

# МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТАНДАРТ

# ISO 13535

Первое издание  
2000-12-15

---

---

## Промышленность нефтяная и газовая. Оборудование добычное буровое. Подъёмное оборудование

*Petroleum and natural gas industries — Drilling and production equipment  
— Hoisting equipment*

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 13535:2000

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/12b7e376-755a-450b-ad5f-055bbbc8671d/iso-13535-2000>

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



Ссылочный номер  
ISO 13535:2000(R)

© ISO 2000

**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 смотреть на экране, но его нельзя изменить, пока не будет получена лицензия на интегрированные шрифты и они не будут установлены на компьютере, 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, использованные 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

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO 13535:2000

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/12b7e376-755a-450b-ad5f-055bbbc8671d/iso-13535-2000>



**ДОКУМЕНТ ЗАЩИЩЕН АВТОРСКИМ ПРАВОМ**

© ISO 2000

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, которое должно быть получено после запроса о разрешении, направленного по адресу, приведенному ниже, или в комитет-член ISO в стране запрашивающей стороны.

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.....	v
Введение .....	vi
1 Область применения.....	1
2 Нормативные ссылки .....	2
3 Термины, определения и сокращенные термины .....	3
3.1 Термины и определения .....	3
3.2 Сокращенные термины .....	5
4 Расчет.....	6
4.1 Общие положения.....	6
4.2 Расчетные условия .....	6
4.3 Расчет на прочность .....	6
4.4 Класс размера .....	8
4.5 Радиусы поверхности контакта .....	8
4.6 Номинальные характеристики .....	8
4.7 Расчетный коэффициент безопасности .....	8
4.8 Прочность на сдвиг .....	9
4.9 Специальное оборудование.....	9
4.10 Проектная документация .....	9
5 Верификация правильности проектирования.....	9
5.1 Общие положения.....	9
5.2 Отбор образцов-изделий .....	9
5.3 Методы испытаний.....	10
5.4 Определение номинальной нагрузки .....	10
5.5 Альтернативный метод верификации правильности проектирования и номинальные характеристики.....	11
5.6 Установка для верификации правильности проектирования.....	11
5.7 Изменения проекта .....	11
5.8 Записи .....	12
6 Требования к материалам.....	12
6.1 Общие положения.....	12
6.2 Письменные спецификации .....	12
6.3 Механические свойства.....	12
6.4 Оценка материала.....	13
6.5 Производство .....	14
6.6 Химический состав.....	14
7 Требования к сварке .....	17
7.1 Общие положения.....	17
7.2 Оценка технологии сварки.....	17
7.3 Письменная документация .....	18
7.4 Контроль расходуемых материалов .....	18
7.5 Характеристики сварного шва .....	18
7.6 Термическая обработка после сварки.....	18
7.7 Сварные швы при изготовлении.....	18
7.8 Ремонтные сварные швы .....	19
8 Контроль качества.....	19
8.1 Общие положения.....	19
8.2 Квалификация персонала, занятого контролем качества.....	20
8.3 Измерительное и испытательное оборудование .....	20

8.4	Контроль качества для конкретного оборудования и компонентов .....	20
8.5	Верификация размерности .....	26
8.6	Контрольное испытание под нагрузкой .....	26
8.7	Опрессовка (гидравлические испытания под давлением).....	26
8.8	Функциональные испытания.....	27
9	Оборудование.....	27
9.1	Общие положения .....	27
9.2	Подъемные шкивы .....	27
9.3	Талевые блоки.....	29
9.4	Переходники блок-крюк.....	30
9.5	Соединительные устройства, соединительные переходники и переходники элеватора для бурильных труб.....	30
9.6	Буровые крюки.....	30
9.7	Штропы элеваторов.....	30
9.8	Элеваторы.....	30
9.9	Вертлюги .....	33
9.10	Приводные вертлюги.....	40
9.11	Вращатели для навинчивания ведущей трубы .....	40
9.12	Механизмы крепления неподвижного конца талевого каната .....	41
9.13	Компенсаторы бурильной колонны.....	41
9.14	Сосуды и трубы для работы под давлением .....	41
9.15	Антифрикционные подшипники .....	41
9.16	Предохранительные хомуты в случае их использования как подъемного оборудования.....	42
10	Маркировка .....	42
10.1	Маркировка изделия .....	42
10.2	Маркировка номинальной характеристики .....	42
10.3	Маркировка сложного оборудования .....	42
10.4	Прослеживаемость компонента.....	42
10.5	Серийность.....	42
10.6	Метод маркировки .....	43
11	Документация .....	43
11.1	Общие положения.....	43
11.2	Документация, которая хранится у изготовителя .....	43
11.3	Документация, которая поставляется с оборудованием .....	44
Приложение А (нормативное) Дополнительные требования.....		45
A.1	Общие положения.....	45
A.2	SR 1 испытание под пробной нагрузкой .....	45
A.3	SR 2 Испытание при низкой температуре .....	45
A.4	SR 3 Подборка данных.....	45
A.5	SR 4 Дополнительное объемное обследование отливок.....	46
A.6	SR 5 Объемное испытание деформируемого материала.....	46
Приложение В (нормативное) Направляющие каретки.....		47
V.1	Общие положения.....	47
V.2	Условия основного нагружения и соответствующие коэффициенты безопасности.....	47
V.3	Нагрузки и сочетание нагрузок .....	47
V.4	Проблемы усталости.....	48
V.5	Специальные меры предосторожности.....	48
Приложение С (информативное) Руководство по аттестации оборудования для термической обработки .....		49
C.1	Допуски на температуру .....	49
C.2	Калибровка печи .....	49
C.3	Приборы .....	50
Библиография .....		51

