

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ  
И МЕТРОЛОГИИ (РОСТЕХРЕГУЛИРОВАНИЕ)

ФГУП «РОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ИНФОРМАЦИИ ПО  
СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И ОЦЕНКЕ СООТВЕТСТВИЯ»  
(ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»)

Рег. № 3608

Группа МКС 75.180.10; 77.150.10

**Промышленность нефтяная и газовая. Бурильные трубы  
из алюминиевых сплавов**

*Petroleum and natural gas industries – Aluminium alloy drill pipe*

11 февраля 2005 г. создан ФГУП «Российский научно-технический центр информации по стандартизации, метрологии и оценке соответствия» (ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»).

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» является правопреемником ФГУП «ВНИИКИ» по информации в области технического регулирования, метрологии и оценки соответствия и выполняет все его уставные функции.

**ЗАРЕГИСТРИРОВАНО**

**Федеральное агентство по  
техническому регулированию  
и метрологии**

**ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»**

Номер регистрации: 3608/ISO

Дата регистрации: 29.08.2008

Страна, № стандарта

**ISO 15546:2007(R)**

Русская версия

Русская версия подготовлена:

Организация: ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»

Перевод аутентичен оригиналу

Переводчик: Зайцев Н.А.

Редактор: Садовникова Л.К.

Дата сдачи перевода: 23.08.2008

Редактирование выполнено: 25.08.2008

Москва

2008 г

# МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТАНДАРТ

# ISO 15546

Второе издание  
2007-05-15

---

---

## Промышленность нефтяная и газовая. Бурильные трубы из алюминиевых сплавов

*Petroleum and natural gas industries – Aluminium alloy drill pipe*

Ответственность за подготовку русской версии несёт GOST R  
(Российская Федерация) в соответствии со статьёй 18.1 Устава ISO



Ссылочный номер  
ISO 15546:2007(R)

© ISO 2007

**Отказ от ответственности при работе в PDF**

Настоящий файл PDF может содержать интегрированные шрифты. В соответствии с условиями лицензирования, принятыми фирмой Adobe, этот файл можно распечатать или вывести на экран, но его нельзя изменить, пока не будет получена лицензия на загрузку интегрированных шрифтов в компьютер, на котором ведется редактирование. В случае загрузки настоящего файла заинтересованные стороны принимают на себя ответственность за соблюдение лицензионных условий фирмы Adobe. Центральный секретариат ISO не несет никакой ответственности в этом отношении.

Adobe – торговый знак фирмы Adobe Systems Incorporated.

Подробности, относящиеся к программным продуктам, использованным для создания настоящего файла PDF, можно найти в рубрике General Info файла; параметры создания PDF были оптимизированы для печати. Были приняты во внимание все меры предосторожности с тем, чтобы обеспечить пригодность настоящего файла для использования комитетами-членами ISO. В редких случаях возникновения проблемы, связанной со сказанным выше, просьба проинформировать Центральный секретариат по адресу, приведенному ниже.



**ДОКУМЕНТ ЗАЩИЩЕН АВТОРСКИМ ПРАВОМ**

© ISO 2002

Все права сохраняются. Если не указано иное, никакую часть настоящей публикации нельзя копировать или использовать в какой-либо форме или каким-либо электронным или механическим способом, включая фотокопии и микрофильмы, без предварительного письменного согласия ISO по адресу, указанному ниже, или членом ISO в стране регистрации пребывания.

ISO copyright office  
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20  
Tel. + 41 22 749 01 11  
Fax + 41 22 749 09 47  
E-mail [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web [www.iso.org](http://www.iso.org)

Опубликовано в Швейцарии

## Содержание

Страница

Предисловие .....	iv
Введение .....	v
1 Область применения .....	1
2 Нормативные ссылки .....	1
3 Термины, определения и обозначения .....	2
3.1 Термины и определения .....	2
3.2 Обозначения .....	3
4 Информация, предоставляемая покупателем .....	4
5 Процесс изготовления и условия поставки .....	5
5.1 Общие положения .....	5
5.2 Термическая обработка .....	5
5.3 Прослеживаемость .....	5
5.4 Условия поставки .....	5
6 Требования к материалам .....	6
6.1 Группы материалов .....	6
6.2 Металлографическое исследование .....	7
6.3 Химический состав .....	7
6.4 Бурильные станки из стали .....	7
7 Конфигурация и размеры труб .....	8
7.1 Конфигурация .....	8
7.2 Длина .....	8
7.3 Размеры труб и бурильных замков .....	10
7.4 Расчетная масса .....	16
7.5 Сбег резьбы высадки .....	20
7.6 Прямолинейность .....	20
7.7 Овальность и эксцентриситет труб .....	20
7.8 Требования к внутреннему шаблону .....	21
7.9 Внутреннее покрытие .....	21
7.10 Сборка узла бурильная труба – бурильный замок .....	21
8 Методы испытаний .....	22
9 Методы измерений .....	23
10 Осмотр .....	24
11 Маркировка .....	24
12 Упаковка, транспортировка и хранение .....	25
13 Документы .....	25
13.1 Сертификация .....	25
13.2 Сохранение записей .....	25
14 Условия поставки .....	26
Приложение А (нормативное) Проверка покупателем .....	27
Приложение В (нормативное) Дополнительное требование. Полные проверочные испытания конструкции на усталость .....	28
Приложение С (нормативное) Испытание на коррозию .....	30
Библиография .....	31

## Предисловие

Международная организация по стандартизации (ISO) является всемирной федерацией национальных организаций по стандартизации (комитетов-членов ISO). Разработка международных стандартов обычно осуществляется техническими комитетами ISO. Каждый комитет-член, заинтересованный в деятельности, для которой был создан технический комитет, имеет право быть представленным в этом комитете. Международные правительственные и неправительственные организации, имеющие связи с ISO, также принимают участие в работах. ISO работает в тесном сотрудничестве с Международной электротехнической комиссией (IEC) по всем вопросам стандартизации в области электротехники.

Международные стандарты разрабатываются в соответствии с правилами, установленными в Директивах ISO/IEC, Часть 2.

Основная задача технических комитетов состоит в подготовке международных стандартов. Проекты международных стандартов, одобренные техническими комитетами, рассылаются комитетам-членам на голосование. Их опубликование в качестве международных стандартов требует одобрения, по меньшей мере, 75 % комитетов-членов, принимающих участие в голосовании.

Следует иметь в виду, что некоторые элементы этого документа могут быть объектом патентных прав. ISO не должен нести ответственность за идентификацию какого-либо одного или всех патентных прав.

ISO 15546 подготовлен Техническим Комитетом ISO/TC 67, *Материалы, оборудование и морские платформы для нефтяной, нефтехимической и газовой промышленности.*

Настоящее второе издание отменяет и заменяет первое издание (ISO 15546:2002), которое подверглось небольшому пересмотру.

## Введение

Пользователи настоящего международного стандарта должны знать, что для отдельных применений могут устанавливаться дополнительные или отличающиеся требования. Настоящий международный стандарт не ставит своей целью запретить изготовителю предлагать, а покупателю приобретать альтернативное оборудование или технические решения для отдельного применения, в частности, применений новейшей или развивающейся технологии. Если предлагается альтернатива, изготовитель должен установить все отклонения от настоящего международного стандарта и предоставить соответствующую подробную информацию.

Настоящий международный стандарт содержит требования разного характера. Они идентифицируются определенными словами:

- слово “должен” используется для указания, что положение является обязательным;
- слово “следует” используется для указания, что положение является необязательным, но рекомендуемым к исполнению;
- слово “может” используется для указания, что положение является дополнительным.

# Промышленность нефтяная и газовая. Бурильные трубы из алюминиевых сплавов

## 1 Область применения

В настоящем международном стандарте устанавливаются технические условия поставки, технологический процесс, требования к материалам, конфигурация и размеры, а также процедуры проверки и контроля бурильных труб из алюминиевых сплавов с навинчиваемыми стальными бурильными замками или без них для использования в бурении и производственных операциях в нефтяной и газовой промышленности.

## 2 Нормативные ссылки

Следующие ссылочные нормативные документы являются обязательными при применении данного документа. Для жестких ссылок применяется только цитированное издание документа. Для плавающих ссылок необходимо использовать самое последнее издание нормативного ссылочного документа (включая любые изменения).

ISO 2566-1, *Сталь. Таблицы перевода величин относительного удлинения. Часть 1. Сталь углеродистая и низколегированная*

ISO 6892, *Материалы металлические. Испытания на растяжение при температуре окружающей среды*

ISO 9303, *Трубы стальные бесшовные и сварные (кроме труб, полученных дуговой сваркой под флюсом) напорные. Ультразвуковой контроль всей периферийной поверхности для обнаружения продольных дефектов*

ISO 10424-2, *Промышленность нефтяная и газовая. Оборудование для роторного бурения. Часть 2. Нарезание резьбы и контроль вращающихся резьбовых соединений с буртиком*

ISO 11484, *Трубы стальные напорные. Квалификация и сертификация персонала по неразрушающему контролю*

ISO 11960:2004, *Промышленность нефтяная и газовая. Стальные трубы для применения в скважинах в качестве обсадных или насосно-компрессорных труб*

ASTM<sup>1)</sup> A370, *Стандартные методы испытаний и определения для механических испытаний изделий из стали*

ASTM G1, *Стандартная практика подготовки, очистки и оценки испытательных образцов в отношении коррозии*

ASTM G44, *Стандартная практика экспозиции металлов и сплавов путем поочередного погружения в 3,5 %-ый раствор хлорида натрия*

---

1) ASTM International, 100 Bar Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428-2959, USA.

### 3 Термины, определения и обозначения

#### 3.1 Термины и определения

В настоящем документе используются следующие термины и обозначения.

