54 труба LFW** (LFW pipe): Электросварная труба, изготовленная способом низкочастотной сварки с частотой тока менее 70 кГц.

**4.55 труба LW** (LW pipe): Труба с одним продольным швом, полученным способом лазерной сварки.

**4.56 труба SAW** (SAW pipe): Труба с одним или двумя продольными швами или одним спиральным швом, полученными способом дуговой сварки под флюсом.

**4.57 труба SAWH** (SAWH pipe): Труба с одним спиральным швом, полученным способом дуговой сварки под флюсом.

**4.58 труба SAWL** (SAWL pipe): Труба с одним или двумя продольными швами, полученными способом дуговой сварки под флюсом.

**4.59 трубный завод** (pipe mill): Фирма, компания или корпорация, которая эксплуатирует оборудование для производства труб.

**Примечание** — Определение термина приведено в соответствии со стандартом [6].

**4.60 условия эксплуатации** (service condition): Условия применения, указанные заказчиком в заказе на поставку.

**Примечание** — Применяемые в настоящем стандарте термины «кислая среда» и «морские условия» обозначают условия эксплуатации.

**4.61 холодноэксандированная труба** (cold-expanded pipe): Труба, наружный диаметр которой был увеличен по всей длине путем приложения внутреннего гидростатического давления в закрытых штампах или механическим устройством для внутреннего экспандирования при рабочей температуре оборудования.

**4.62 холоднодеформированная труба** (cold-sized pipe): Труба, наружный диаметр которой был увеличен или уменьшен на части ее длины или по всей длине в процессе окончательного изменения формы (в том числе в процессе электросварки EW) при рабочей температуре оборудования.

**4.63 холодное формообразование** (cold forming): Процесс формообразования рулонного или листового проката в трубу без нагрева.

**4.64 шов COW** (COW seam): Продольный или спиральный шов, полученный способом сочетания дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа и дуговой сварки под флюсом,



имеющий валик металла, наплавленный при дуговой сварке металлическим электродом в среде защитного газа, полностью не удаляемый при проходах сварки под флюсом.

4.65 **шов EW** (EW seam): Продольный шов, полученный способом электросварки.

4.66 **шов SAW** (SAW seam): Продольный или спиральный шов, полученный способом дуговой сварки под флюсом.

4.67 **электросварка, EW** (electric welding, EW): Способ получения шва сваркой электросопротивлением, при которой свариваемые кромки прижимаются друг к другу под механическим воздействием, а тепло для сварки выделяется вследствие сопротивления приложенному или наведенному электрическому току.

## 5 Обозначения и сокращения

### 5.1 Обозначения

В настоящем стандарте применены следующие обозначения:

$a$  — длина стыкового сварного шва концов рулонного или листового проката, мм;

$A_{gb}$  — размер оправки (пуансона) для испытания на направленный загиб, мм;

$A_L$  — площадь внутреннего поперечного сечения трубы, мм<sup>2</sup>;

$A_p$  — площадь поперечного сечения стенки трубы, мм<sup>2</sup>;

$A_R$  — площадь поперечного сечения торцового уплотнения, мм<sup>2</sup>;

$A_{XC}$  — применяемая для расчета площадь поперечного сечения образца для испытания на растяжение, мм<sup>2</sup>;

$b$  — заданная ширина торцевой плоскости муфты, мм;

$B$  — расстояние между стенками матрицы или опорами при испытании на направленный загиб;

$C$  — константа;

$CE_{IIW}$  — углеродный эквивалент, рассчитываемый по формуле Международного института сварки;

$CE_{Pcm}$  — углеродный эквивалент, рассчитываемый по химической составляющей формулы

Ито — Бессю;

$d$  — расчетный внутренний диаметр трубы, мм;

$D$  — наружный диаметр трубы, мм;

$D_a$  — наружный диаметр трубы после деформации, задаваемый изготовителем, мм;

$D_b$  — наружный диаметр трубы до деформации, задаваемый изготовителем, мм;

$f$  — частота (циклы в секунду), Гц;

$L$  — длина трубы, м;

$P$  — гидростатическое испытательное давление, МПа;

$P_R$  — внутреннее давление на торцовое уплотнение, МПа;

$r$  — радиус, мм;

$r_a$  — радиус оправки (пуансона) для испытания на направленный загиб, мм;

$r_b$  — радиус матрицы для испытания на направленный загиб, мм;

$r_0$  — наружный радиус трубы, мм;

$\sigma_n$  — расчетное тангенциальное напряжение для трубопровода, МПа;

$s_r$  — коэффициент деформации;

$S$  — тангенциальное напряжение при гидростатическом испытании, МПа;

$t$  — толщина стенки трубы, мм;

$t_{min}$  — допустимая минимальная толщина стенки трубы, мм;

$V_t$  — поперечная скорость распространения ультразвука, м/с;

$\varepsilon$  — коэффициент деформации;

$\lambda$  — длина волны;

$\delta (A_f)$  — относительное удлинение после разрыва, округленное до целого числа, %;

$D_m (W)$  — заданный наружный диаметр муфты;

$D_f (Q)$  — заданный диаметр фаски в плоскости торца муфты, мм;

$\sigma_{T0,2} (R_{p0,2})$  — предел текучести (непропорциональное удлинение 0,2 %), МПа;

$\sigma_{T0,5} (R_{10,5})$  — предел текучести (общее удлинение 0,5 %), МПа;

$\sigma_{Bmin} (U)$  — заданный минимальный предел прочности, МПа;

$\sigma_A (R_m)$  — предел прочности на растяжение, МПа;

$K_V (KV)$  — работа удара при испытании образца с V-образным надрезом полного размера, Дж;

$L_{m_c}(N_L)$  — заданная минимальная длина муфты, мм;  
 $m_1(\rho_1)$  — масса на единицу длины трубы без резьбы, кг/м.