## 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. Что касается стандартизации в области электротехники, то ISO работает в тесном сотрудничестве с Международной электротехнической комиссией (IEC).

Проекты международных стандартов разрабатываются в соответствии с правилами Директив ISO/IEC, Часть 3.

Основная задача технических комитетов заключается в подготовке международных стандартов. Проекты международных стандартов, принятые техническими комитетами, рассылаются комитетам-членам на голосование. Их опубликование в качестве международных стандартов требует одобрения не менее 75 % комитетов-членов, принимающих участие в голосовании.

Следует иметь в виду, что некоторые элементы настоящего международного стандарта могут быть объектом патентных прав. ISO не может нести ответственность за идентификацию какого-либо одного или всех патентных прав.

Международный стандарт ISO 13535 был разработан Техническим комитетом ISO/TC 67, *Материалы, оборудование и морские конструкции для нефтяной и газовой промышленности*, Подкомитетом SC 4, *Буровое и эксплуатационное оборудование*.

Приложения А и В образуют нормативную часть данного международного стандарта. Приложение С приведено только для информации.

ISO 13535:2000

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/12b7e376-755a-450b-ad5f-055bbbc8671d/iso-13535-2000>

## Введение

Данный международный стандарт разработан на базе API Spec 8C [2], 3<sup>e</sup> издание, декабрь 1997.

Пользователям данного международного стандарта следует знать, что для отдельных задач могут потребоваться дополнительные или другие требования. Данный международный стандарт не ставит целью запретить продавцу предлагать, а покупателю пользоваться другим оборудованием или применять другие технические решения в каждом отдельном случае. Это, в частности, касается инновационных или развивающихся технологий. Там где имеется альтернатива, продавцу рекомендуется определить отличия от данного международного стандарта и представить детали.

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 13535:2000

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/12b7e376-755a-450b-ad5f-055bbbc8671d/iso-13535-2000>

# Промышленность нефтяная и газовая. Оборудование добычное буровое. Подъемное оборудование

## 1 Область применения

Данный международный стандарт представляет требования к проектированию, производству и испытанию подъемного оборудования, пригодного для использования в буровых работах и добыче нефти и газа.

Данный международный стандарт применим к следующему буровому и добычному подъемному оборудованию:

- a) подъемные шкивы;
- b) передвижные блоки и крюкоблоки;
- c) переходники блок-крюк;
- d) соединители и адаптеры соединений;
- e) буровые крюки;
- f) крюки для спуска и подъема насосно-компрессорных труб и крюки для насосных штанг;
- g) штропы элеваторов;
- h) элеваторы для обсадных труб, элеваторы для лифтовых труб, элеваторы для бурильных труб и элеваторы для утяжеленных бурильных труб;
- i) элеваторы для насосных штанг;
- j) адаптеры для штроп вертлюга;
- k) вертлюги;
- l) вертлюги с приводом;
- m) вращатели для навинчивания ведущей трубы;
- n) захваты, если их можно использовать в качестве элеваторов;
- o) устройства для крепления канатов;
- p) компенсаторы бурильной колонны;
- q) навинчиватели ведущей трубы, если их можно использовать как подъемное оборудование;
- г) сосуды для работы под давлением и трубы, установленные на подъемном оборудовании;

- s) предохранительные хомуты, если их можно использовать как подъемное оборудование;
- t) направляющие каретки талевого блока (приложение В).