##### 3.1.1

**недостаток**  
**defect**

дефект, размеры которого достаточны для того, чтобы служить основанием для отбраковки изделия исходя из критериев, установленных в настоящем международном стандарте

##### 3.1.2

**бурильная труба**  
**drill pipe**

бесшовная труба, используемая для вращения бурильного долота и циркуляции бурового раствора, причем трубы соединяются при помощи бурильных замков

##### 3.1.3

**плавка**  
**heat**

металл, производимый в течение одного цикла периодического процесса плавления

##### 3.1.4

**дефект**  
**imperfection**

разрыв в стенках изделия или на его поверхности, который может быть обнаружен методом неразрушающего контроля, как установлено в ISO 11960:2004, Таблица С.62 или Таблица Е.62

##### 3.1.5

**партия**  
**lot**

отдельные трубы одинаковых размеров и сортамента, подвергнутые термообработке, как части непрерывного процесса (или партии), изготовленные из одной плавки или разных плавков, сгруппированные в соответствии с документированной процедурой

**ПРИМЕЧАНИЕ** Документированная процедура гарантирует, что требования настоящего международного стандарта выполняются.

##### 3.1.6

**изготовитель**  
**manufacturer**

фирма, компания или корпорация, отвечающие за маркировку продукции

**ПРИМЕЧАНИЕ** Маркировка изготовителем гарантирует, что продукция соответствует настоящему международному стандарту, а изготовитель отвечает за соответствие всем применимым положениям этого стандарта.

##### 3.1.7

**трубопрокатный стан**  
**pipe mill**

оборудование для изготовления труб, имеющееся в распоряжении фирмы, компании или корпорации

**3.1.8****обрабатывающая установка  
processor**

оборудование для нарезки резьбы и сборки труб с использованием бурильных замков, имеющееся в распоряжении фирмы, компании или корпорации

**3.1.9****бесшовная труба  
seamless pipe**

кованое трубное изделие без сварного шва, изготовленное путем горячей обработки, и при необходимости путем последующей чистовой обработки трубного изделия в холодном состоянии для придания ему требуемых формы, размеров и характеристик

**3.2 Обозначения**

В настоящем международном стандарте используются следующие обозначения.

- $D$  Наружный диаметр тела трубы, выражаемый в миллиметрах
- $D_1$  Наружный диаметр высаженного конца трубы, выражаемый в миллиметрах
- $D_2$  Диаметр, концевая канавка резьбы в торцевой плоскости трубы, выражаемый в миллиметрах
- $D_3$  Наружный диаметр конца трубы, выражаемый в миллиметрах
- $D_4$  Наружный диаметр трубной резьбы в торцевой плоскости, выражаемый в миллиметрах
- $D_5$  Диаметр трубы в месте сбегания резьбы, выражаемый в миллиметрах
- $D_6$  Диаметр трубы в расчетной плоскости, выражаемый в миллиметрах
- $D_{pt}$  Наружный диаметр протекторного утолщения, выражаемый в миллиметрах
- $D_s$  Диаметр фаски бурильного замка, выражаемый в миллиметрах
- $D_{se}$  Диаметр фаски переводника бурильного замка, выражаемый в миллиметрах
- $D_{sp}$  Диаметр фаски ниппеля, выражаемый в миллиметрах
- $D_{tj}$  Наружный диаметр бурильного замка, выражаемый в миллиметрах
- $d$  Внутренний диаметр, выражаемый в миллиметрах
- $d_1$  Внутренний диаметр высаженного конца трубы, выражаемый в миллиметрах
- $d_2$  Внутренний диаметр трубной резьбы в базовой плоскости, выражаемый в миллиметрах
- $d_3$  Диаметр конического отверстия бурильного замка в торцевой плоскости, выражаемый в миллиметрах
- $d_4$  Диаметр конического отверстия бурильного замка в расчетной плоскости уплотнения, выражаемый в миллиметрах
- $d_5$  Внутренний диаметр резьбы бурильного замка в базовой плоскости, выражаемый в миллиметрах
- $d_6$  Внутренний диаметр резьбы бурильного замка в концевой плоскости, выражаемый в миллиметрах

$d_7$	Диаметр фаски в месте упорного внутреннего перехода бурильного замка, выражаемый в миллиметрах
$d_8$	Внутренний диаметр фаски в месте упорного конца трубы, выражаемый в миллиметрах
$d_{тп}$	Внутренний диаметр ниппеля бурильного замка, выражаемый в миллиметрах
$d_{тб}$	Внутренний диаметр муфты бурильного замка, выражаемый в миллиметрах
$f$	Коэффициент, используемый для определения испытательного гидростатического давления
$L_1$	Длина высаженного конца трубы, выражаемая в миллиметрах
$L_2$	Длина переходной зоны высаженного конца трубы, выражаемая в миллиметрах
$L_3$	Длина протекторного утолщения, выражаемая в миллиметрах
$L_4$	Длина переходной зоны протекторного утолщения, выражаемая в миллиметрах
$L_5$	Расстояние между концом трубы и концом обработанной конической поверхности стабилизирующей канавки, выражаемое в миллиметрах
$l$	Расстояние от концевой плоскости бурильного замка до внутренней торцевой поверхности с буртиком, выражаемое в миллиметрах
$l_p$	Длина трубы без бурильного замка, выражаемая в метрах (расстояние между концами трубы)
$l_{pj}$	Длина трубы с бурильным замком, выражаемая в метрах (расстояние между торцевой поверхностью муфты бурильного замка и буртиком ниппеля)
$l_{тб}$	Длина муфты бурильного замка, выражаемая в миллиметрах
$l_{тп}$	Длина ниппеля бурильного станка, выражаемая в миллиметрах
$p$	Стандартное гидростатическое испытательное давление, выражаемое в мегапаскалях
$t$	Толщина стенок тела трубы, выражаемая в миллиметрах
$t_1$	Толщина стенок высаженного конца трубы, выражаемая в миллиметрах
$\sigma_{y,min}$	Установленный минимальный предел текучести, выражаемый в мегапаскалях

## 4 Информация, предоставляемая покупателем

4.1 При размещении заказов на бурильные трубы без резьбы, с резьбой, но без бурильных замков, или с навинчиваемыми бурильными замками покупатель должен предоставить в заказе на покупку информацию по следующим позициям:

- ссылка на настоящий международный стандарт (т. е. ISO 15546);
- количество;
- внутренний высаженный конец трубы, наружный высаженный конец трубы, наружный или внутренний высаженный конец трубы и протекторное утолщение (см. Таблицы 4 – 7);
- условия поставки бурильных труб (см. 5.4 и Раздел 14);
- наружный диаметр (см. Таблицы 4 – 7);

- f) толщина стенок (см. Таблицы 4 – 7);
- g) группа материалов (см. Таблицу 1);
- h) длина (см. 7.2, Таблицу 3);
- i) дата поставки и погрузочные инструкции;
- j) осмотр покупателем (см. Приложение А);
- k) альтернативы бурильных замков (см. Рисунок 7).

**4.2** Покупателю также рекомендуется установить в заказе на покупку требования по следующим позициям:

- a) покрытия труб (см. 7.9);
- b) требования к маркировке (см. Раздел 11);
- c) неразрушающий контроль (см. 10.4);
- d) испытание на скорость коррозии для химического состава Группы IV (см. Таблицу 1);
- e) сертификаты испытаний (см. 13.1);
- f) система сплавов (см. Таблицу 1).

## **5 Процесс изготовления и условия поставки**

### **5.1 Общие положения**

Бурильная труба, поставляемая в соответствии с настоящим международным стандартом, должна изготавливаться по бесшовной технологии.

### **5.2 Термическая обработка**

Бурильные трубы должны подвергаться термической обработке на твердый раствор, а затем искусственному или естественному старению. Алюминиевая труба не должна подвергаться холодной обработке после заключительной термической обработки на твердый раствор за исключением дополнительных операций нормальной правки или нарезания резьбы.

Требования к температуре и продолжительности циклов термической обработки на твердый раствор и старения должны устанавливаться в соответствии с документированной практикой изготовителя. Истинная температура печи и время транспортировки должны быть документированы с тем, чтобы проверить соответствие каждой термически обработанной партии документированным требованиям изготовителя.

### **5.3 Прослеживаемость**

Изготовитель должен установить процедуры и следовать им для сохранения идентичности плавки или партии или и того и другого, пока не будут проведены все требуемые испытания плавки/партии и не будет подтверждено соответствие техническим требованиям.

### **5.4 Условия поставки**

Бурильные трубы из сплавов алюминия обычно поставляются как

- a) трубы без резьбы на концах (с наружными или внутренними высаженными концами, но без резьбы),
- b) трубы с резьбой (с наружными или внутренними высаженными концами, но без бурильных замков), или
- c) трубы с навинчиваемыми бурильными замками (с наружными или внутренними высаженными концами).

## 6 Требования к материалам

### 6.1 Группы материалов

Материалы для бурильных труб из сплавов алюминия после термической обработки разделяются на следующие четыре группы материалов, которые должны соответствовать Таблице 1:

- **Группа I**, без дополнительных требований высокой прочности или стойкости к коррозии;
- **Группа II**, с повышенной прочностью;
- **Группа III**, с высокой теплостойкостью;
- **Группа IV**, с повышенной стойкостью к коррозии.