## 5.2 Сокращения

В настоящем стандарте приняты следующие сокращения:

- COWH (combination helical welding process for pipe during manufacturing) — комбинированный способ сварки для изготовления труб со спиральным швом;  
 COWL (combination longitudinal welding process for pipe during manufacturing) — комбинированный способ сварки для изготовления труб с продольным швом;  
 CTOD (crack tip opening displacement) — раскрытие в вершине трещины;  
 CVN (charpy V-notch) — V-образный надрез;  
 CW (continuous welding process for pipe during manufacturing) — непрерывный способ сварки для изготовления труб;  
 DWT (drop-weight tear) — испытание падающим грузом;  
 EDI (electronic data interchange) — электронный обмен данными;  
 EW (electric resistance or electric induction welding process for pipe during manufacturing) — способ электросварки сопротивлением или индукционной электросварки для изготовления труб;  
 HAZ (heat-affected zone) — зона термического влияния;  
 HBW (Brinell hardness) — твердость по Бринеллю;  
 HFW (high frequency electric welding process for pipe during manufacturing) — способ высокочастотной электросварки для изготовления труб;  
 HIC (hydrogen-induced cracking) — водородное растрескивание;  
 HRC (Rockwell hardness, C scale) — твердость по шкале С Роквелла;  
 HV (Vickers hardness) — твердость по Виккерсу;  
 IQI (image quality indicator) — эталон качества изображения;  
 LFW (low frequency electric welding process for pipe during manufacturing) — способ низкочастотной электросварки для изготовления труб;  
 LW (laser welding process for pipe during manufacturing) — способ лазерной сварки для изготовления труб;  
 MT (magnetic particle testing) — магнитопорошковый контроль;  
 NDT (non-destructive testing) — неразрушающий контроль;  
 PSL (product specification level) — уровень требований к продукции;  
 PT (penetrant testing) — капиллярный контроль;  
 SAWH (submerged arc helical welding process for pipe during manufacture) — способ дуговой сварки под флюсом для изготовления труб со спиральным швом;  
 SAWL (submerged arc longitudinal welding process for pipe during manufacture) — способ дуговой сварки под флюсом для изготовления труб с продольным швом;  
 SI (international system of units) — международная система единиц измерения;  
 SMLS (seamless pipe) — бесшовная труба;  
 SSC (sulphide stress cracking) — сульфидное растрескивание под напряжением;  
 SWC (step-wise cracking) — ступенчатое растрескивание;  
 TFL (through-the-flowline) — напорный трубопровод;  
 USC (United States customary units) — традиционная американская система единиц;  
 UT (ultrasonic testing) — ультразвуковой контроль.

## 6 Группы прочности и состояние поставки

### 6.1 Группы прочности

6.1.1 Группы прочности труб уровня PSL-1 указаны в таблице 1. Обозначение группы прочности представляет собой сочетание букв и цифр. Группа прочности идентифицирует уровень прочности труб и связана с химическим составом стали.

**Примечание** — Цифровая часть обозначения групп прочности соответствует заданному минимальному пределу текучести  $\sigma_{T0,5}$ , выраженному в МПа в единицах SI или в ksi в единицах USC, округленному до целого числа, кроме обозначения групп прочности А и В. Буква Р указывает, что для стали установлены пределы по массовой доле фосфора.

6.1.2 Группы прочности труб уровня PSL-2 указаны в таблице 1. Обозначение группы прочности представляет собой сочетание букв и цифр. Группа прочности идентифицирует уровень прочности труб и связана с химическим составом стали.

Группа прочности трубы дополнительно содержит буквы R, N, Q или M, которые указывают на состояние поставки труб (таблица 3).

**Примечания**

1 Обозначения группы прочности В не содержат указания на заданный минимальный предел текучести, однако цифровая часть других обозначений групп прочности соответствует заданному минимальному пределу текучести.

2 Обозначения групп прочности труб, предназначенных для эксплуатации в кислой среде, — в соответствии с Н.4.1.1.

3 Обозначения групп прочности труб, предназначенных для эксплуатации в морских условиях, — в соответствии с J.4.1.1.

4 Обозначения групп прочности труб, предназначенных для эксплуатации европейских наземных газопроводов, — в соответствии с М.4.1.1.

Таблица 1 — Группы прочности и допустимые состояния поставки

| PSL          | Состояние поставки  | Группа прочности <sup>a, b</sup> |
|--------------|---|----------------------------------|
| PSL-1        | В состоянии после прокатки, прокатки с нормализацией, нормализации или формообразования с нормализацией   | L175 или A25                     |
|              |   | L175P или A25P                   |
|              |   | L210 или A                       |
|              | В состоянии после прокатки, прокатки с нормализацией, термомеханической прокатки, термомеханического формообразования, формообразования с нормализацией, нормализации, нормализации и отпуска или, если согласовано, закалки и отпуска — только для бесшовных труб (SMLS) | L245 или B                       |
|              |   | L290 или X42                     |
|              |   | L320 или X46                     |
|              |   | L360 или X52                     |
|              |   | L390 или X56                     |
|              |   | L415 или X60                     |
|              |   | L450 или X65                     |
| L485 или X70 |   |                                  |
| PSL-2        | В состоянии после прокатки  | L245R или BR                     |
|              |   | L290R или X42R                   |
|              | В состоянии после прокатки с нормализацией, формообразования с нормализацией, нормализации или нормализации и отпуска   | L245N или BN                     |
|              |   | L290N или X42N                   |
|              |   | L320N или X46N                   |
|              |   | L360N или X52N                   |
|              |   | L390N или X56N                   |
|              |   | L415N или X60N                   |
|              | В состоянии после закалки и отпуска   | L245Q или BQ                     |
|              |   | L290Q или X42Q                   |
|              |   | L320Q или X46Q                   |
|              |   | L360Q или X52Q                   |
|              |   | L390Q или X56Q                   |

Окончание таблицы 1

| PSL | Состояние поставки   | Группа прочности <sup>a, b</sup> |  |
|-----|--|----------------------------------|--|
|     |  | L415Q или X60Q                   |  |
|     |  | L450Q или X65Q                   |  |
|     |  | L485Q или X70Q                   |  |
|     |  | L555Q или X80Q                   |  |
|     |  | L625Q или X90Q <sup>c</sup>      |  |
|     |  | L690Q или X100Q <sup>c</sup>     |  |
|     | В состоянии после термомеханической прокатки или термомеханического формообразования   | L245M или BM                     |  |
|     |  | L290M или X42M                   |  |
|     |  | L320M или X46M                   |  |
|     |  | L360M или X52M                   |  |
|     |  | L390M или X56M                   |  |
|     |  | L415M или X60M                   |  |
|     |  | L450M или X65M                   |  |
|     |  | L485M или X70M                   |  |
|     | В состоянии после термомеханической прокатки   | L555M или X80M                   |  |
|     |  | L625M или X90M                   |  |
|     |  | L690M или X100M                  |  |
|     |  | L830M или X120M                  |  |
|     |  |                                  |  |
|     | <sup>a</sup> Для промежуточных групп прочности обозначение должно быть в одном из следующих форматов:<br>1 Буква L, за ней заданный минимальный предел текучести в МПа, а для труб уровня PSL-2 — буква, обозначающая состояние поставки (R, N, Q или M);<br>2 Буква X, за которой следует двух- или трехзначное число, равное заданному минимальному пределу текучести в ksi, округленному до целого числа, а для труб уровня PSL-2 — буква, обозначающая состояние поставки (R, N, Q или M).<br><sup>b</sup> Буквы R, N, Q, M у групп прочности труб уровня PSL-2 относятся к состоянию поставки труб.<br><sup>c</sup> Для бесшовных труб. |                                  |  |

6.1.3 Обозначения марок стали (номера стали), применяемые в европейской нумерационной системе обозначений в дополнение к наименованию групп прочности, приведены в таблице L.1 для справки.

