
**Нефтяная и газовая промышленность.
Проектирование и эксплуатация
систем подводной добычи.**

**Часть 11.
Системы гибких трубопроводов для
подводного и морского применения**

*Petroleum and natural gas industries — Design and operation of
subsea production systems —*

Part 11: Flexible pipe systems for subsea and marine applications

ISO 13628-11:2007

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/82a35605-a222-407d-9fa8-6b411c58e399/iso-13628-11-2007>

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



Ссылочный номер
ISO 13628-11:2007(R)

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 установку интегрированных шрифтов в 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, 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.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 13628-11:2007](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/82a35605-a222-407d-9fa8-6b411c58e399/iso-13628-11-2007)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/82a35605-a222-407d-9fa8-6b411c58e399/iso-13628-11-2007>



ДОКУМЕНТ ЗАЩИЩЕН АВТОРСКИМ ПРАВОМ

© ISO 2007

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
Web www.iso.org

Опубликовано в Швейцарии

Содержание

Страница

Предисловие.....	v
Введение	vi
1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	1
3 Термины, сокращения, определения и условные обозначения	2
3.1 Термины и определения	2
3.2 Условные обозначения и сокращения	5
4 Описание системы, трубы и компонентов	8
4.1 Введение	8
4.2 Гибкие трубные системы	10
4.3 Описание гибкой трубы	18
4.4 Вспомогательные компоненты	29
5 Факторы, которые необходимо учитывать при проектировании трубы	41
5.1 Общие положения	41
5.2 Общий анализ конструкции	41
5.3 Режимы разрушения	47
5.4 Критерии проектирования	51
5.5 Случаи нагрузки	58
6 Материалы	65
6.1 Цель	65
6.2 Материалы. Трубы многослойной структуры без связующих слоев	66
6.3 Материалы. Трубы многослойной структуры со связующими слоями	71
6.4 Альтернативные материалы	75
6.5 Процедуры испытания полимеров/эластомеров	77
6.6 Требования к испытаниям металлических материалов	81
7 Факторы, которые необходимо учитывать при проектировании системы	84
7.1 Общие положения	84
7.2 Общие требования к системе	85
7.3 Требования к проектированию выкидных трубопроводов	87
7.4 Требования к проектированию райзера	93
7.5 Вспомогательные компоненты	96
7.6 Системные сопряжения	100
8 Факторы, которые необходимо учитывать при анализе	101
8.1 Введение	101
8.2 Методы анализа	102
8.3 Нагрузки	112
8.4 Оценка общей реакции	116
9 Испытания опытного образца	121
9.1 Общие положения	121
9.2 Программа проектно-конструкторских работ	121
9.3 Классификация испытаний опытного образца	122
9.4 Требования к испытанию	124
9.5 Протокол испытаний	128
9.6 Процедуры. Типовые испытания опытного образца	131

9.7	Процедуры. Специальные испытания опытного образца	137
10	Изготовление	154
10.1	Общие положения	154
10.2	Изготовление. Труба многослойной структуры без связующих слоев	154
10.3	Изготовление. Труба многослойной структуры со связующими слоями	159
10.4	Маркировка	162
10.5	Хранение	166
11	Погрузочно-разгрузочные работы, транспортировка и установка	167
11.1	Общие положения	167
11.2	Погрузочно-разгрузочные работы	167
11.3	Транспортировка	169
11.4	Установка	171
11.5	Предварительные пуско-наладочные работы и ввод в эксплуатацию	184
12	Извлечение и повторное использование	189
12.1	Общие положения	189
12.2	Извлечение	189
12.3	Повторное использование	191
13	Мониторинг целостности и технического состояния	197
13.1	Общие положения	197
13.2	Основные принципы	197
13.3	Режимы разрушения и возможные дефекты труб	198
13.4	Методы мониторинга	199
13.5	Рекомендации	201
Приложение А (нормативное) Протокол квалификационного испытания концевого фитинга гибкой трубы при высокой температуре. Полимеры, содержащие летучие вещества		217
Приложение В (нормативное) Процедура испытания образца поливинилхлорида (PVDF) под воздействием сырой нефти		229
Приложение С (нормативное) Процедуры квалификационного испытания концевого фитинга гибкой трубы при высокой температуре: полимеры с низким содержанием летучих веществ		232
Приложение D (нормативное) Процедура испытания образца полимера под воздействием сырой нефти		244
Библиография		247