Таблица 1 — Требования к материалам для бурильных труб из сплавов алюминия

Характеристика <sup>a</sup>	Единица измерения	Требования			
		Группа материалов I	Группа материалов II	Группа материалов III	Группа материалов IV
Состав сплава		Al-Cu-Mg	Al-Zn-Mg	Al-Cu-Mg-Si-Fe	Al-Zn-Mg
Предел текучести, мин. (метод определения предела текучести по остаточной деформации, равной 0,2 %)	МПа	325	480	340	350
Прочность на разрыв, мин.	МПа	460	530	410	400
Удлинение, мин.	%	12	7	8	9
Рабочая температура, макс.	°C	160	120	220	160
Скорость коррозии в 3,5 %-ом растворе хлорида натрия, макс.	г/(м <sup>2</sup> ч)	—	—	—	0,08

Разрешается использовать альтернативный состав сплава алюминия при условии, что покупатель согласен и что сплав соответствует требованиям, предъявляемым к одной из четырех категорий групп материалов.

Изготовитель должен иметь документированную процедуру, устанавливающую минимальный предел текучести, который может быть достигнут при максимальной рабочей температуре, установленной в Таблице 1.

Механические испытания должны проводиться в соответствии с ISO 6892.

Пользователь должен знать, что предел текучести при температуре окружающей среды может быть уменьшен вплоть до значения, равного 30 % предела текучести при максимальной рабочей температуре для длительности воздействия, превышающей 500 ч.

<sup>a</sup> Механические характеристики сплавов, приведенные в данной таблице, установлены для испытательной температуры, равной 21 °C ± 3 °C.

## 6.2 Металлографическое исследование

Каждый образец партии, подвергнутый термической обработке, должен пройти металлографическое исследование. Макроструктура должна быть однородной, без трещин, выемок, расслоений, усадочных раковин, задигов на поверхности или пористости. Микроструктура не должна содержать пор или эвтектического расплава на границах зерен, образующегося при термической обработке на твердый раствор.

Что касается терминологии, используемой в исследованиях микроструктур, см. ASTM B917 и ASTM B918.

## 6.3 Химический состав

Каждая плавка должна подвергаться химическому анализу. Остаточное содержание свинца должно ограничиваться 0,005 % по массе для всех групп материалов.

## 6.4 Бурильные станки из стали

Материалы для стальных бурильных замков должны соответствовать Таблице 2.

Таблица 2 — Требования к механическим характеристикам стальных бурильных замков

Характеристика <sup>a</sup>	Единица измерения	Требование
Прочность на разрыв, мин.	МПа	880
Предел текучести, мин. (метод определения предела текучести по остаточной деформации, равной 0,2 %)	МПа	735
Удлинение после разрыва, мин.	%	13
Требование к поглощенной энергии при продольных испытаниях образцов по Шарпи с V-образным надрезом, мин. <sup>b</sup>	Дж	70 (среднее значение результатов трех испытаний) 47 (отдельное значение)
Твердость по Бриннелю, мин.	НВW	285
<p>Определение механических характеристик ниппеля должно проводиться в соответствии с ASTM A370.</p> <p>Другие измерительные базы могут использоваться с согласия покупателя. В таких случаях соответствующие значения удлинения должны быть получены согласно ISO 2566-1. В случае разногласий должна использоваться калибровочная база <math>l_0 = 5,65\sqrt{S_0}</math>.</p> <p>Что касается положения опытных образцов, см. ISO 10924-2.</p>		
<p><sup>a</sup> Механические характеристики материала бурильных замков, приведенные в настоящей таблице, получены для испытательной температуры, равной 21 °C ± 3 °C.</p> <p><sup>b</sup> По соглашению между покупателем и изготовителем, а также когда установлено в заказе на покупку, испытание на удар по Шарпи должно проводиться при температуре - 10 °C ± 3 °C и должно отвечать этим требованиям.</p>		

## 7 Конфигурация и размеры труб

### 7.1 Конфигурация

Конфигурация бурильных труб из сплавов алюминия должна соответствовать Рисунку 1 для труб с внутренними высаженными концами и Рисунку 2 для труб с наружными высаженными концами, а также Рисунку 3 для труб с протекторным утолщением.

### 7.2 Длина

Диапазон значений длины бурильных труб должен соответствовать Таблице 3.

**Таблица 3 — Длина трубы** (см. Рисунок 1)

Размеры в метрах

Состояние трубы при поставке	Диапазон		
	1	2	3
С бурильным замком, $l_{pj} \begin{smallmatrix} +0,25 \\ -0,15 \end{smallmatrix}$	6,20	9,10	12,40
Без бурильного замка, $l_p \begin{smallmatrix} +0,25 \\ -0,15 \end{smallmatrix}$	5,80	8,70	12,00
Трубы другой длины могут быть заказаны по соглашению между изготовителем и покупателем.			

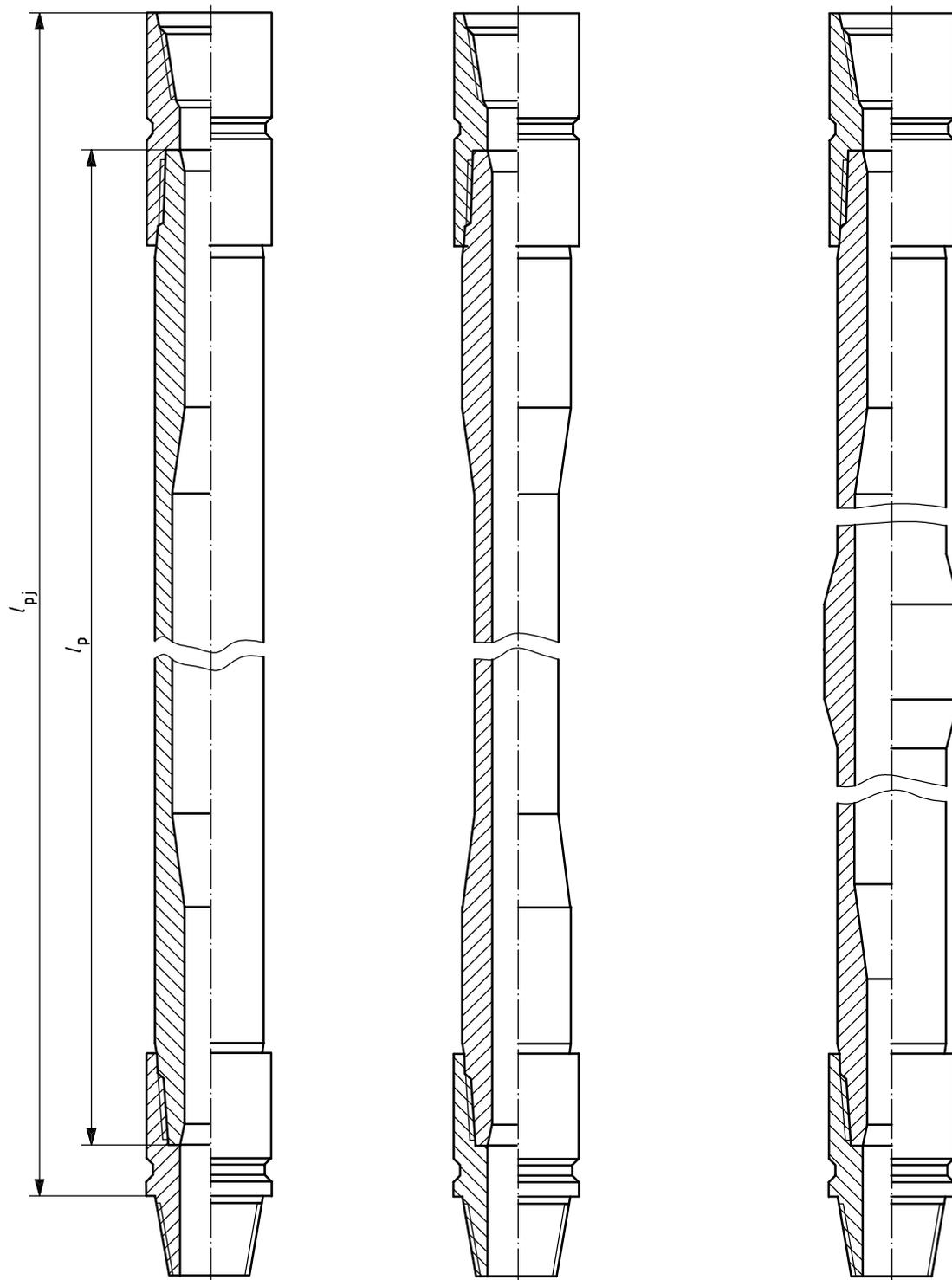


Рисунок 1 — Бурильная труба с  
высадкой внутри

Рисунок 2 — Бурильная труба с  
наружной высадкой

Рисунок 3 — Бурильная труба с  
протекторным утолщением

### 7.3 Размеры труб и бурильных замков

#### 7.3.1 Размеры труб

Размеры тела трубы и высаженных концов вместе с допусками должны соответствовать

- Таблице 4, для труб с наружными высаженными концами (см. также Рисунок 4),
- Таблице 5, для труб с внутренними высаженными концами (см. также Рисунок 5), и
- Таблицам 6 и 7, для труб с протекторным утолщением (см. также Рисунок 6).

#### 7.3.2 Размеры бурильных замков

Размеры бурильных замков должны соответствовать Рисунку 7 и Таблице 8. Если используется резьба с вращающимся буртиком, то она должна соответствовать ISO 10424-2.