## 6.2 Состояние поставки

6.2.1 Если конкретное состояние поставки не указано в заказе на поставку, то состояние поставки труб уровня PSL-1 по каждой заказанной позиции выбирает изготовитель. Состояние поставки должно соответствовать требованиям таблиц 1 и 3.

6.2.2 При поставке труб уровня PSL-2 состояние поставки должно соответствовать требованиям заказа на поставку по указанному в нем обозначению группы прочности.

## 7 Информация, которая должна быть предоставлена заказчиком

### 7.1 Обязательная информация

Заказ на поставку должен содержать следующую информацию:

- количество (например общая масса или общая длина труб);
- уровень PSL-1 или уровень PSL-2;
- тип труб (таблица 2);

- d) обозначение настоящего стандарта;
- e) группу прочности труб (6.1, H.4.1.1, J.4.1.1, 1 или M.4.1.1 соответственно);
- f) наружный диаметр и толщину стенки (9.11.1.2);
- g) длину и тип длины (немерная или приблизительная) (9.11.1.3, 9.11.3.3 и таблица 12);
- h) подтверждение применимости отдельных приложений настоящего стандарта.

## 7.2 Дополнительная информация

В заказе на поставку должно быть указано, какие из следующих положений применяют к конкретной позиции заказа.

- a) Положения, которые должны быть согласованы в обязательном порядке, если применимы:
  - 1) обозначение для промежуточных групп прочности труб (таблица 1, сноска a));
  - 2) химический состав для промежуточных групп прочности (9.2.1 и 9.2.2);
  - 3) химический состав для труб толщиной стенки  $t > 25,0$  мм (9.2.3);
  - 4) предельные значения углеродных эквивалентов для труб уровня PSL-2 группы прочности L415N или X60N (таблица 5);
  - 5) предельные значения углеродных эквивалентов для труб уровня PSL-2 группы прочности L555Q или X80Q, L625Q или X90Q и L690Q или X100Q (таблица 5);
  - 6) предельные значения углеродных эквивалентов для бесшовных труб (SMLS) уровня PSL-2 толщиной стенки  $t > 20,0$  мм (таблица 5, сноска a));
  - 7) предельные отклонения диаметра и овальность для труб наружным диаметром  $D > 1\,422$  мм (таблица 10);
  - 8) предельные отклонения диаметра и овальность концов для бесшовных труб (SMLS) толщиной стенки  $t > 25,0$  мм (таблица 10, сноска b));
  - 9) стандарт, применимый к швам стыкованных труб (A.1.2).
- b) Положения, которые применимы в приведенной формулировке, если не согласовано иное:
  - 1) интервал значений коэффициента деформации для холодноэксандированных труб (8.9.2);
  - 2) формула для определения коэффициента деформации (8.9.3);
  - 3) предельные значения для химического состава труб уровня PSL-1 (таблица 4, сноски c), e) и f));
  - 4) предельные значения для химического состава труб уровня PSL-2 (таблица 5, сноски c), e), f), g), h), i), k) и l));
  - 5) отношение предела текучести к пределу прочности для групп прочности L625 или X90, L690 или X100 и L830 или X120 (таблица 7, сноски g) и h) или таблица J.2, сноски h) и i));
  - 6) оценка и документирование площади вязкого разрушения после испытаний на ударный изгиб (9.8.2.3);
  - 7) предельные отклонения для труб немерной длины (9.11.3.3, перечисление a));
  - 8) тип резьбовой смазки (9.12.2.4);
  - 9) вид торцевой поверхности (9.12.5.1 или 9.12.5.2);
  - 10) стандарт на метод испытания на ударный изгиб (10.2.3.3, 10.2.4.3, D.2.3.4.2 и D.2.3.4.3);
  - 11) метод химического анализа металла готового изделия (10.2.4.1);
  - 12) альтернативный метод измерения диаметра труб наружным диаметром  $D \geq 508$  мм (10.2.8.1);
  - 13) смещение продольных сварных швов на сварном шве стыкованных труб (A.2.4);
  - 14) ремонт холодноэксандированных труб (C.4.2);
  - 15) альтернативный тип эталона чувствительности изображения (E.4.3.1).
- c) Положения, которые применимы, если согласованы:
  - 1) состояние поставки (6.2 и таблица 1);
  - 2) поставка бесшовных труб уровня PSL-1 из группы прочности B или L245 в состоянии после закалки и отпуска (таблица 1);
  - 3) поставка труб промежуточных групп прочности [таблица 2, сноска a)];
  - 4) поставка труб SAWL с двумя швами [таблица 2, сноска c)];
  - 5) альтернатива заданной термообработке шва для труб уровня PSL-1 (8.8.1);
  - 6) поставка труб SAWH со стыковыми сварными швами концов рулонного или листового проката на концах труб (8.10.3);
  - 7) поставка стыкованных труб (8.11);
  - 8) температура испытаний на ударный изгиб образцов с V-образным надрезом (CVN) ниже  $0^\circ\text{C}$  (9.8.2.1, 9.8.2.2 и 9.8.3);