Предисловие

Международная организация по стандартизации (ISO) является всемирной федерацией национальных организаций по стандартизации (стандартизирующих органов членов ISO). Подготовка международных стандартов обычно проводится в технических комитетах ISO. Каждый стандартизирующий орган, являющийся членом ISO, и заинтересованный в области, для которой был создан технический комитет, имеет право участвовать в деятельности этого комитета. В этой работе также участвуют международные, правительственные и неправительственные организации, имеющие соответствующие соглашения о сотрудничестве с ISO. ISO тесно сотрудничает с Международной электротехнической комиссией (IEC) по всем вопросам стандартизации в электротехнике.

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

Основной задачей технических комитетов является подготовка международных стандартов. Проекты международных стандартов, принятые техническими комитетами, рассылаются стандартизирующим органам членам ISO для голосования. Публикация в качестве международного стандарта требует его утверждения не менее 75 % стандартизирующих органов членов ISO, участвующих в голосовании.

Необходимо иметь в виду, что некоторые элементы настоящего документа могут быть объектом патентного права. ISO не берет на себя ответственность за идентификацию какого-либо отдельного или всех таких патентных прав.

ISO 13628-11 был подготовлен Техническим комитетом ISO/TC 67, *Материалы, оборудование и морские конструкции для нефтяной, нефтехимической и газовой промышленности*, Подкомитетом SC 4, *Буровое и эксплуатационное оборудование*.

Настоящее первое издание ISO 13628-11 отменяет и заменяет ISO 10420:1994, которое было технически пересмотрено.

ISO 13628 состоит из следующих частей под общим названием *Нефтяная и газовая промышленность. Проектирование и эксплуатация систем подводных добычи*:

- *Часть 1. Общие требования и рекомендации*
- *Часть 2. Гибкие трубные системы многослойной структуры без связующих слоев для подводного и морского применения*
- *Часть 3. Системы проходных выкидных трубопроводов (TFL)*
- *Часть 4. Подводное оборудование устья скважины и устьевого елки*
- *Часть 5. Подводные шлангокабели*
- *Часть 6. Подводные системы контроля добычи*
- *Часть 7. Системы райзера для заканчивания/ремонта скважин*
- *Часть 8. Интерфейсы дистанционно управляемых устройств (ROV) в системах подводной добычи*
- *Часть 9. Системы дистанционно управляемых инструментов (ROT) для работ в скважине*
- *Часть 10. Технические условия на гибкую трубу многослойной структуры со связующими слоями*
- *Часть 11. Системы гибких трубопроводов для подводного и морского применения*

Часть 12, относящаяся к динамическим эксплуатационным райзерам, часть 13, относящаяся к дистанционно управляемым инструментам и интерфейсам в системах подводной добычи, и часть 15, относящаяся к подводным конструкциям и манифольдам, находятся в разработке.

Введение

Настоящая часть ISO 13628 разработана на базе API RP 17B и согласованных правил ISO и API. Выполнены технический пересмотр и обновление данного стандарта ISO с учетом потребностей международной нефтяной и газовой промышленности. Настоящая часть ISO 13628 предоставляет информацию в дополнение к ISO 13628-2 и ISO 13628-10.

Пользователям настоящего международного стандарта следует учитывать, что в конкретных условиях применения могут возникать дополнительные или отличающиеся требования. Настоящий международный стандарт не ставит целью установить ограничения для продавцов предлагать, или для потребителей принимать к использованию альтернативное оборудование или инженерные решения для конкретных условий применения. Это имеет особое значение в случае совершенствования продукции или применения инновационных технологий. В случае предложения альтернативного решения продавцу следует указать все отличия от настоящего международного стандарта и дать их подробное описание.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 13628-11:2007](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/82a35605-a222-407d-9fa8-6b411c58e399/iso-13628-11-2007)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/82a35605-a222-407d-9fa8-6b411c58e399/iso-13628-11-2007>

Нефтяная и газовая промышленность. Проектирование и эксплуатация систем подводной добычи.

Часть 11.