Настоящий международный стандарт устанавливает требования к двум уровням технических характеристик (PSLs). Эти два обозначения PSL определяют разные уровни технических требований. Все требования разделов 4 - 11 применимы к PSL 1, если специально не указан уровень PSL 2. PSL 2 включает все требования PSL 1 плюс дополнительные в соответствии с установленным в данном стандарте.

Дополнительные требования применяются только, если они установлены. В приложении А приведен ряд стандартизованных дополнительных требований.

## **2 Нормативные ссылки**

Следующие нормативные документы содержат положения, которые посредством ссылок в данном тексте составляют положения настоящей части ISO 3547. Для жестких ссылок последующие поправки к любой из данных публикаций или пересмотры любой из них не применимы. Однако сторонам-участникам соглашений на основе этой части ISO 3547 рекомендуется выяснить возможность применения самого последнего издания нормативных ссылочных документов. Для плавающих ссылок необходимо использовать самое последнее издание нормативного ссылочного документа Страны-члены ISO и IEC ведут указатели действующих международных стандартов.

ISO 10422, *Промышленность нефтяная и газовая. Нарезание, калибрование и производственный контроль резьбы обсадных, насосно-компрессорных труб и трубопроводов. Технические условия*

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

API<sup>1)</sup> RP 9B, *Канаты проволочные для нефтепромыслов. Применение и уход*

API Spec 7, *Элементы буровой колонны при вращательном бурении*

ASME<sup>2)</sup> B31.3, *Трубопроводы на химических и нефтеперерабатывающих заводах*

ASME V BPVC Section 5, 1998, *Неразрушающий контроль*

ASME VIII, DIV 1, *Правила конструирования сосудов для работы под давлением*

ASME IX, *Сварка и пайка. Технические условия*

ASTM<sup>3)</sup> A 370, *Стандартные методы и определения для механических испытаний стальных изделий*

ASTM A 388, *Стандартная практика ультразвукового контроля тяжелых стальных поковок*

ASTM A 488, *Стандартная практика литья и сварки стали, аттестация методов и персонала*

ASTM A 770, *Плиты стальные специального назначения. Испытание на растяжение по толщине. Технические условия*

---

1) Американский институт нефти, American Petroleum Institute; 1220 L St N.W.; Washington DC, 20005; USA.

2) Американское общество инженеров-механиков, American Society of Mechanical Engineers; 345 East 47<sup>th</sup> Street; New York, NY 10017; USA.

3) Американское общество по материалам и испытаниям, American Society for Testing and Materials; 100 Barr Harbor Drive; West Conshohocken, PA 19428; USA.



ASTM E 4, *Верификация нагрузки испытательных машин*

ASTM E 125, *Фотографии стандартных образцов для магнитопорошковой дефектоскопии отливок из чугуна и стали*

ASTM E 165, *Стандартный метод капиллярного неразрушающего контроля*

ASTM E 186, *Рентгенограммы стандартные для толстостенных стальных отливок (от 2 до 4 1/2-дюймов. (от 51 до 114-мм))*

ASTM E 280, *Рентгенограммы стандартные для толстостенных стальных отливок (от 4 1/2 до 12-дюймов (от 114 до 305-мм))*

ASTM E 428, *Стандартная практика изготовления и контроля стальных стандартных образцов, используемых в ультразвуковом контроле*

ASTM E 446, *Рентгенограммы стандартные для стальных отливок толщиной до 2 дюймов. (51 мм)*

ASTM E 709, *Руководство по магнитопорошковой дефектоскопии*

ASNT-TC-IA<sup>4)</sup>, *Рекомендованная практика по квалификации и сертификации персонала, занятого неразрушающими испытаниями*

AWS D1.1, *Свод правил по сварке конструкций*

AWS QC1, *Стандарт сертификации AWS инспекторов по сварке*

EN 287 (все части), *Аттестационные испытания сварщиков. Сварка плавлением*

EN 288 (все), *Спецификация и аттестация технологий сварки металлических материалов*

MSS<sup>5)</sup> SP-55, *Стандарт качества стальных отливок для клапанов, фланцев, фитингов и другой трубной арматуры. Визуальный метод оценки неровностей поверхности*

### 3 Термины, определения и сокращенные термины

Применительно к данному международному стандарту используются следующие термины, определения и сокращенные термины.