- 9) испытание на ударный изгиб тела труб на образцах с V-образным надрезом (CVN) для сварных труб уровня PSL-2 наружным диаметром  $D < 508$  мм для определения площади вязкого разрушения (9.8.2.2 и таблица 18);
- 10) испытание на ударный изгиб продольных сварных швов на образцах с V-образным надрезом (CVN) для труб HFW уровня PSL-2 (9.8.3 и таблица 18);
- 11) испытание падающим грузом (DWT) тела сварных труб уровня PSL-2 наружным диаметром  $D \geq 508$  мм (9.9.1 и таблица 18);
- 12) температура испытания падающим грузом (DWT) ниже  $0$  °C (9.9.1);
- 13) альтернативные стыкованные трубы из 2 или 3 труб (9.11.3.3 с), d) и e));
- 14) механическое свинчивание с муфтами (9.12.2.3 и 10.2.6.1);
- 15) специальная форма фаски (9.12.5.3);
- 16) удаление наружного валика сварного шва на концах труб SAW или COW (9.13.2.2, перечисление e));
- 17) данные о свариваемости или испытание свариваемости для труб уровня PSL-2 (9.15);
- 18) вид документа о приемочном контроле для труб уровня PSL-1 (10.1.2.1);
- 19) информация о производстве для труб уровня PSL-1 (10.1.2.2);
- 20) альтернативный вид документа о приемочном контроле для труб уровня PSL-2 (10.1.3.1);
- 21) применение поперечных образцов для испытаний на растяжение бесшовных труб (SMLS), не подвергавшихся холодному экспандированию (таблица 20, сноска с);
- 22) применение для определения предела текучести в поперечном направлении кольцевого образца для испытания на раздачу ((10.2.3.2, таблица 19, сноска с) и таблица 20, сноска d));
- 23) применение контроля, альтернативного макрографическому (10.2.5.2);
- 24) контроль твердости в процессе производства труб EW и LW (10.2.5.3);
- 25) специальные условия гидростатических испытаний труб с нарезанной резьбой и навинченной муфтой (10.2.6.1);
- 26) альтернативное давление гидроиспытания (таблица 26);
- 27) применение минимально допустимой толщины стенки для расчета гидростатического испытательного давления (10.2.6.7);
- 28) применение специального метода для определения диаметра трубы (10.2.8.1);
- 29) применение измерений внутреннего диаметра для определения диаметра и овальности экспандированных труб наружным диаметром  $D \geq 219,1$  мм и неэкспандированных труб (10.2.8.3 и таблица 10, сноска с);
- 30) применение специального метода для определения других размеров труб (10.2.8.7);
- 31) маркировка муфт краской (11.1.2);
- 32) дополнительная маркировка, указанная заказчиком (11.1.4);
- 33) специальная поверхность или участок для маркировки труб (11.2.2, перечисление b) и 11.2.6, перечисление b));
- 34) маркировка клеймением или виброгравировкой (11.2.3);
- 35) альтернативное расположение маркировки труб (11.2.4);
- 36) альтернативный формат маркировки длины труб ((11.2.6, перечисление a));
- 37) цветовая идентификация труб (11.2.7);
- 38) маркировка труб несколькими группами прочности (11.4.1);
- 39) временное наружное покрытие (12.1.2);
- 40) специальное покрытие (12.1.3);
- 41) внутреннее покрытие (12.1.4);
- 42) аттестация технологии производства для труб уровня PSL-2, применение приложения В (раздел В.2);
- 43) рентгенографический контроль сварных швов SAW или стыковых сварных швов концов рулонного или листового проката (таблица E1);
- 44) неразрушающий контроль бесшовных труб (SMLS) уровня PSL-1 (E.3.1.2);
- 45) неразрушающий контроль сварных швов EW после гидростатических испытаний (E.3.1.3, перечисление b));
- 46) ультразвуковой контроль сварных труб для выявления несовершенств типа расслоений на концах труб (E.3.2.3);
- 47) ультразвуковой контроль бесшовных труб (SMLS) для выявления несовершенств типа расслоений на концах труб (E.3.3.2);

- 48) рентгенографический контроль (раздел E.4 и K.5.3 перечисление а));
- 49) применение для ультразвукового контроля стандартных образцов с отверстиями и надрезами (таблица E.7);
- 50) альтернативная практика повторного контроля швов COW (E.5.5.5);
- 51) ультразвуковой контроль труб EW, SAW или COW для выявления несовершенств типа расслоений в теле трубы (раздел E.8);
- 52) ультразвуковой контроль для выявления несовершенств типа расслоений по кромкам рулонного или листового проката или в сварном шве труб EW, SAW или COW (раздел E.9);
- 53) поставка сварных муфт для труб наружным диаметром  $D \geq 355,6$  мм (F.1.3);
- 54) применение приложения G к трубам уровня PSL-2, стойким к распространению вязкого разрушения на газопроводах, когда заказчик должен указать температуру испытания на ударный изгиб и минимальную среднюю работу удара (раздел G.2);
- 55) трубы уровня PSL-2 для эксплуатации в кислой среде, применение приложения H (раздел H.2);
- 56) трубы для TFL, применение приложения I (раздел I.2);
- 57) трубы, предназначенные для эксплуатации в морских условиях, применение приложения J (раздел J.2);
- 58) трубы уровня PSL-2, предназначенные для европейских магистральных газопроводов; применение приложения M (раздел M.2);
- 59) любые другие дополнительные или более жесткие требования.

## 8 Производство

### 8.1 Способ производства

Трубы, поставляемые по настоящему стандарту, должны быть изготовлены в соответствии с требованиями и ограничениями, указанными в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 — Допустимые процессы производства и уровни требований к продукции

| Тип труб или концов труб      | Группа прочности труб уровня PSL-1 <sup>a</sup> |                             |            |            |                                 | Группа прочности труб уровня PSL-2 <sup>a</sup> |                                       |  |
|-------------------------------|---|-----------------------------|------------|------------|---------------------------------|---|---------------------------------------|--|
|                               | L175 или A25 <sup>b</sup>                       | L175P или A25P <sup>b</sup> | L210 или A | L245 или B | от L290 или X42 до L485 или X70 | от L245 или B до L555 или X80                   | более L555 или X80 и до L690 или X100 | более L690 или X100 и до L830 или X120 |
| Тип труб                      |   |                             |            |            |                                 |   |                                       |  |
| SMLS                          | X   | X                           | X          | X          | X                               | X   | X                                     | —                                      |
| CW                            | X   | X                           | —          | —          | —                               | —   | —                                     | —                                      |
| LFW                           | X   | —                           | X          | X          | X                               | —   | —                                     | —                                      |
| HFW                           | X   | —                           | X          | X          | X                               | X   | —                                     | —                                      |
| LW                            | —   | —                           | —          | —          | X                               | —   | —                                     | —                                      |
| SAWL <sup>c</sup>             | —   | —                           | X          | X          | X                               | X   | X                                     | X                                      |
| SAWH <sup>d</sup>             | —   | —                           | X          | X          | X                               | X   | X                                     | X                                      |
| COWL <sup>c</sup>             | —   | —                           | X          | X          | X                               | X   | —                                     | —                                      |
| COWH <sup>d</sup>             | —   | —                           | X          | X          | X                               | X   | —                                     | —                                      |
| Тип концов труб               |   |                             |            |            |                                 |   |                                       |  |
| Раструбные концы <sup>e</sup> | X   | —                           | X          | X          | X                               | —   | —                                     | —                                      |
| Концы без резьбы              | X   | —                           | X          | X          | X                               | X   | X                                     | X                                      |