Системы гибких трубопроводов для подводного и морского применения

1 Область применения

Настоящая часть ISO 13628 определяет технические требования к проектированию, анализу, изготовлению, испытаниям, монтажу и эксплуатации гибких труб и гибких трубных систем для берегового, подводного и морского применения. Настоящая часть ISO 13628 дополняет ISO 13628-2 и ISO 13628-10, которые определяют минимальные требования к проектированию, выбору материалов, изготовлению, испытаниям, маркировке и упаковке гибких трубных систем многослойной структуры без связующих слоёв и со связующими слоями соответственно.

Настоящая часть ISO 13628 применима к сборкам гибких труб, содержащих сегменты тела гибкой трубы с концевыми фитингами, закрепленными на обоих концах. Это относится к обоим типам труб, как без связующих слоёв, так и со связующими слоями. В дополнение, эта часть ISO 13628 применима к гибким трубным системам, включая вспомогательные компоненты.

К областям применения, рассматриваемым в настоящей части ISO 13628, относятся добыча без присутствия и в присутствии сернистых соединений, включая применение для отвода и нагнетания. Настоящая часть ISO 13628 применима к статическим и динамическим гибким трубным системам, используемым в качестве выкидных трубопроводов, райзеров и трубных соединителей. Настоящая часть ISO 13628 в общих чертах применима к использованию гибких труб в системах морской отгрузки.

ПРИМЕЧАНИЕ Системы морской отгрузки см. в [30].

Настоящая часть ISO 13628 не применима к гибким трубам для использования в качестве устьевого обвязки для дросселирования и глушения скважины, или шлангокабелям и управляющим линиям.

2 Нормативные ссылки

Указанные ниже ссылочные документы являются обязательными для применения настоящего документа. Для ссылок с твердой идентификацией применяется только указанное издание. Для ссылок со скользящей идентификацией применяется самое последнее издание нормативного документа, на который дается ссылка (включая любые дополнения).

ISO 13628-2:2006, *Нефтяная и газовая промышленность. Проектирование и эксплуатация систем подводной добычи. Часть 2. Гибкие трубные системы многослойной структуры без связующих слоёв для подводного и морского применения*

ISO 13628-3:2000, *Нефтяная и газовая промышленность. Проектирование и эксплуатация систем подводной добычи. Часть 3. Системы проходных выкидных трубопроводов*

ISO 13628-10:2005, *Нефтяная и газовая промышленность. Проектирование и эксплуатация систем подводной добычи. Часть 10. Технические условия на гибкую трубу многослойной структуры со связующими слоями*

NACE TM0177, *Лабораторные испытания стойкости металлов к сульфидному растрескиванию под напряжением и коррозионному растрескиванию под напряжением в H₂S-содержащих средах*

3 Термины, сокращения, определения и условные обозначения

В настоящем документе используются следующие термины, определения, условные обозначения и сокращения.

3.1 Термины и определения

3.1.1

кольцевое пространство

annulus

пространство между двумя концентрическими пластмассовыми оболочками в поперечном сечении гибкой трубы многослойной структуры без связующих слоёв

3.1.2

график Аррениуса

Arrhenius plot

логарифмическо-линейная шкала, используемая для графического представления срока службы некоторых полимерных материалов в зависимости от температуры

3.1.3

контейнер

basket

приспособление для хранения и транспортировки гибких труб

ПРИМЕЧАНИЕ Все трубы свободно укладываются в контейнер.

3.1.4

выпучивание

bird-caging

потеря устойчивости армирующей проволоки на растяжение, обычно вызываемая экстремальным осевым сжатием, что приводит к значительным радиальным деформациям

3.1.5

модуль плавучести

buoyancy module

буи, используемые в необходимом количестве в отдельных точках по длине райзера, чтобы обеспечить волнообразную конфигурацию райзера

ПРИМЕЧАНИЕ См. 4.4.6.

3.1.6

карусельное устройство

carousel

устройство, используемое для хранения и транспортировки длинномерных гибких труб, которое вращается вокруг вертикальной оси

ПРИМЕЧАНИЕ Труба наматывается с натяжением вокруг центральной втулки.