#### 3.1 Термины и определения

##### 3.1.1

**номинальная нагрузка на подшипник**

**bearing-load rating**

максимальная рассчитанная нагрузка на подшипники, подвергающиеся первичной нагрузке

4) Американское общество по неразрушающему контролю, American Society for Nondestructive Testing; 4153 Arlingate Plaza; Box 28518; Columbus, OH 43228; USA.

5) Общество изготовителей по стандартам в области производства трубной арматуры, Manufacturers' Standardization Society of the Valve and Fittings Industry; 127 Park Street NE; Vienna, VA 22180; USA.

**3.1.2**

**расчетная нагрузка**  
**design load**

сумма статических и динамических нагрузок, которые индуцируют максимально допустимое напряжение в изделии

**3.1.3**

**коэффициент безопасности (запас прочности)**  
**design safety factor**

коэффициент для расчета определенной границы безопасности между максимально допустимым напряжением и заданным минимальным пределом текучести материала

**3.1.4**

**верификация правильности проектирования**  
**design verification test**

испытание, выполняемое для валидации безошибочности используемых проектных расчетов

**3.1.5**

**динамическая нагрузка**  
**dynamic load**

нагрузка, прикладываемая к оборудованию в результате эффектов ускорения

**3.1.6**

**эквивалент круглости**  
**equivalent-round**

эталон сравнения различных фасонных секций с круглыми стержнями, используемыми для определения реакции на закалку при термической обработке низколегированных и мартенситных коррозионно-стойких сталей

**3.1.7**

**линейная индикация**  
**linear indication**

индикация, получаемая при неразрушающем контроле (NDE), имеющая длину, как минимум, вдвое превышающую ширину

**3.1.8**

**номинальная нагрузка**  
**load rating**

максимальная рабочая нагрузка, как статическая, так и динамическая, которая должна прикладываться к оборудованию

ПРИМЕЧАНИЕ Номинальная нагрузка численно равна расчетной нагрузке.

**3.1.9**

**максимально допустимое напряжение**  
**maximum allowable stress**

установленное значение предела текучести, деленное на расчетный коэффициент безопасности

**3.1.10**

**первичная нагрузка**  
**primary load**

осевая нагрузка, которой подвергается оборудование при эксплуатации

**3.1.11**

**элемент, несущий первичную нагрузку**  
**primary-load-carrying component**

элемент оборудования, к которому прикладывается первичная нагрузка

**3.1.12****уровень технических требований к продукции**  
**product specification level**

степень контроля, осуществляемого над материалами и процессами в отношении элементов оборудования, несущих первичную нагрузку

ПРИМЕЧАНИЕ Два уровня технических требований к продукции определены обозначениями PSL 1 или PSL 2.

**3.1.13****испытание под пробной нагрузкой**  
**proof load test**

испытание под нагрузкой, выполняемое для валидации расчетной нагрузки на единицу

**3.1.14****ремонт**  
**repair**

устранение дефектов, и восстановление, компонента или узла с помощью сварки в процессе производства нового оборудования

ПРИМЕЧАНИЕ Термин "ремонт", применительно к данному международному стандарту, применяется исключительно к устранению дефектов в материалах в процессе производства нового оборудования.

**3.1.15****закругленная индикация**  
**rounded indication**

индикация, обнаруженная NDE, закругленной формы или эллиптической формы, имеющая длину меньше, чем утроенная ширина

**3.1.16****безопасная эксплуатационная нагрузка**  
**safe working load**

расчетная нагрузка минус динамическая нагрузка

**3.1.17****класс размера**  
**size class**

обозначение, посредством которого идентифицируют оборудование с одинаковой максимальной номинальной нагрузкой взаимозаменяемое по размерам

**3.1.18****специальная технология**  
**special process**

операция, которая может изменить или неблагоприятно повлиять на механические свойства, включая прочность (ударную вязкость), материалов, используемых в оборудовании

**3.1.19****образец-изделие**  
**test unit**

опытное изделие, на котором проводится верификация правильности проектирования

**3.2 Сокращенные термины**

ER эквивалент круглости

HAZ зона термического влияния

PSL уровень технических требований к продукции

- NDE неразрушающий контроль
- PLC состояние основного нагружения
- PWHT термическая обработка после сварки

## **4 Расчет**

### **4.1 Общие положения**

Подъемное оборудование должно быть спроектировано, изготовлено и испытано, так чтобы в любом отношении было пригодно к применению по назначению. Оборудование должно безопасно нести нагрузку, на которую оно рассчитано. Оборудование должно быть рассчитано для простой и безопасной операции. Направляющие каретки должны рассчитываться в соответствии с приложением В.