Окончание таблицы 2

| Тип труб или концов труб   | Группа прочности труб уровня PSL-1 <sup>a</sup> |                             |            |            |                                 | Группа прочности труб уровня PSL-2 <sup>a</sup> |                                       |  |
|--|---|-----------------------------|------------|------------|---------------------------------|---|---------------------------------------|--|
|  | L175 или A25 <sup>b</sup>                       | L175P или A25P <sup>b</sup> | L210 или A | L245 или B | от L290 или X42 до L485 или X70 | от L245 или B до L555 или X80                   | более L555 или X80 и до L690 или X100 | более L690 или X100 и до L830 или X120 |
| Концы без резьбы для специальных муфт  | X   | —                           | X          | X          | —                               | —   | —                                     | —                                      |
| Нарезные концы <sup>f</sup>  | X   | X                           | X          | X          | —                               | —   | —                                     | —                                      |
| <sup>a</sup> По согласованию поставляют трубы промежуточных групп прочности выше L290 или X42.<br><sup>b</sup> Трубы групп прочности L175, L175P, A25 и A25P поставляют диаметром $D \leq 141,3$ мм.<br><sup>c</sup> По согласованию трубы диаметром $D \geq 914$ мм поставляют с двумя швами.<br><sup>d</sup> Трубы со спиральным швом поставляют диаметром $D \geq 114,3$ мм.<br><sup>e</sup> Трубы с раструбными концами поставляют диаметром $D \leq 219,1$ мм и толщиной стенки $t \leq 3,6$ мм.<br><sup>f</sup> Трубы с нарезными концами поставляют диаметром $D \leq 508$ мм бесшовными (SMLS) и сварными с продольным сварным швом. |   |                             |            |            |                                 |   |                                       |  |

Таблица 3 — Маршруты изготовления, допустимые для труб уровня PSL-2

| Тип труб  | Исходная заготовка  | Формообразование труб   | Термообработка труб   | Состояние поставки |
|---|---|---|---|--------------------|
| SMLS  | Трубная заготовка   | Прокатка  | —   | R                  |
|   |   | Деформация с нормализацией  | —   | N                  |
|   |   | Горячая деформация  | Нормализация  | N                  |
|   |   |   | Закалка и отпуск  | Q                  |
| Горячая деформация и окончательная холодная обработка                             | Нормализация  | N   |   |                    |
|   | Закалка и отпуск  | Q   |   |                    |
| HFW   | Рулонный прокат, полученный прокаткой с нормализацией                     | Холодное формообразование   | Термообработка <sup>a</sup> только зоны сварного соединения                             | N                  |
|   | Рулонный прокат, полученный термомеханической прокаткой                   | Холодное формообразование   | Термообработка <sup>a</sup> только зоны сварного соединения                             | M                  |
|   |   |   | Термообработка <sup>a</sup> зоны сварного соединения и снятие напряжений для всей трубы | M                  |
|   | Рулонный прокат в состоянии после прокатки или термомеханической прокатки | Холодное формообразование   | Нормализация  | N                  |
|   |   |   | Закалка и отпуск  | Q                  |
|   |   | Холодное формообразование с последующим горячим редуцированием при контролируемой температуре, позволяющим обеспечить нормализованное состояние | —   | N                  |
| Холодное формообразование с последующим термомеханическим формообразованием трубы |   |   | —   | M                  |



Окончание таблицы 3

| Тип труб                                    | Исходная заготовка   | Формообразование труб            | Термообработка труб | Состояние поставки |
|---|--|----------------------------------|---------------------|--------------------|
| SAW<br>или<br>COW                           | Рулонный или листовой прокат, подвергнутые нормализации или полученные прокаткой с нормализацией                               | Холодное формообразование        | —                   | N                  |
|   | В состоянии после прокатки, термомеханической прокатки, прокатки с нормализацией или нормализации                              | Холодное формообразование        | Нормализация        | N                  |
|   | Рулонный или листовой прокат, полученный термомеханической прокаткой   | Холодное формообразование        | —                   | M                  |
|   | Закаленный и отпущенный листовой прокат  | Холодное формообразование        | —                   | Q                  |
| SAW<br>или<br>COW                           | Рулонный или листовой прокат в состоянии после прокатки, термомеханической прокатки, прокатки с нормализацией или нормализации | Холодное формообразование        | Закалка и отпуск    | Q                  |
|   | Рулонный или листовой прокат в состоянии после прокатки, термомеханической прокатки, прокатки с нормализацией или нормализации | Формообразование с нормализацией | —                   | N                  |
| a Применяемая термообработка указана в 8.8. |  |                                  |                     |                    |

## 8.2 Процессы, требующие валидации

Заключительные операции, выполняемые при производстве труб, влияющие на их соответствие требованиям настоящего стандарта (кроме химического состава и размеров), должны пройти процедуру валидации.

Процессы, требующие валидации:

- для бесшовных труб в состоянии после прокатки: операция заключительного подогрева и калибровка труб в горячем состоянии или редуцирование; высадка и холодная окончательная обработка, при применении;
- для бесшовных термообработанных труб: термообработка;
- для электросварных труб без термообработки: калибровка и сварка шва; термообработка шва и высадка, при применении;
- для электросварных термообработанных труб: сварка шва и термообработка труб по всему объему;
- для неэкспандированных труб SAW и COW: формообразование трубы, сварка шва, ремонтная сварка; по применимости, термообработка;
- для экспандированных труб SAW и COW: формообразование трубы, сварка шва, ремонтная сварка, экспандирование.

## 8.3 Исходная заготовка

8.3.1 Поставщики — сталеплавильные и прокатные заводы должны иметь документально оформленную систему качества.

Примечание — Сертификация системы менеджмента качества не требуется. Для соответствия требованиям настоящего стандарта необходимо создать и принять систему качества. Выбор системы качества, наиболее полно отражающий нужды компании, должен быть представлен менеджментом этой компании. Существует множество систем

менеджмента качества, к которым можно обратиться как к справочному руководству при разработке необходимой системы качества, включая [2] и [3], которые содержат положения, специфичные для нефтегазовой промышленности, или же [4], где содержатся общие требования к системе менеджмента качества, подвергаемой аудиту. Данный список стандартов не является исчерпывающим, а представлен только для справки.