3.1.7**китайские пальцы**
Chinese fingers

стальная оплетка или плетеный арматурный рукав, который может устанавливаться на гибкую трубу и плотно затягиваться для удерживания или натяжения трубы

3.1.8**концевой фитинг**
end fitting

концевое соединение гибкой трубы

3.1.9**система гибких труб**
flexible pipe system

система транспортировки флюидов, для которой гибкая труба (гибкие трубы) является (являются) базовым компонентом, и которая включает вспомогательные компоненты, прямо или косвенно соединенные с трубой

3.1.10**свободно подвешенная конфигурация**
free-hanging catenary

конфигурация райзера в форме арки, определяемая жесткостью райзера на изгиб, которую он принимает в толще воды

ПРИМЕЧАНИЕ См. Рисунок 4.

3.1.11**комбинированный шлангокабель**
integrated service umbilical
ISU^{TM1)}

структура, в которой внутренним центральным элементом является гибкая труба стандартной конструкции

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Компоненты шлангокабеля наматываются вокруг центральной трубы и покрываются наружной защитной оболочкой (см. 4.3.6).

ПРИМЕЧАНИЕ 2 ISU является торговой маркой Coflexip Stena Offshore.

3.1.12**плавная волна**
lazy wave

свободно подвешенная конфигурация, форма которой изменена секцией с распределенными модулями плавучести

ПРИМЕЧАНИЕ См. Рисунок 4.

3.1.13**плавная S**
lazy-S

свободно подвешенная конфигурация, форма которой изменена секцией с локализованными модулями плавучести

ПРИМЕЧАНИЕ См. Рисунок 4.

1) ISUTM - является примером доступных коммерческих продуктов. Эта информация приведена для удобства пользователей данной части ISO 13628 и не является утверждением этих продуктов ИСО.

3.1.14

**многоканальный
multibore**

несколько гибких труб или шлангокабелей, объединенных в единую конструкцию с экструдированной наружной оболочкой вокруг связи

ПРИМЕЧАНИЕ См. 4.3.7.

3.1.15

**многоствольная конфигурация
multiple configuration**

райзерная система, состоящая из нескольких райзеров, соединенных в месте, равноудаленном от поверхности и дна

3.1.16

**овальность
ovalization**

отклонение формы трубы от окружности, рассчитываемое следующим образом:

$$\frac{D_{\max} - D_{\min}}{D_{\max} + D_{\min}}$$

где D_{\max} и D_{\min} – максимальный и минимальный наружный диаметр трубы, соответственно.

3.1.17

**связка
piggy back**

скрепление двух параллельных и смежных независимых труб, жестких или гибких, на значительной длине

3.1.18

**испытание опытного образца
prototype test**

испытание для определения основных эксплуатационных характеристик конкретной конструкции трубы, которая может быть новой или известной конструкцией

3.1.19

**быстрое снижение давления
rapid decompression**

внезапный сброс давления в системе, во время которого происходит быстрое расширение газа в трубе, что может привести к образованию вспучиваний, смятию внутренней оболочки на давление или других газонасыщенных слоев

3.1.20

**барабан
reel**

конструкция большого диаметра, используемая для хранения длинномерных гибких труб, которая вращается вокруг горизонтальной оси

3.1.21

**основание райзера
riser base**

конструкция, расположенная на дне моря, используемая для обеспечения конструкционного и герметичного соединения между гибким райзером и выкидным трубопроводом

ПРИМЕЧАНИЕ 1 См. 4.4.8.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Это может быть PLET или PLEM.

3.1.22**подвеска райзера
riser hang-off**

конструкция, обеспечивающая удерживание райзера в соединении с платформой

ПРИМЕР Опорное основание, полупогружное основание, танкер, и т.п.

3.1.23**крутая волна
steep wave**

плавная волна с точкой касания, закрепленной на дне моря

ПРИМЕЧАНИЕ См. Рисунок 4.

3.1.24**крутая S
steep-S**

плавная S с точкой касания, закрепленной на дне моря

ПРИМЕЧАНИЕ См. Рисунок 4.

3.1.25**подводный буй
subsea buoy**

точечная система обеспечения плавучести

ПРИМЕЧАНИЕ Такая система обычно состоит из емкостей, стальных или из сферопластика, как для S-образной конфигурации райзера (4.4.5). См. также модуль плавучести (3.1.4).

3.1.26**устройство натяжения
tensioner**

механическое устройство, используемое для поддержания или создания натяжения трубы в процессе установки

3.1.27**шлангокабель
umbilical**

связка спирально или синусоидально намотанных химических, гидравлических и электрических проводников небольшого диаметра для систем энергопитания и управления

3.2 Условные обозначения и сокращения

В настоящем документе используются следующие условные обозначения и сокращения.