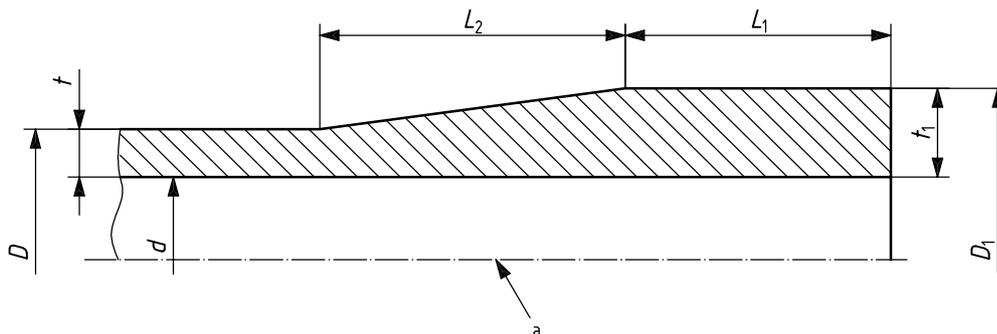
Другие размеры и конструкции бурильных замков могут использоваться по соглашению между покупателем и изготовителем.

#### 7.3.3 Размеры резьбы типа TT (соединение трубы и бурильного замка)

Размеры резьбы бурильных замков [см. Рисунок 8 а)] приведены в Таблице 9.

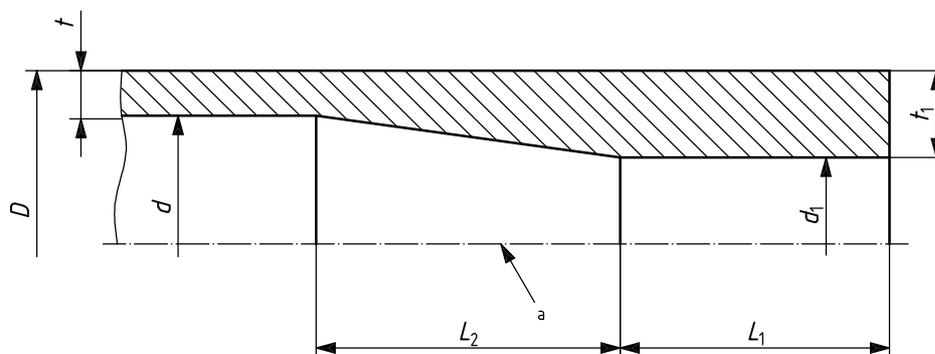
Размеры резьбы труб [см. Рисунок 8 b)] приведены в Таблице 10.

Размеры формы резьбы приведены для бурильных замков на Рисунке 9 а), а для трубы – на Рисунке 9 b).



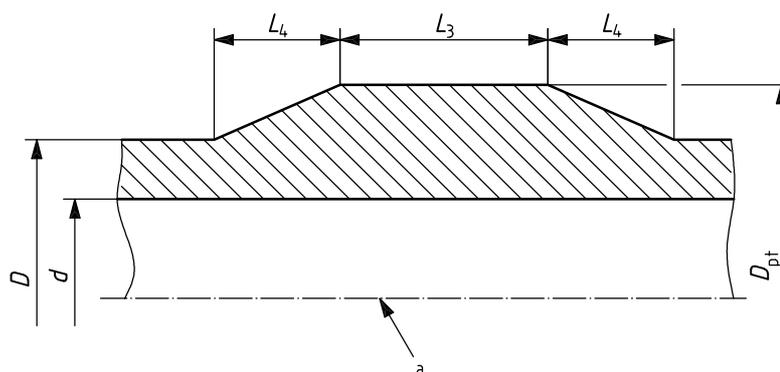
a Ось буровой трубы.

**Рисунок 4 — Конец буровой трубы с наружной высадкой**



a Ось буровой трубы.

**Рисунок 5 — Конец буровой трубы с высадкой внутрь**

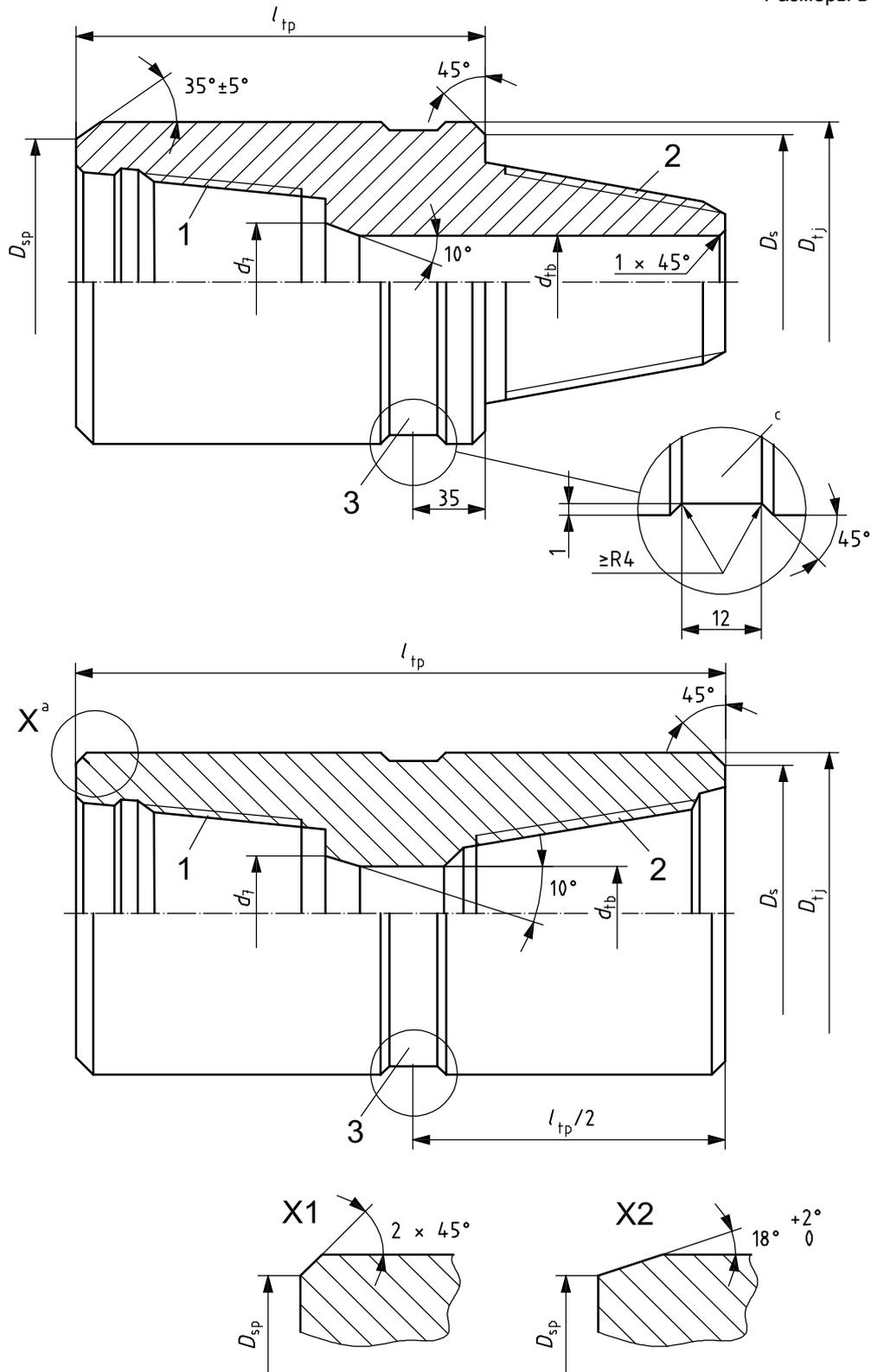


a Ось буровой трубы.

ПРИМЕЧАНИЕ Что касается обозначений, см. 3.2.

**Рисунок 6 — Протекторное утолщение буровой трубы**

Размеры в миллиметрах



**Обозначение**

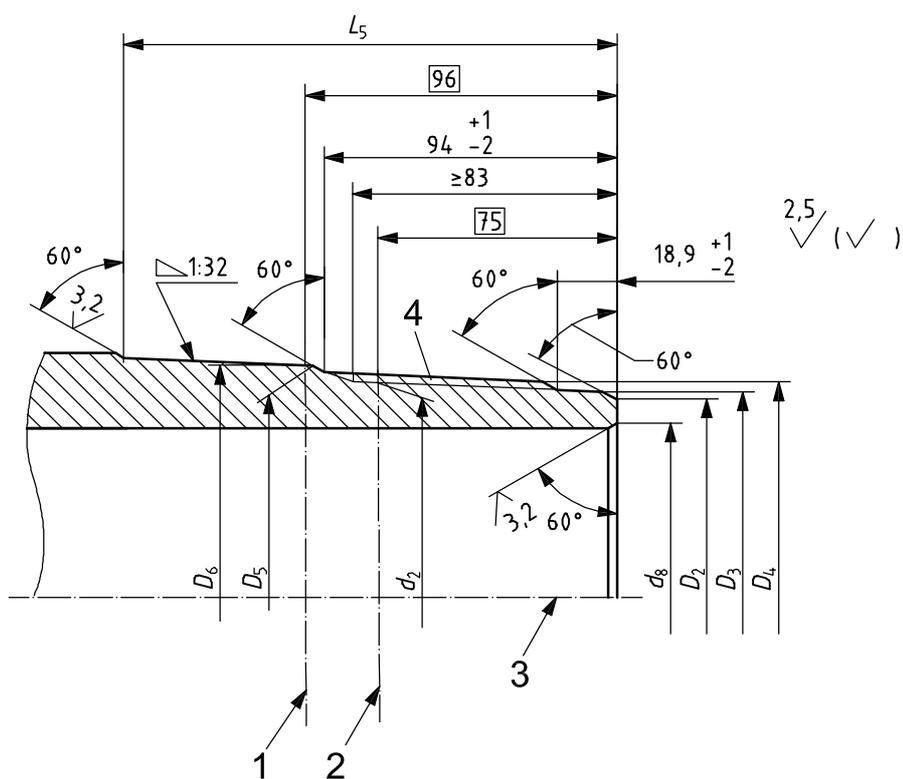
- 1 резьба типа TT
- 2 резьба с вращающимся буртиком
- 3 пояс для маркировки

NOTE Что касается обозначений, см. 3.2.