8.3.2 Трубная заготовка, рулонный или листовой прокат, применяемые в качестве исходной заготовки для производства труб, должны быть изготовлены из стали, полученной:

- кислородно-конвертерным,
- электросталеплавильным процессом или
- мартеновским процессом в сочетании с процессом внепечной доводки.

8.3.3 Для труб уровня PSL-2 сталь должна быть раскислена и произведена по технологии, обеспечивающей получение мелкого зерна.

8.3.4 На рулонном или листовом прокате, применяемом для изготовления труб уровня PSL-2, не должно быть ремонтных сварных швов.

8.3.5 Ширина рулонного или листового проката, применяемого для производства спиральношовных труб, должна быть кратной не менее 0,8 и не более 3,0 наружного диаметра трубы.

8.3.6 Любые смазочные вещества, которые загрязняют зону разделки шва или прилегающие участки, должны быть удалены до выполнения продольных сварных швов на трубах SAWL или COWL или спиральных сварных швов на трубах SAWH или COWH.

8.3.7 Для сварных труб в состоянии поставки M необходимо установить и контролировать ответственные параметры технологии прокатки рулонного или листового проката (например: нагрев, температуры прокатки и охлаждения, время и предельные отклонения), чтобы гарантировать однородность механических свойств по всем трубам с учетом:

- характеристик рулонного или листового проката и их изменчивости;
- чувствительности свойств к параметрам технологии прокатки;
- обрезки рулонного или листового проката;
- изменений механических свойств при растяжении, которые неизбежны при формообразовании труб.

Допустимые интервалы изменения ответственных параметров технологии прокатки рулонного или листового проката должны быть документально оформлены.

8.3.8 Для сварных труб в состоянии поставки M необходимо осуществлять контроль технологии прокатки рулонного или листового проката для обеспечения запланированных результатов, упомянутый в 8.3.7, следующим образом:

- выборочные испытания рулонного или листового проката и труб или данные о параметрах технологии производства рулонного или листового проката и/или труб и их свойств, должны подтверждать, что допустимые интервалы изменения ответственных параметров технологии обеспечены, а требуемые свойства труб достигнуты;

- для рулонного или листового проката групп прочности выше L360M или X52M изготовитель труб должен провести технический аудит на месте его производства. Допускается использование результатов ранее проведенного аудита при условии проведения последующих периодических проверок, на месте или дистанционно, подтверждающих, что технология прокатки рулонного или листового проката по-прежнему обеспечивает получение запланированных результатов. Как часть аудита необходимо проверять критерии валидации технологии прокатки рулонного или листового проката.

8.3.9 Отступления от документально предусмотренных пределов в процессе изготовления рулонного или листового проката должны контролироваться с помощью механических испытаний горячекатаного проката и/или труб на соответствие установленным требованиям посредством документированных методик с присвоением контролируемой партии материала отдельного обозначения.

#### 8.4 Технологические сварные швы

8.4.1 Технологические сварные швы должны быть выполнены с применением следующих способов сварки:

- a) полуавтоматической дуговой сварки под флюсом;
- b) электросварки;
- c) дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа;
- d) дуговой сварки трубчатым электродом;
- e) дуговой сварки покрытым металлическим электродом с низкой массовой долей водорода;
- f) лазерной сварки.

- 8.4.2 Технологические сварные швы должны быть:
- расплавлены и слиты с конечным сварным швом;
  - удалены механической обработкой;
  - обработаны в соответствии с С.2.

### 8.5 Сварные швы на трубах COW

При сварке труб COW первый слой должен быть непрерывным и должен быть выполнен дуговой сваркой металлическим электродом в среде защитного газа, после чего выполняют дуговую сварку под флюсом, причем должен быть выполнен хотя бы один валик на внутренней поверхности трубы и хотя бы один валик на наружной поверхности трубы; при этом валик, выполненный дуговой сваркой металлическим электродом в среде защитного газа, при дуговой сварке под флюсом полностью переплавляют.

### 8.6 Сварные швы на трубах SAW

При сварке труб SAW дуговой сваркой под флюсом хотя бы один валик должен быть выполнен на внутренней поверхности трубы и хотя бы один валик на наружной поверхности трубы.

### 8.7 Сварные швы на трубах с двумя швами

На трубах с двумя швами сварные швы должны быть расположены примерно на 180° друг от друга.

### 8.8 Термообработка сварных швов труб EW и LW

#### 8.8.1 Трубы EW уровня PSL-1

На трубах групп прочности выше L290 или X42 сварной шов и зона термического влияния должны быть подвергнуты термообработке, моделирующей нормализацию, за исключением случаев, когда согласовано проведение альтернативной термообработки. В случае такой замены изготовитель должен продемонстрировать эффективность выбранной термообработки по согласованной процедуре подтверждения. Такая процедура должна включать как минимум контроль твердости, оценку микроструктуры или механические испытания. На трубах групп прочности L290 или X42 и ниже сварной шов должен быть подвергнут термообработке, моделирующей нормализацию или термообработке, обеспечивающей отсутствие неотпущенного мартенсита.

#### 8.8.2 Трубы LW и трубы HFW уровня PSL-2

Сварной шов и вся зона термического влияния труб всех групп прочности должны быть подвергнуты термообработке, моделирующей нормализацию.

### 8.9 Холодная деформация и холодное экспандирование

8.9.1 За исключением предусмотренного в 8.9.2, коэффициент деформации для холоднодеформированных труб не должен превышать 0,015, кроме случаев, когда:

- трубы подвергают последующей нормализации или закалке и отпуску;
- трубы, подвергнутые холодной деформации, подвергают последующей термообработке для снятия напряжений.

8.9.2 Если не согласовано иное, коэффициент деформации для холодноэкспандированных труб должен быть не менее 0,003 и не более 0,015.

8.9.3 Если не согласовано иное, коэффициент деформации  $s_f$  должен быть рассчитан по следующей формуле

$$s_f = \frac{|D_a - D_b|}{D_b}, \quad (1)$$

где  $D_a$  — наружный диаметр после деформации, задаваемый изготовителем, мм;

$D_b$  — наружный диаметр до деформации, задаваемый изготовителем, мм;

$|D_a - D_b|$  — абсолютное значение разности наружных диаметров, мм.

### 8.10 Стыковые сварные швы концов рулонного или листового проката

8.10.1 На готовой трубе с продольным швом не допускаются стыковые сварные швы концов рулонного или листового проката.

8.10.2 На готовых спиральношовных трубах допускается пересечение стыковых сварных швов концов рулонного или листового проката и спиральных сварных швов на расстоянии не менее 300 мм от торцов трубы.