CPE	хлорированный полиэтилен chlorinated polyethylene
CR	полихлоропрен polychloroprene
DA	динамическое применение dynamic application
DBS	дибутилсебацинат dibutyl sebacate

ISO 13628-11:2007(R)

DOF	степени свободы degrees of freedom
EPDM	этилен-пропилен-диен-мономер каучук ethylene propylenediene monomer rubber
FAT	заводское приёмочное испытание factory acceptance test
FPS	плавучая система добычи floating production system
FPSO	плавучая система добычи, хранения и отгрузки floating production storage and offloading
HDPE	полиэтилен высокой плотности high density polyethylene
HIC	водородное растрескивание hydrogen-induced cracking
HNBR	гидрированный бутадиен-нитрильный каучук hydrogenated nitrile rubber
ID	внутренний диаметр inside diameter
ISU	комбинированный шлангокабель integrated service umbilical
MBR	минимальный радиус изгиба minimum bend radius
MDPE	полиэтилен средней плотности medium density polyethylene
MWL	средний уровень воды mean water level
NBR	бутадиен-нитрильный каучук nitrile butadiene rubber
NR	натуральный каучук natural rubber
OD	наружный диаметр outer diameter
PA	полиамид polyamide
PE	полиэтилен polyethylene
PP	полипропилен polypropylene

PLEM	концевой манифольд трубопровода pipeline end manifold
PU	полиуретан polyurethane
PVC	поливинилхлорид polyvinyl chloride
PVDF	поливинилиденфторид polyvinylidene fluoride
REF	концевой фитинг райзера riser end fitting
ROV	дистанционно управляемое устройство remotely operated vehicle
SA	статическое применение static application
SBR	радиус изгиба при хранении storage bend radius
SSC	сульфидное растрескивание под напряжением sulfide stress cracking
TFL	проходной выкидной трубопровод through flowline
UV	ультрафиолет ultraviolet
VIV	вибрация, вызванная вихреобразованием vortex-induced vibration
XLPE	полиэтилен с межмолекулярными связями cross-linked polyethylene
C_d	коэффициент гидродинамического сопротивления hydrodynamic drag coefficient
C_m	коэффициент гидродинамической инерции hydrodynamic inertia coefficient
D_{max}	максимальный наружный диаметр трубы maximum pipe outside diameter
D_{min}	минимальный наружный диаметр трубы minimum pipe outside diameter
σ_u	предел прочности материала material ultimate stress
σ_y	предел текучести материала material yield stress

4 Описание системы, трубы и компонентов

4.1 Введение

4.1.1 Общие положения

Раздел 4 представляет общий анализ гибких трубных систем, конструктивных решений сечения трубы и вспомогательных компонентов. Кроме этого, Раздел 4 дает обзор всех аспектов технологии гибких труб и указывает разделы и подразделы настоящей части ISO 13628, ISO 13628-2:2006 и ISO 13628-10:2005, относящиеся к соответствующим вопросам.

В целом, гибкие трубы представляют продукт, изготовленный по техническим условиям заказчика, для проектирования и изготовления которого могут применяться различные методы. Целью настоящей части ISO 13628 не является противодействие модернизации или новым разработкам гибких труб. Напротив, признается, что возможны различные конструкции и методы анализа. Поэтому некоторые темы представлены в общем виде, чтобы дать общие рекомендации потребителю, оставляя при этом открытую возможность использования альтернативных подходов.

Читателю следует иметь в виду, что технологии гибких труб (концепции, методологии и критерии конструкции и анализа, изготовление и испытания компонентов, эксплуатационные задачи и потребности, техническое обслуживание и контроль, и т.п.) находятся в процессе быстрого и постоянного развития. Поэтому потенциальный потребитель при их применении должен уделять особое внимание рекомендациям, представленным в настоящей части ISO 13628.

4.1.2 Анализ методических рекомендаций и технических условий

4.1.2.1 Настоящая часть ISO 13628 определяет современные передовые технические методы по конструктивным решениям и комплектации гибких трубных систем, и предоставляет руководящие указания по использованию технических условий на стандартную продукцию гибких трубных систем. Кроме того, методические рекомендации содержат инструкции по квалификационным испытаниям опытных образцов.