### **4.2 Расчетные условия**

Должен применяться следующий расчетный режим:

- a) оператор оборудования должен нести ответственность за определение безопасной эксплуатационной нагрузки для любой подъемной операции;
- b) минимальная расчетная и рабочая температура должна быть – 20 °С, если не применяется дополнительное требование SR 2 (см. А.3).

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ** — Не рекомендуется использовать оборудование при полной расчетной нагрузке при температурах ниже –20 °С, если не используются специальные материалы с требуемыми характеристиками прочности при более низких рабочих температурах (см. А.3).

### **4.3 Расчет на прочность**

#### **4.3.1 Общие положения**

Анализ расчета конструкции должен включать исследование на избыточную податливость, усталость и выпучивание (продольный изгиб) как возможные модели отказа.

Расчет прочности должен в основном базироваться на теории упругих деформаций. Можно, однако, применить расчет предела (пластической) прочности, если необходимо. Можно использовать метод сетки конечных элементов наряду с другими методами анализа.

Необходимо учесть все нагрузки, которые могут влиять на конструкцию. Для каждого рассматриваемого поперечного сечения необходимо использовать наиболее неблагоприятное сочетание, точку приложения и направление сил.

#### **4.3.2 Допущения для упрощения**

Для упрощения можно использовать предположения, относящиеся к распределению напряжений и концентрации напряжений, при условии, что эти допущения сделаны в соответствии с обычно принятой практикой или на основе достаточного опыта или испытаний.

#### **4.3.3 Эмпирические соотношения**

Вместо анализа можно использовать эмпирические соотношения, при условии, что такие соотношения опираются на подтвержденные документально результаты измерений датчиками деформаций, с помощью которых верифицируют напряжения в пределах рассматриваемого компонента. Оборудование или

элементы оборудования, которые по своей конструкции не позволяют подсоединение тензодатчиков для проверки правильности расчета, должны проверяться в ходе испытаний в соответствии с 5.5.

#### 4.3.4 Эквивалентное напряжение

Расчет прочности должен основываться на теории упругих деформаций. Номинальное эквивалентное напряжение, согласно теории Von Mises-Hencky, вызываемое расчетной нагрузкой, не должно превышать максимально допустимого напряжения  $AS_{\max}$ , рассчитанного по формуле (1).

$$AS_{\max} = \frac{YS_{\min}}{SF_D} \quad (1)$$

где

$YS_{\min}$  заданный минимальный предел текучести;

$SF_D$  расчетный коэффициент безопасности.

#### 4.3.5 Расчет предела (пластической) прочности

Расчет предела (пластической) прочности можно выполнить при одном из следующих условий:

- для соприкасающихся участков;
- для участков высокой концентрации напряжений за счет геометрии детали и других участков с большим градиентом напряжений, на которых среднее напряжение в сечении меньше или равно максимально допустимому напряжению в соответствии с 4.3.4.

На таких участках, все значения напряжений ниже среднего напряжения должны определяться в соответствии с анализом упругих деформаций.

В случае анализа пластических деформаций эквивалентное напряжение, определенное в соответствии с 4.3.4, не должно превышать максимально допустимое напряжение  $AS_{\max}$ , рассчитанное по формуле (2).

$$AS_{\max} = \frac{TS_{\min}}{SF_D} \quad (2)$$

где

$TS_{\min}$  заданный минимальный предел прочности при растяжении;

$SF_D$  расчетный коэффициент безопасности.

#### 4.3.6 Анализ устойчивости

Анализ устойчивости должен выполняться согласно общепринятым теориям продольного изгиба.

#### 4.3.7 Анализ усталостной прочности

Анализ усталостной прочности должен проводиться на основе периода не менее 20 лет, если нет иных указаний.

Анализ усталостной прочности должен проводиться согласно общепринятым теориям. Метод, который можно использовать, описан в ссылке [3].