8.10.3 Если согласовано, стыковые сварные швы концов рулонного или листового проката на концах спиральношовных труб допускаются при условии разделения на соответствующих концах труб стыкового сварного шва концов рулонного или листового проката и спирального шва на расстояние не менее 150 мм по окружности.

8.10.4 Стыковые сварные швы концов рулонного или листового проката на готовых спиральношовных трубах должны быть:

- a) выполнены дуговой сваркой под флюсом или сочетанием дуговой сварки под флюсом и дуговой сварки металлическим электродом в среде защитного газа;
- b) проконтролированы по тем же критериям приемки, которые установлены для спиральных сварных швов.

### 8.11 Стыкованные трубы

8.11.1 Если согласовано, допускается поставка стыкованных труб.

8.11.2 Сварные стыкованные трубы должны быть изготовлены в соответствии с требованиями приложения А.

8.11.3 Трубы, используемые для изготовления стыкованных труб, должны быть не короче 1,5 м.

8.11.4 Части труб, используемые для изготовления стыкованных труб, должны пройти контроль, включая гидростатическое испытание. В качестве альтернативы допускается проведение гидростатического испытания готовой стыкованной трубы.

### 8.12 Термообработка

Термообработка должна быть проведена в соответствии с документированными процедурами изготовителя.

### 8.13 Прослеживаемость

8.13.1 Для труб уровня PSL-1 изготовитель должен разработать и выполнять документированные процедуры для сохранения следующих данных:

- a) идентификационных данных плавки до того, пока не будут проведены все необходимые анализы для определения химического состава и продемонстрировано соответствие установленным требованиям;
- b) идентификационных данных контролируемой партии до того, пока не будут проведены все необходимые механические испытания и продемонстрировано соответствие установленным требованиям.

8.13.2 Для труб уровня PSL-2 изготовитель должен разработать и выполнять документированные процедуры для сохранения идентификационных данных плавки и контролируемой партии. Такие процедуры должны предусматривать способы прослеживания любой отдельной трубы до соответствующей контролируемой партии и результатов химического анализа и механических испытаний.

## 9 Критерии приемки

### 9.1 Общие положения

9.1.1 Общие технические требования к поставке труб должны соответствовать требованиям ISO 404.

9.1.2 Трубы групп прочности L415 или X60 и выше должны поставляться вместо труб, заказанных как трубы групп прочности L360 или X52 и ниже, только по согласованию с заказчиком.

### 9.2 Химический состав

9.2.1 Химический состав стали труб стандартных групп прочности уровня PSL-1 толщиной стенки  $t \leq 25,0$  мм должен соответствовать требованиям таблицы 4, химический состав промежуточных групп прочности должен быть согласован, но должен соответствовать требованиям, указанным в таблице 4.

*Примечание* — Сталь групп прочности L175P или A25P подвергают рефосфорированию, и она, соответственно, более подходит для нарезания резьбы, чем сталь групп прочности L175 или A25, однако хуже поддается загибу.

9.2.2 Химический состав труб стандартных групп прочности уровня PSL-2 толщиной стенки  $t \leq 25,0$  мм должен соответствовать требованиям таблицы 5, химический состав промежуточных групп прочности должен быть согласован, но должен соответствовать требованиям, указанным в таблице 5.

Таблица 4 — Химический состав стали труб уровня PSL-1 толщиной стенки  $t \leq 25,0$  мм

| Группа прочности   | Массовая доля элемента по анализу плавки и изделия <sup>a, g</sup> , % |                              |          |          |                |                |                 |                 |
|--|--|------------------------------|----------|----------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
|  | C,<br>не более <sup>b</sup>  | Mn,<br>не более <sup>b</sup> | P        |          | S,<br>не более | V,<br>не более | Nb,<br>не более | Ti,<br>не более |
|  |  |                              | не менее | не более |                |                |                 |                 |
| <b>Бесшовные трубы</b>   |  |                              |          |          |                |                |                 |                 |
| L175 или A25   | 0,21   | 0,60                         | —        | 0,030    | 0,030          | —              | —               | —               |
| L175P или A25P   | 0,21   | 0,60                         | 0,045    | 0,080    | 0,030          | —              | —               | —               |
| L210 или A   | 0,22   | 0,90                         | —        | 0,030    | 0,030          | —              | —               | —               |
| L245 или B   | 0,28   | 1,20                         | —        | 0,030    | 0,030          | c,d            | c,d             | d               |
| L290 или X42   | 0,28   | 1,30                         | —        | 0,030    | 0,030          | d              | d               | d               |
| L320 или X46   | 0,28   | 1,40                         | —        | 0,030    | 0,030          | d              | d               | d               |
| L360 или X52   | 0,28   | 1,40                         | —        | 0,030    | 0,030          | d              | d               | d               |
| L390 или X56   | 0,28   | 1,40                         | —        | 0,030    | 0,030          | d              | d               | d               |
| L415 или X60   | 0,28 <sup>e</sup>  | 1,40 <sup>e</sup>            | —        | 0,030    | 0,030          | f              | f               | f               |
| L450 или X65   | 0,28 <sup>e</sup>  | 1,40 <sup>e</sup>            | —        | 0,030    | 0,030          | f              | f               | f               |
| L485 или X70   | 0,28 <sup>e</sup>  | 1,40 <sup>e</sup>            | —        | 0,030    | 0,030          | f              | f               | f               |
| <b>Сварные трубы</b>   |  |                              |          |          |                |                |                 |                 |
| L175 или A25   | 0,21   | 0,60                         | —        | 0,030    | 0,030          | —              | —               | —               |
| L175P или A25P   | 0,21   | 0,60                         | 0,045    | 0,080    | 0,030          | —              | —               | —               |
| L210 или A   | 0,22   | 0,90                         | —        | 0,030    | 0,030          | —              | —               | —               |
| L245 или B   | 0,26   | 1,20                         | —        | 0,030    | 0,030          | c,d            | c,d             | d               |
| L290 или X42   | 0,26   | 1,30                         | —        | 0,030    | 0,030          | d              | d               | d               |
| L320 или X46   | 0,26   | 1,40                         | —        | 0,030    | 0,030          | d              | d               | d               |
| L360 или X52   | 0,26   | 1,40                         | —        | 0,030    | 0,030          | d              | d               | d               |
| L390 или X56   | 0,26   | 1,40                         | —        | 0,030    | 0,030          | d              | d               | d               |
| L415 или X60   | 0,26 <sup>e</sup>  | 1,40 <sup>e</sup>            | —        | 0,030    | 0,030          | f              | f               | f               |
| L450 или X65   | 0,26 <sup>e</sup>  | 1,45 <sup>e</sup>            | —        | 0,030    | 0,030          | f              | f               | f               |
| L485 или X70   | 0,26 <sup>e</sup>  | 1,65 <sup>e</sup>            | —        | 0,030    | 0,030          | f              | f               | f               |
| <p><sup>a</sup> Cu <math>\leq</math> 0,50 %; Ni <math>\leq</math> 0,50 %; Cr <math>\leq</math> 0,50 %; Mo <math>\leq</math> 0,15 %.</p> <p><sup>b</sup> Для каждого уменьшения массовой доли углерода на 0,01 % ниже установленной максимальной массовой доли допускается увеличение массовой доли марганца на 0,05 % по сравнению с установленной максимальной массовой долей, но не более 1,65 % для групп прочности от L245 или B до L360 или X52 включительно; не более 1,75 % для групп прочности от L360 или X52 до L485 или X70; и не более 2,00 % для группы прочности L485 или X70.</p> <p><sup>c</sup> Если не согласовано иное, то Nb + V <math>\leq</math> 0,06 %.</p> <p><sup>d</sup> Nb + V + Ti <math>\leq</math> 0,15 %.</p> <p><sup>e</sup> Если не согласовано иное.</p> <p><sup>f</sup> Если не согласовано иное, то Nb + V + Ti <math>\leq</math> 0,15 %.</p> <p><sup>g</sup> Не допускается преднамеренное добавление бора, а остаточная массовая доля бора должна быть B <math>\leq</math> 0,001%.</p> |  |                              |          |          |                |                |                 |                 |