4.1.2.2 Все технологические аспекты гибких трубных систем, от функционального определения до ввода в эксплуатацию, рассматриваются либо в настоящей части ISO 13628, либо в ISO 13628-2 и ISO 13628-10. Некоторые проблемы рассматриваются во всех трех документах. Различные этапы комплектации и эксплуатации гибких труб показаны на Рисунке 1.

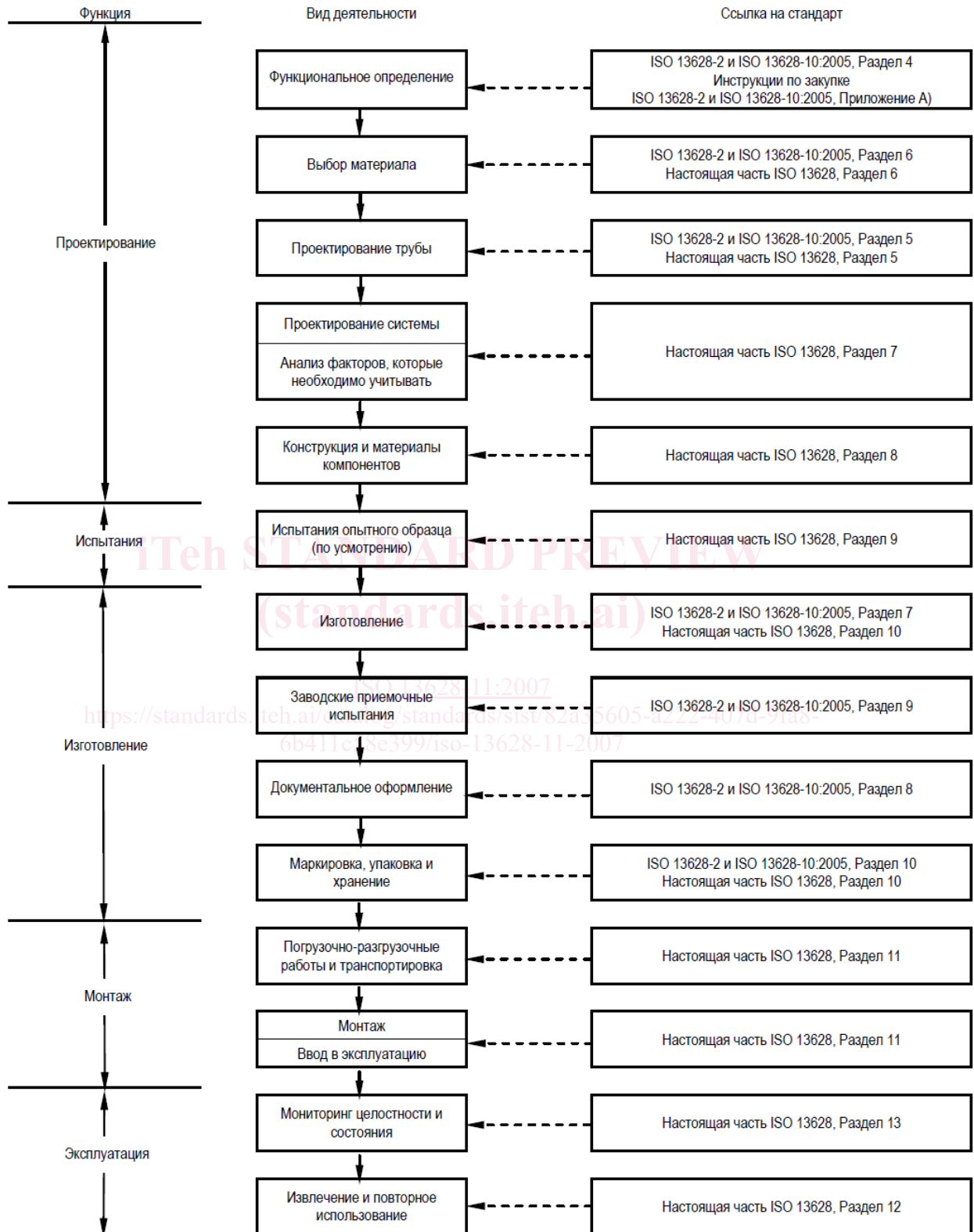


Рисунок 1 — Обзор гибкой трубы