<sup>a</sup> Два варианта для диаметра переводника муфты показаны в X1 и X2.

**Рисунок 7 — Бурильный замок для бурильной трубы из сплава алюминия**





б) Бурильная труба

**Обозначение**

- |                       |                  |
|-----------------------|------------------|
| 1 расчетная плоскость | 3 ось резьбы     |
| 2 базовая плоскость   | 4 резьба типа ТТ |

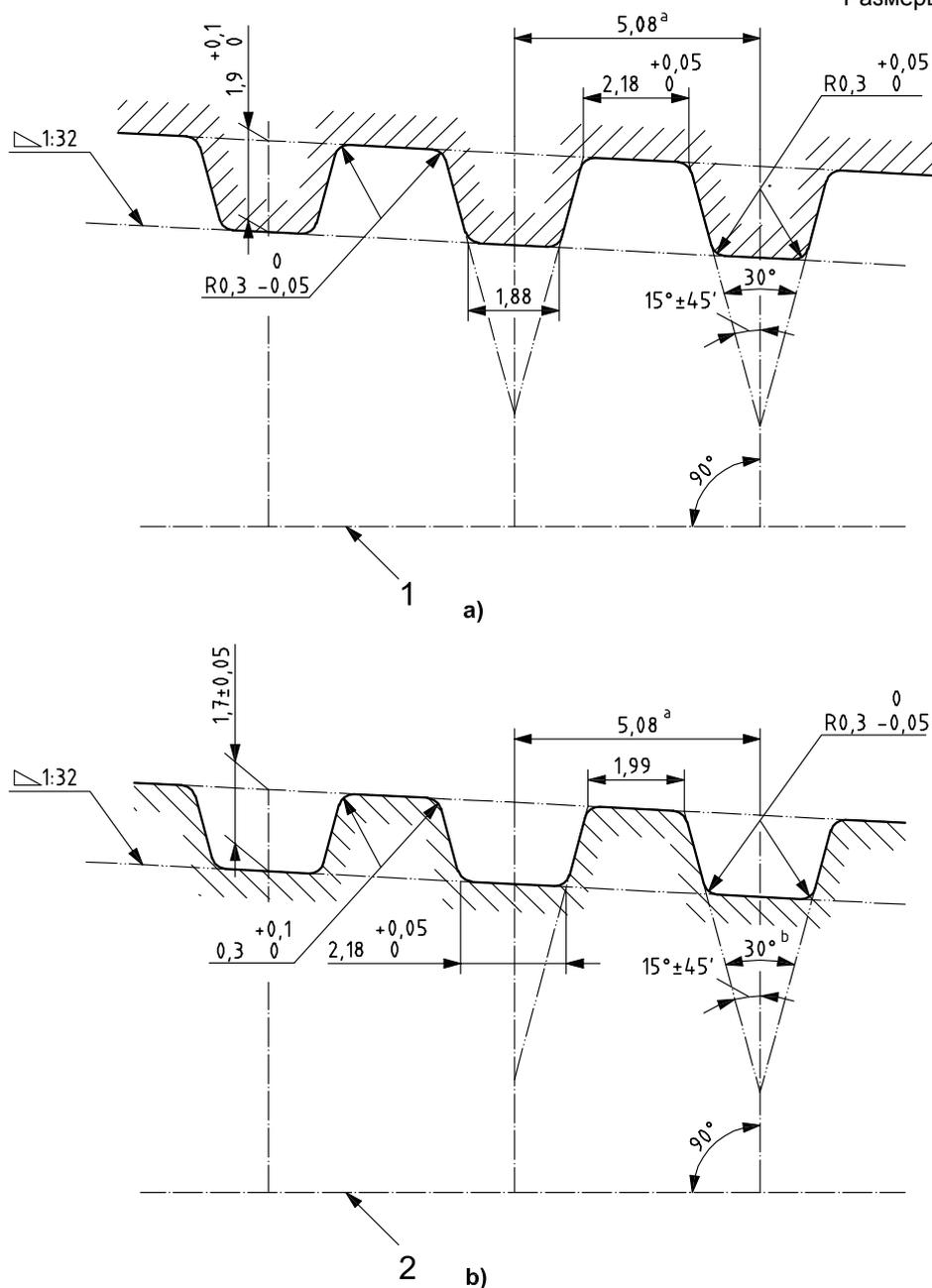
ПРИМЕЧАНИЕ 1 Что касается обозначений, см. 3.2.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Числа, помещенные в рамку, являются справочными размерами.

а Длина резьбы с полным профилем должна равняться 83 мм.

**Рисунок 8 (продолжение)**

Размеры в миллиметрах

**Обозначение**

- 1 ось резьбы бурильного замка (муфты)  
2 ось резьбы

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Что касается обозначений, см. 3.2.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Все допуски на параметры резьбы, за исключением глубины резьбы, приведены для проектирования инструмента для нарезки резьбы.

ПРИМЕЧАНИЕ 3 Сбег резьбы может находиться на фаске между резьбой и стабилизирующим коническим пояском.

a Шаг резьбы (5,08 мм) должен измеряться в направлении, параллельном оси резьбы.

b Биссектриса угла профиля резьбы должна быть перпендикулярной к оси резьбы.

**Рисунок 9 — Форма резьбы типа ТТ для бурильных труб и бурильных замков**

7.4 Расчетная масса

В Таблицах 4 – 7 указаны расчетная масса гладкой трубы на единицу длины, прирост массы за счет высаженных концов и протекторного утолщения.

Таблица 4 — Бурильная труба с наружными высаженными концами (см. Рисунки 4 и 8)

Размеры в миллиметрах

Размеры тела трубы			Масса		Размеры высаженных концов							
Наружный диаметр $D$	Толщина стенок		Внутренний диаметр $d$	В расчете на метр тела гладкой трубы	Высадка (оба конца), прирост массы	Толщина стенок $t_1$	Наружный диаметр $D_1$	Диаметр фаски $d_8 \pm 0,3$	Длина высаженного конца		Длина переходной зоны (оба конца) $L_{2e}$	
	$t$	Доп.							Конеч муфты $L_{1eb}$	Конеч ниппеля $L_{1ep}$		
$\pm 1 \%$		Доп.		кг						$L_{1eb}$ +150 -100	$L_{1ep}$ $\pm 50$	$L_{2e}$ +300 -450
90	8	$\pm 1,0$	74	5,726	4,65	13	100	+2,5 -1,0	74 <sup>a</sup>	350	350	500
114	10	$\pm 1,0$	94	9,078	11,02	19	132	+2,5 -1,0	98	350	350	500
129	9	$\pm 1,0$	111	9,428	22,61	18	147	+2,5 -1,0	114	1 300	350	500
133	11	$\pm 1,0$	111	11,715	17,70	18	147	+3,5 -2,0	114	1 300	350	500
140	13	$\pm 1,5$	114	14,412	8,71	16,5	147	+3,5 -2,0	114 <sup>a</sup>	1 300	350	850
147	11	$\pm 1,5$	125	13,059	30,12	21,5	168	+3,5 -2,0	130	1 300	350	500
151	13	$\pm 1,5$	125	15,66	24,54	21,5	168	+3,5 -2,0	130	1 300	350	500
155	15	$\pm 1,5$	125	18,331	18,79	21,5	168	+3,5 -2,0	130	1 300	350	500
164	9	$\pm 1,5$	146	12,177	33,28	19,5	185	+3,5 -2,0	146 <sup>a</sup>	1 300	350	500
168	11	$\pm 1,5$	146	15,075	27,06	19,5	185	+3,5 -2,0	146 <sup>a</sup>	1 300	350	500

Колебания толщины стенок в торцевой плоскости должны не превышать  $\pm 10 \%$   $t_1$ .

<sup>a</sup> Затупленная.

Таблица 5 — Бурильная труба с внутренними высаженными концами (см. Рисунки 5 и 8)

Размеры в миллиметрах

Размеры тела трубы			Масса		Размеры высаженных концов								
Наружный диаметр	Толщина стенок	Внутренний диаметр	В расчете на метр тела гладкой трубы	Высадки обоих концов (прирост массы)	Толщина стенок	Внутренний диаметр	Диаметр фаски	Длина высаженного конца		Муфтовый конец	Длина переходной зоны	Конiec ниппеля	
								Конiec муфты	Конiec ниппеля				
$D$	$t$	$d$			$t_1$	$d_1$	$d_8 \pm 0,3$	$L_{1ib}$	Доп.	$L_{1ip}$	$L_{2i}$		
$\pm 1\%$	Доп.									$\pm 50$	$\pm 30$		
64	8	$\pm 1,0$	48	3,911	1,42	13	38	38 <sup>a</sup>	250	$\pm 50$	350	50	250
73	9	$\pm 1,0$	55	5,028	2,22	16	41	44	250	$\pm 50$	350	50	250
90	9	$\pm 1,0$	72	6,364	3,00	16	58	60	250	$\pm 50$	350	50	250
103	9	$\pm 1,0$	85	7,385	7,17	16	71	71 <sup>a</sup>	1 000	$\pm 100$	350	50	250
114	10	$\pm 1,0$	94	9,078	8,43	16	82	84	1 300	$\pm 100$	350	50	300
129	9	$\pm 1,0$	111	9,428	13,17	17	95	95 <sup>a</sup>	1 300	$\pm 100$	350	50	300
129	11	$\pm 1,0$	107	11,331	12,66	19	91	95	1 300	$\pm 100$	350	50	300
147	11	$\pm 1,0$	125	13,059	11,40	17	113	115	1 300	$\pm 100$	350	50	300
147	13	$\pm 1,5$	121	15,206	12,74	20	107	115	1 300	$\pm 100$	350	50	300
147	15	$\pm 1,5$	117	17,284	12,30	22	103	115	1 300	$\pm 100$	350	50	300
170	11	$\pm 1,5$	148	15,267	13,60	17	136	136 <sup>a</sup>	1 300	$\pm 100$	350	50	300
170	13	$\pm 1,5$	144	17,816	15,31	20	130	136	1 300	$\pm 100$	350	50	300

Колебания толщины стенок в торцевой плоскости должны не превышать  $\pm 10\% t_1$ .