Таблица 5 — Химический состав стали труб уровня PSL-2 толщиной стенки  $t \leq 25,0$  мм

| Группа прочности          | Массовая доля элементов по анализу плашки и изделия,<br>%, не более |                   |                   |       |       |                   |                   |                   |         |                 | Углеродный эквивалент $e_c$ ,<br>%, не более |  |
|---------------------------|---|-------------------|-------------------|-------|-------|-------------------|-------------------|-------------------|---------|-----------------|--|--|
|                           | C <sup>b</sup>  | S                 | Mn <sup>b</sup>   | P     | S     | V                 | Nb                | Ti                | Другие  | $A_{E_{Fe}}$    | SE <sub>Fe</sub>                             |  |
| Бесшовные и сварные трубы |   |                   |                   |       |       |                   |                   |                   |         |                 |  |  |
| L245R или BR              | 0,24  | 0,40              | 1,20              | 0,025 | 0,015 | c                 | c                 | 0,04              | e, l    | 0,43            | 0,25   |  |
| L290R или X42R            | 0,24  | 0,40              | 1,20              | 0,025 | 0,015 | 0,06              | 0,05              | 0,04              | e, l    | 0,43            | 0,25   |  |
| L245 или BN               | 0,24  | 0,40              | 1,20              | 0,025 | 0,015 | c                 | c                 | 0,04              | e, l    | 0,43            | 0,25   |  |
| L290N или X42N            | 0,24  | 0,40              | 1,20              | 0,025 | 0,015 | 0,06              | 0,05              | 0,04              | e, l    | 0,43            | 0,25   |  |
| L320N или X46N            | 0,24  | 0,40              | 1,40              | 0,025 | 0,015 | 0,07              | 0,05              | 0,04              | d, e, l | 0,43            | 0,25   |  |
| L360N или X52N            | 0,24  | 0,45              | 1,40              | 0,025 | 0,015 | 0,10              | 0,05              | 0,04              | d, e, l | 0,43            | 0,25   |  |
| L390N или X56N            | 0,24  | 0,45              | 1,40              | 0,025 | 0,015 | 0,10 <sup>f</sup> | 0,05              | 0,04              | d, e, l | 0,43            | 0,25   |  |
| L415N или X60N            | 0,24 <sup>f</sup>   | 0,45 <sup>f</sup> | 1,40 <sup>f</sup> | 0,025 | 0,015 | 0,10 <sup>f</sup> | 0,05 <sup>f</sup> | 0,04 <sup>f</sup> | g, h, l | По согласованию |  |  |
| L245Q или BQ              | 0,18  | 0,45              | 1,40              | 0,025 | 0,015 | 0,05              | 0,05              | 0,04              | e, l    | 0,43            | 0,25   |  |
| L290Q или X42Q            | 0,18  | 0,45              | 1,40              | 0,025 | 0,015 | 0,05              | 0,05              | 0,04              | e, l    | 0,43            | 0,25   |  |
| L320Q или X46Q            | 0,18  | 0,45              | 1,40              | 0,025 | 0,015 | 0,05              | 0,05              | 0,04              | e, l    | 0,43            | 0,25   |  |
| L360Q или X52Q            | 0,18  | 0,45              | 1,50              | 0,025 | 0,015 | 0,05              | 0,05              | 0,04              | e, l    | 0,43            | 0,25   |  |
| L390Q или X56Q            | 0,18  | 0,45              | 1,50              | 0,025 | 0,015 | 0,07              | 0,05              | 0,04              | d, e, l | 0,43            | 0,25   |  |
| L415Q или X60Q            | 0,18 <sup>f</sup>   | 0,45 <sup>f</sup> | 1,70 <sup>f</sup> | 0,025 | 0,015 | g                 | g                 | g                 | h, l    | 0,43            | 0,25   |  |
| L450Q или X65Q            | 0,18 <sup>f</sup>   | 0,45 <sup>f</sup> | 1,70 <sup>f</sup> | 0,025 | 0,015 | g                 | g                 | g                 | h, l    | 0,43            | 0,25   |  |
| L485Q или X70Q            | 0,18 <sup>f</sup>   | 0,45 <sup>f</sup> | 1,80 <sup>f</sup> | 0,025 | 0,015 | g                 | g                 | g                 | h, l    | 0,43            | 0,25   |  |
| L555Q или X80Q            | 0,18 <sup>f</sup>   | 0,45 <sup>f</sup> | 1,90 <sup>f</sup> | 0,025 | 0,015 | g                 | g                 | g                 | i, j    | По согласованию |  |  |
| L625Q или X90Q            | 0,16 <sup>f</sup>   | 0,45 <sup>f</sup> | 1,90              | 0,020 | 0,010 | g                 | g                 | g                 | j, k    | По согласованию |  |  |
| L690Q или X100Q           | 0,16 <sup>f</sup>   | 0,45 <sup>f</sup> | 1,90              | 0,020 | 0,010 | g                 | g                 | g                 | j, k    | По согласованию |  |  |