#### 4.4 Класс размера

Класс размера должен представлять взаимозаменяемость размеров и номинальную нагрузку оборудования.

#### 4.5 Радиусы поверхности контакта

На Рисунках 7, 8, 9 и в Таблице 6 показаны радиусы поверхностей контакта захватного (подъемного) оборудования. Эти радиусы применимы к подъемным устройствам, используемым в бурении (включая крюки для спуска и подъема насосно-компрессорных труб), но исключая все другое ремонтное оборудование.

#### 4.6 Номинальные характеристики

Все подъемное оборудование, поставляемое в соответствии с данным международным стандартом, должно иметь номинальные характеристики в соответствии с указанным далее.

расчеты должны включать номинальную нагрузку для всего оборудования и номинальную нагрузку на подшипники для всего оборудования, которое имеет подшипники на пути первичного нагружения.

Номинальная грузоподъемность, в первую очередь, предназначена для достижения согласованности номинальных характеристик, а также для обеспечения достаточного срока службы подшипников при использовании их под нагрузками, не выходящими за диапазон номинальных нагрузок на оборудование.

Номинальная нагрузка должна рассчитываться на основе расчетного коэффициента безопасности в соответствии с 4.7, установленного минимального предела текучести материала, используемого в элементах, несущих первичную нагрузку, и распределения напряжений в соответствии с проектными расчетами и/или данными, полученными при верификации правильности проектирования нагрузки в соответствии с 5.5.

Номинальная нагрузка должна быть промаркирована на оборудовании (см. раздел 10).

#### 4.7 Расчетный коэффициент безопасности

Расчетный коэффициент безопасности должен быть установлен по Таблице 1.

Таблица 1 — Расчетный коэффициент безопасности

Номинальная нагрузка <i>R</i> кН (тонна)	Расчетный коэффициент безопасности <i>SF<sub>D</sub></i>
1 334 кН (150 коротких тонн) и меньше	3,00
от 1 334 кН (150 коротких тонн) до 4 448 кН (500 коротких тонн) включительно	$3,00 - [0,75 \times (R - 1\,334) / 3\,114]^a$
Свыше 4 448 кН (500 коротких тонн)	2,25
<sup>a</sup> В данной формуле значение <i>R</i> должно быть выражено в килоньютонах.	

Расчетный коэффициент безопасности используется как расчетный критерий и ни при каких обстоятельствах не должен толковаться как допустимые нагрузки на оборудование сверх номинальной.

#### 4.8 Прочность на сдвиг

Применительно к проектным расчетам, включающим сдвиг, отношение предела текучести при сдвиге к пределу текучести при растяжении должно составлять 0,58.

#### 4.9 Специальное оборудование

См. раздел 9 в отношении всех дополнительных требований к расчету.

#### 4.10 Проектная документация

Проектная документация должна включать методы, допущения, расчеты и требования к расчетам. Требования к расчетам должны включать, но этим не ограничиваться, те критерии размера, пробное и рабочее давление, материал, требования по охране окружающей среды и технические требования, а также относящиеся к делу требования, на которых основан проект.

Эти требования также должны применяться к документации по внесению изменений в проект.

### 5 Верификация правильности проектирования

#### 5.1 Общие положения

Чтобы обеспечить безошибочность расчета оборудования, необходимо выполнить верификацию правильности проектирования в соответствии с указанным ниже.

Верификация правильности проектирования оборудования должна осуществляться и/или подтверждаться отделом или организацией, не связанной с функциями проектирования.

Оборудование, которое в силу своей простой геометрической формы позволяет выполнить точный анализ напряжений только путем расчетов, должно быть освобождено от верификации правильности проектирования.

#### 5.2 Отбор образцов-изделий

Для оценки проектных расчетов, применяемых к семейству образцов с идентичной концепцией конструкции, но имеющих различные размеры и номинальные характеристики применяются следующие варианты отбора:

- минимум три изделия данной конструкции должны подвергаться верификации правильности проектирования. Образцы-изделия должны выбираться от нижней границы, середины и верхней границы диапазона размера/номинальной характеристики;
- альтернативно, требуемое число образцов-изделий должно устанавливаться на той основе, что каждый образец также характеризует один размер или номинальную характеристику выше и ниже размера и номинальной характеристики выбранного образца.

**ПРИМЕЧАНИЕ** Второй вариант обычно применяют, чтобы ограничить диапазоны размеров/номинальных характеристик продукции.