При расчете массы плотность алюминиевого сплава должна выбираться равной  $2,78 \text{ г/см}^3$ . В случае использования сплавов другой плотности должен вводиться поправочный коэффициент.

<sup>a</sup> Затупленная.

Таблица 6 — Бурильная труба с наружной высадкой и протекторным утолщением (см. Рисунок 6)

Размеры в миллиметрах

Наружный диаметр бурильной трубы $D$	Outside diameter $D_{pt}$ +3,0 -2,8	Протекторное утолщение <sup>a</sup>	
		Длина протекторного утолщения $l_3$ $\pm 50$	Длина переходной зоны $l_4$ $\pm 150$
129	146	300	1 800
133	146	300	1 800
140	172	300	1 800
147	172	300	1 800
151	172	300	1 800
155	172	300	1 800
164	185	300	1 800
168	185	300	1 800

Толщина стенок трубы указана в Таблице 4.

При расчете массы с другими значениями плотности плотность алюминиевого сплава должна выбираться равной 2,78 г/см<sup>3</sup>. В случае использования сплавов другой плотности должен вводиться поправочный коэффициент.<sup>a</sup> Центр протекторного утолщения должен находиться в центре длины трубы с невысаженными концами (допуск  $\pm 100$  мм).

Таблица 7 — Бурильная труба с внутренней высадкой и протекторным утолщением (см. Рисунок 6)

Размеры в миллиметрах

Наружный диаметр бурильной трубы $D$	Наружный диаметр $D_{pt}$ +3,0 -2,8	Протекторное утолщение <sup>a</sup>	
		Длина протекторного утолщения $l_3$ $\pm 50$	Длина переходной зоны $l_4$ $\pm 150$
129	150	300	1 800
147	172	300	1 800
170	197	300	1 800

Толщина стенок трубы указана в Таблице 5.

При расчете массы с другими значениями плотности плотность алюминиевого сплава должна выбираться равной 2,78 г/см<sup>3</sup>. В случае использования сплавов другой плотности должен вводиться поправочный коэффициент.<sup>a</sup> Центр протекторного утолщения должен находиться в центре длины трубы с невысаженными концами (допуск  $\pm 100$  мм).

Таблица 8 — Размеры бурильного замка (см. Рисунок 7)

Размеры в миллиметрах

Бурильная труба		Бурильный замок							Тип резьбы	
$D$	$t$	$D_{tj}$	$D_s$	$D_{se}$	$d_{tp}$	$d_{tb}$	$l_{tb}$	$l_{tp}$	Буриль- ный замок	Буриль- ная труба
<b>Бурильная труба с наружной высадкой</b>										
90	8	118	114	99,0	74	74	275	185	NC38	ТТ90
114	10	155	150	123,0	99	94	320	210	NC50	ТТ122
129	9	172	169	138,0	110	111	340	225	5-1/2 FH	ТТ138
133	11	172	169	141,9	110	111	340	225	5-1/2 FH	ТТ138
147	11	195	188	156,0	135	125	365	244	6-5/8 FH	ТТ158
151	13	195	188	160,0	135	125	365	244	6-5/8 FH	ТТ158
155	15	195	188	164,0	135	125	365	244	6-5/8 FH	ТТ158
164	9	203	196	173,0	124	146	365	244	6-5/8 FH	ТТ172
168	11	203	196	177,0	124	146	365	244	6-5/8 FH	ТТ172
<b>Бурильная труба с внутренней высадкой</b>										
64	8	80	76	55,0	34	38	240	163	NC23	ТТ50
73	9	95	91	64,0	27	41	260	170	NC26	ТТ63
90	9	110	106	81,0	40	58	275	185	NC31	ТТ79
103	9	118	114	94,0	74	73	275	185	NC38	ТТ90
114	10	145	140	105,0	70	84	305	195	NC44	ТТ104
129	9	155	150	120,0	99	99	320	210	NC50	ТТ117
129	11	155	150	120,0	99	95	320	210	NC50	ТТ117
147	11	178	171	156,0	110	113	340	235	5-1/2 FH	ТТ138 <sup>a</sup>
147	13	178	171	156,0	110	107	340	235	5-1/2 FH	ТТ138 <sup>a</sup>
147	15	178	171	156,0	110	103	340	235	5-1/2 FH	ТТ138 <sup>a</sup>
170	11	203	196	161,0	124	136	365	244	6-5/8 FH	ТТ158
170	13	203	196	161,0	124	130	365	244	6-5/8 FH	ТТ158
<sup>a</sup> Резьбовые соединения типа ТТ136 могут использоваться по согласию между изготовителем и покупателем.										

Таблица 9 — Размеры резьбового соединения бурильного замка и бурильной трубы  
(см. Рисунок 8)

Размеры в миллиметрах

Тип резьбы	$d_3^a$	$d_4$ $\begin{matrix} 0 \\ -1,0 \end{matrix}$	$d_5$ $\pm 0,05$	$d_6^a$	$l$ $\pm 0,3$
<b>Бурильная труба с наружными высаженными концами</b>					
ТТ90	97,345	96,22	90,32	92,101	132
ТТ122	129,525	128,15	122,25	124,281	140
ТТ138	145,495	144,12	138,22	140,251	140
ТТ158	165,445	164,07	158,17	160,201	140
ТТ172	179,395	178,02	172,12	174,151	140
<b>Бурильная труба с внутренними высаженными концами</b>					
ТТ53	60,425	59,30	53,40	55,181	132
ТТ63	70,405	69,28	63,38	65,161	132
ТТ79	86,375	85,25	79,35	81,131	132
ТТ90	97,345	96,22	90,32	92,101	132
ТТ104	111,575	110,20	104,30	106,331	140
ТТ117	124,535	123,16	117,26	119,291	140
ТТ136	143,495	142,12	136,22	138,251	140
ТТ138	145,495	144,12	138,22	140,251	140
ТТ158	165,465	164,09	158,19	160,221	140
<sup>a</sup> Справочные размеры.					

## 7.5 Сбег резьбы высадки

В любом месте промежуточной секции между высадкой и телом трубы допускается наличие канавки или выступа, высота или глубина которых может не увеличивать или уменьшать номинальный размер наружного диаметра более чем от + 2,5 мм до – 5,0 мм. Однако толщина стенок в том же месте не должна уменьшаться.

## 7.6 Прямолинейность

Отклонение от прямолинейности или максимальная кривизна труб, исключая наружные высаженные концы, протекторное утолщение и зоны перехода, на проверяемом отрезке должно не превышать 0,2 %, а отклонение от прямолинейности на концах трубы длиной 1,5 м должно не превышать 0,13 %.

## 7.7 Овальность и эксцентриситет труб

Овальность и эксцентриситет труб должны находиться в пределах допусков на наружный диаметр и толщину стенок (см. Таблицы 4 – 7).

Таблица 10 — Размеры резьбового соединения бурильной трубы и бурильного замка  
(см. Рисунок 8)

Размеры в миллиметрах

Тип резьбы	$D_2$ $\pm 0,05$	$D_2$ $\pm 0,08$	$D_3$ $\begin{matrix} 0 \\ -0,6 \end{matrix}$	$D_4$	$D_5$	$D_6$ $\pm 0,05$	$l_5$
<b>Бурильная труба с наружной высадкой</b>							
ТТ90	90,60	82	86,5	91,656	93,5	96,5	150
ТТ122	122,60	112	118,5	123,656	125,5	128,5	160
ТТ138	138,60	129	134,5	139,656	141,5	144,5	160
ТТ158	158,60	148	154,5	159,656	161,5	164,5	160
ТТ172	172,60	163	168,5	173,656	175,5	178,5	160
<b>Бурильная труба с внутренней высадкой</b>							
ТТ53	53,60	45	49,8	54,656	56,5	59,5	150
ТТ63	63,60	55	59,5	64,656	66,5	69,5	150
ТТ79	79,60	71	75,5	80,656	82,5	85,5	150
ТТ90	90,60	82	86,5	91,656	93,5	96,5	150
ТТ104	104,60	96	100,5	105,656	107,5	110,5	160
ТТ117	117,60	109	113,5	118,656	120,5	123,5	160
ТТ136	136,60	128	132,5	137,656	139,5	142,5	160
ТТ138	138,60	130	134,5	139,656	141,5	144,5	160
ТТ158	158,60	150	154,5	159,656	161,5	164,5	160

## 7.8 Требования к внутреннему шаблону

Каждая бурильная труба с наружными высаженными концами должна проверяться по всей длине с использованием цилиндрического внутреннего шаблона, диаметр которого на 3,2 мм меньше внутреннего диаметра,  $d$ , бурильной трубы, а длина равна десятикратному внутреннему диаметру.

Каждая бурильная труба с внутренними высаженными концами (за исключением труб диаметром 64 мм) должна проверяться по всей длине высадки с использованием цилиндрического внутреннего шаблона, диаметр которого на 3,2 мм меньше внутреннего диаметра,  $d_1$ , высаженных концов, а длина равна десятикратному внутреннему диаметру. Трубы диаметром 64 мм должны проверяться по всей длине с использованием внутреннего шаблона, диаметр которого на 3,2 мм меньше внутреннего диаметра бурильного замка ( $d_{тп}$  и  $d_{тб}$ ).

## 7.9 Внутреннее покрытие

По соглашению между изготовителем и покупателем алюминиевая бурильная труба может иметь внутреннее покрытие.

## 7.10 Сборка узла бурильная труба – бурильный замок

Сборка узла бурильная труба – бурильный замок может проводиться любым методом (либо горячим, либо холодным), обеспечивающим надлежащее соединение тела трубы и бурильного замка.

Качество контакта на внутренней и наружной (конической) поверхностях с буртиком бурильного замка и бурильной трубы проверяется проходным/непроходным толщиномером 0,03 мм.

Если используется горячая сборка устанавливаемых бурильных замков, то температура алюминиевой трубы должна не превышать предельную температуру для группы материалов, установленную в Таблице 1.

Изготовитель должен иметь документацию по промышленным испытаниям на усталость для определения предела усталости для узла бурильной трубы и бурильного замка. Полные испытания на усталость должны проводиться в соответствии с Приложением В.

## 8 Методы испытания

**8.1** Осмотрите каждую партию труб и испытайте их на трубопрокатном стане после термической обработки.

**8.2** Как минимум, 5 % труб из каждой партии должны подвергаться механическим испытаниям (но не менее двух труб). Типы испытаний должны устанавливаться в соответствии с Таблицей 1. Если какой-либо испытательный образец, представляющий партию труб, не отвечает требованиям, установленным в Таблице 1, изготовитель может провести повторные испытания на удвоенном количестве образцов из этой партии. Если какой-либо из повторно испытываемых образцов не отвечает установленным требованиям, вся партия должна быть забракована.

Оценка механических характеристик бурильных труб должна проводиться на образцах, взятых из высаженной части труб. Проверка макроструктуры должна проводиться на макросекциях, представляющих две трубы из каждой партии.

**ПРИМЕЧАНИЕ** Механические характеристики без исключений хуже для зон посадки, чем для тела трубы.

— Испытания на растяжение должны проводиться в соответствии с ISO 6892.

— Испытания на твердость должны проводиться по запросу покупателя.

**8.3** Если изготовитель поставляет бурильные трубы с собранными бурильными замками, испытания на утечку должны проводиться для 100 % труб.

Стандартное гидростатическое испытательное давление,  $p$ , должно вычисляться по Формуле (1), округляться до ближайших 0,5 МПа и ограничиваться максимальным значением, равным 69,0 МПа:

$$p = \frac{2 \times f \times \sigma_{y, \min} \times t}{D} \quad (1)$$

где

$f$  коэффициент: 0,8;

$\sigma_{y, \min}$  минимальный предел текучести, установленный для тела трубы, в мегапаскалях;

$D$  установленный наружный диаметр, в миллиметрах;

$t$  установленная толщина стенок, в миллиметрах.

**ПРИМЕЧАНИЕ** Формула (1) для гидростатического испытательного давления применима как в единицах SI, так и в единицах USC.

Более низкие испытательные давления могут допускаться только вследствие физических ограничений на испытательное оборудование. Изготовитель должен иметь документированные основы проектирования, позволяющие ввести физические ограничения на устанавливаемое оборудование для проведения опрессовки. Если рассчитанное испытательное давление (основанное на наружном диаметре, толщине и классе труб) превышает физические возможности оборудования для опрессовки, изготовитель с согласия покупателя должен использовать испытательное давление, адекватное физическим возможностям испытательного оборудования.

Альтернативные испытательные давления должны использоваться, если они устанавливаются с согласия покупателя или если они согласованы покупателем и изготовителем.

Изготовитель должен определить метод проведения испытаний на утечку.

**8.4** Скорость коррозии для бурильных труб группы IV должна не превышать значения, установленного в Таблице 1, и должна определяться методом весовых потерь. Этот метод основывается на оценке потерь массы материала в единицу времени на единичную площадь в испытательном растворе. Как минимум, 2 % бурильных труб из каждой партии должны подвергаться испытанию на скорость коррозии, как установлено в Приложении С.

## 9 Методы измерений

**9.1** Измерьте размеры в каждом соединении трубы кронциркулем или калибр - скобами; см. ISO 11961.

**9.2** Измерьте наружный диаметр трубы в средней секции тела трубы в двух перпендикулярных плоскостях. Значение этого диаметра должно находиться в пределах допусков, установленных в Таблицах 4 – 7.

**9.3** Измерьте наружный диаметр высаженных концов в двух перпендикулярных плоскостях на расстоянии 50 мм – 100 мм от конца трубы. Значение этого диаметра должно находиться в пределах допусков, установленных в Таблицах 4 и 5.

**9.4** Проверьте толщину стенок и высаженных концов ультразвуковым методом в тех же положениях, как и в 9.2 и 9.3. Значения толщины должны находиться в пределах допусков, установленных в Таблицах 4 и 5.

**9.5** Проверьте прямолинейность концов трубы относительно горизонтальной плоскости в соответствии с 7.6.

**9.6** Измерьте прямолинейность трубы с точностью  $\pm 0,03$  м.

**9.7** Проверьте точность всех измерительных приборов, используемых для приемки/браковки, как минимум, один раз за каждое рабочее перемещение. Проверка точности линеек, лент для измерения длины и других нерегулируемых измерительных устройств должна определяться как визуальная проверка разборчивости маркировок и общего износа фиксированных базовых точек. Процедура проверки этих рабочих калибров должна быть документирована. Уточняемые и неуточняемые обозначения, используемые изготовителем, также должны документироваться.

Если измерительное оборудование, калибровка или проверка которого устанавливается в соответствии с техническими требованиями, подвергается воздействию необычных или жестких условий, например, таких, которые могут заставить сомневаться в его точности, повторная калибровка или повторная проверка должна проводиться перед использованием оборудования.

## 10 Осмотр

**10.1** Каждая труба и каждый бурильный замок должны подвергаться визуальному обследованию. Наружная и внутренняя поверхности трубы должны быть свободными от выемок, трещин, расслоений, вздутий, неметаллических включений и коррозионных язв. Царапины, канавки, вмятины и механические повреждения допускаются при условии, что их глубина остается в пределах допуска на толщину стенок.

**10.2** Глубина локальных дефектов на наружной поверхности трубы должна определяться путем шлифования или механической обработки дефектных участков методом, обеспечивающим визуальную проверку до тех пор, пока дефект не будет полностью устранен. Глубина дефекта не должна превышать допуск на толщину стенок трубы (см. Таблицы 4 и 5).

**10.3** Локальнаяковка и/или сварка дефектов в трубе не допускается.

**10.4** Неразрушающий контроль должен осуществляться по соглашению между изготовителем и покупателем. Существуют три уровня неразрушающего контроля:

- **Уровень 1**, неразрушающий контроль не применяется,
- **Уровень 2**, неразрушающий контроль путем ультразвукового обследования переходной зоны только в соответствии с ISO 9303, выполняемый квалифицированным инспектором, сертифицированным в соответствии с ISO 11484, и
- **Уровень 3**, полное ультразвуковое обследование тела трубы в соответствии с ISO 9303, выполняемое квалифицированным инспектором, сертифицированным в соответствии с ISO 11484.

**10.5** Допуски на дефекты поверхности бурильных замков должны устанавливаться по соглашению между изготовителем и покупателем.

## 11 Маркировка

**11.1** Бурильные трубы из алюминиевых сплавов и стальные бурильные замки, изготовленные в соответствии с настоящим международным стандартом, должны маркироваться круглодонным штампом. Высота маркировки должна равняться 10 мм, а глубина – 0,3 мм – 0,7 мм. Трубы должны штампиться на наружной поверхности высаженного конца на расстоянии от сужения, не превышающим 150 мм. Маркировки должны располагаться в продольном направлении на конце ниппеля каждой трубы.

**11.2** Порядок маркировки должен быть следующим:

- a) название или торговая марка изготовителя;
- b) ссылка на настоящий международный стандарт (т. е. "ISO 15546");
- c) группа материалов (см. 6.1);
- d) размер (наружный диаметр), в миллиметрах;
- e) толщина стенок, в миллиметрах;
- f) серийный номер партии и идентификационный номер трубы в партии.

Трубы с левой резьбой должны маркироваться буквой "L".

**11.3** По выбору изготовителя или по запросу покупателя бурильные трубы из алюминиевого сплава могут маркироваться в дополнение к штамповке путем нанесения надписи краской по трафарету. Такую маркировку рекомендуется наносить в центральной части, но она может располагаться и в любых других местах. Маркировка краской по трафарету должна выполняться в продольном направлении буквами и цифрами высотой 35 мм – 50 мм. Рекомендуемой краской, используемой для маркировки алюминиевых бурильных труб, является краска с низким содержанием хлоридов. Порядок маркировки путем нанесения надписи краской по трафарету, должен быть таким же, как и в 11.2.

Каждый бурильный замок (муфта и ниппель) должен иметь канавку шириной 10 мм для маркировки. На канавке должна быть проштампована следующая информация:

- a) название или торговая марка изготовителя;
- b) “ISO 10424-2”;
- c) тип резьбы.

Если бурильные замки поставляются с левой резьбой, то они должны иметь полусферическую идентификационную канавку шириной 5 мм, отстоящую на 10 мм от маркировочной канавки.

## **12 Упаковка, транспортировка и хранение**

Бурильные трубы из алюминиевых сплавов могут отгружаться в пучках. Трубы в каждом пучке должны иметь одинаковый диаметр, одинаковую толщину стенок, изготавливаться из одной и той же группы материалов и иметь одинаковую длину. Алюминиевую бурильную трубу в процессе хранения следует электрически изолировать от земли.

## **13 Документы**

### **13.1 Сертификация**

По запросу покупателя изготовитель должен предоставить сертификат соответствия, устанавливающий, что материал был изготовлен, выбран, испытан и проверен в соответствии с настоящим международным стандартом и что было подтверждено его соответствие всем требованиям.

### **13.2 Сохранение записей**

Информация, записи которой должны быть сохранены в соответствии с настоящим международным стандартом, является следующей:

- a) страна изготовления;
- b) название или торговая марка изготовителя;
- c) группа материалов;
- d) диаметр, толщина стенок и длина труб;
- e) длина (полная) и массы труб;
- f) результаты испытаний;
- g) полнота поставки (если трубы поставляются с бурильными замками, то должны быть указаны размеры бурильного замка и какая используется резьба – левая или правая);

- h) номер партии труб;
- i) ссылка на настоящий международный стандарт;
- j) записи по термической обработке.

Такие записи должны храниться у изготовителя и должны быть доступны покупателю по его запросу в течение трех лет после даты покупки у изготовителя.

#### **14 Условия поставки**

Бурильные трубы из алюминиевых сплавов должны поставляться, как установлено в настоящем международном стандарте. При поставке труб с резьбой или труб с навинчиваемыми бурильными замками резьба должна защищаться антикоррозионной смазкой и оснащаться колпачками для предохранения, чтобы защитить её от повреждений в течение транспортировки и хранения.

## Приложение А (нормативное)

### Проверка покупателем

#### А.1 Уведомление о проверке

Если инспектор, представляющий покупателя, намерен проверить трубу или присутствовать при проведении испытаний, то он должен направить обоснованное уведомление о времени, в течение которого будут проведены соответствующие проверки/испытания.

#### А.2 Доступ на предприятие

Инспектор, представляющий покупателя, в течение всего времени проведения работ по контракту покупателя должен иметь неограниченный доступ ко всем работам изготовителя, связанным с изготовлением заказанных труб. Изготовитель должен представить инспектору все надлежащее оборудование, чтобы он убедился в том, что трубы были изготовлены в соответствии с настоящим международным стандартом. Все проверки следует проводить на месте изготовления до отгрузки, если иной вариант не установлен в заказе на покупку. Проверки должны проводиться так, чтобы излишне не мешать рабочим операциям.

#### А.3 Соответствие

Изготовитель несет ответственность за соответствие всем положениям настоящего международного стандарта. Покупатель может провести любое исследование, необходимое для подтверждения, что соответствие было достигнуто изготовителем, а также может забраковать любой материал, не соответствующий настоящему международному стандарту.

#### А.4 Браковка

Если не установлено иное, материал, в котором обнаружены дефекты при проверке или последующей приемке на предприятиях изготовителя или его дефектность подтверждена в процессе эксплуатации, может быть забракован, и об этом должно быть сообщено изготовителю. Если проводятся испытания, требующие разрушения материала, подтверждающие, что изделие не отвечает требованиям настоящего международного стандарта, то оно должно быть забраковано. Утилизация бракованного изделия должна стать предметом соглашения между изготовителем и покупателем.

## Приложение В (нормативное)

### Дополнительное требование. Полные проверочные испытания конструкции на усталость

#### В.1 Введение

Полные проверочные испытания конструкции на усталость должны проводиться по запросу покупателя в соответствии с настоящим приложением.

Испытания на усталость бурильных труб, спроектированных и изготовленных в соответствии с настоящим международным стандартом, должны проводиться или сертифицироваться или и то и другое департаментом или организацией, не занимающимися проектированием и изготовлением.

#### В.2 Общая методология испытания

Полные проверочные испытания на усталость следует проводить в воздухе при комнатной температуре путем создания изгиба с вращением или циклического изгиба в одной плоскости с коэффициентом асимметрии цикла  $R = -1 \pm 0,05$  и с испытательной частотой, не превышающей 50 Гц.

Испытания должны планироваться так, чтобы определить среднее значение и предельное значение усталостной прочности с 90%-ой вероятностью безотказной работы, соответствующее предельному количеству циклов, равному  $2 \times 10^7$ .

Испытания должны проводиться на каждой ожидаемой слабой секции бурильной трубы, чтобы определить её минимальную усталостную прочность. Как минимум, должны быть проверены следующие участки:

- a) резьбовое соединение бурильной трубы и бурильного замка;
- b) зона высадки бурильной трубы.

#### В.3 Образец и зажимные устройства

Для каждого образца *испытательная зона*, в которой устанавливается усталостная прочность, может быть определена путем использования укороченной секции, выемок и т. д. Примерами таких испытательных зон являются резьбовое соединение или зона высадки бурильной трубы.

Зажимные и нагружающие устройства должны быть такими, чтобы гарантировать создание постоянного изгибающего момента по длине образца, простирающейся на расстояние, как минимум, равное одному диаметру, в направлении оси на обеих сторонах испытательной зоны.

Воздействия границы или случайные напряженные состояния, создаваемые зажимными и нагружающими устройствами или аномальными изменениями геометрии образца, должны быть сведены к минимуму (а именно, уменьшены на не более чем на 1 % - 2 % испытательного напряжения) снаружи зоны приложения постоянного изгибающего момента.

Испытания могут проводиться либо на действующих компонентах, либо на специально изготовленных образцах. Во втором случае геометрия образца, как минимум, должна соответствовать геометрии

полного компонента в области приложения постоянного изгибающего момента. Кроме того, технология изготовления и сборки образца должна быть такой же, как и для компонента.

#### **V.4 Число испытаний и анализ данных**

Поскольку требуется оценка предела усталости, рекомендуется использовать специально разработанные процедуры испытаний.

Среди таких процедур при наличии не менее 15 образцов может использоваться полный метод «лестницы». Процедура испытаний на усталость и статистический анализ данных по усталости рассматриваются в ASTM STP 588.

Для сокращения затрат на проведение испытаний укороченные процедуры могут использоваться при условии, что они позволяют оценить стандартное отклонение данных и может быть подтверждена их точность. В любом случае число испытаний должно быть не менее десяти.

#### **V.5 Повторение испытания**

Полные испытания на усталость следует проводить после внесения любых изменений в конструкцию, материал и технологию изготовления.

#### **V.6 Требования к прочности**

Циклическое напряжение, соответствующее предельному количеству циклов  $2 \times 10^7$  и 90 %-ой вероятности безотказной работы, должно составлять не менее 50 МПа для самого слабого места бурильной трубы.

## Приложение С (нормативное)

### Испытание на коррозию

#### С.1 Общие положения

Скорость коррозии алюминиевых бурильных труб, изготовленных из материалов группы IV (см. Таблицу 1), должна определяться путем оценки уменьшения массы образцов, помещенных в 3,5 %-ый раствор 3,5 % NaCl, в соответствии с ASTM G44. В испытаниях должны использоваться три образца, вырезаемые из секции высадки бурильной трубы, с эффективной площадью поверхности, равной не менее 100 мм<sup>2</sup>. Линейные размеры должны измеряться с максимальной погрешностью 0,01 мм. Отношение массы к площади поверхности образца по возможности должно быть большим, чтобы потери металла в результате коррозии были максимальными. Объем испытательного раствора должен составлять не менее 20 см<sup>3</sup> на 1 см<sup>2</sup> площади поверхности образца.

#### С.2 Подготовка испытательных образцов

Отшлифуйте поверхность образца до шероховатости, *Ra*, не более 1,6 мкм. Определите размеры и массу образца и полностью удалите смазку ацетоном.

После удаления смазки для перемещения образцов рекомендуется использовать щипцы. Промойте образцы дистиллированной водой, затем высушите и взвесьте их на аналитических весах с погрешностью менее 0,000 1 г. Затем поместите образцы в испытательный раствор.

Испытания на коррозию должны проводиться при температуре 21 °C ± 2 °C и атмосферном давлении. При наличии соглашения между покупателем и изготовителем испытания могут проводиться при более высоких значениях температуры и давления. Продолжительность испытаний должна составлять не менее 72 ч. По завершению испытаний осмотрите образцы и отметьте их состояние, включая форму коррозии, как перед очисткой, так и после неё.

Метод очистки образцов должен соответствовать ASTM G1.

Наконец, повторно взвесьте образцы на аналитических весах.

#### С.3 Обработка результатов испытаний

Скорость коррозии вычисляется по Формуле (С.1):

$$V_k = \frac{m_1 - m_2}{S \times \gamma_t} \quad (\text{С.1})$$

где

$V_k$  скорость коррозии, выражаемая в граммах в расчете на квадратный метр в час;

$m_1$  масса образца перед испытанием, выражаемая в граммах;

$m_2$  масса образца после испытания, выражаемая в граммах;

$S$  площадь поверхности образца, выражаемая в квадратных метрах;

$\gamma_t$  длительность испытаний, выражаемая в часах.

## Библиография

- [1] ISO 11961:—<sup>2)</sup>, *Промышленность нефтяная и газовая. Стальные буровые трубы*
- [2] ASTM B 917, *Стандартная практика термической обработки отливок из алюминиевых сплавов, полученных из всех технологических процессов*
- [3] ASTM B 918, *Стандартная практика термической обработки деформируемых алюминиевых сплавов*
- [4] ASTM STP 588, *Руководство по статистическому планированию и анализу испытания на усталость*

---

2) Будет опубликован. Пересмотренное издание ISO 11961:1996, *Промышленность нефтяная и газовая. Трубы стальные, используемые как буровые трубы. Технические требования*

