



ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ
СТАНДАРТ
РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ПНСТ
699—
2024

Нефтяная и газовая промышленность СИСТЕМЫ ПОДВОДНОЙ ДОБЫЧИ

Оборудование для монтажа и спускоподъемных операций

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2024

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью «Газпром 335» (ООО «Газпром 335»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 023 «Нефтяная и газовая промышленность»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 24 июля 2024 г. № 37-пнст

Правила применения настоящего стандарта и проведения его мониторинга установлены в ГОСТ Р 1.16—2011 (разделы 5 и 6).

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии собирает сведения о практическом применении настоящего стандарта. Данные сведения, а также замечания и предложения по содержанию стандарта можно направить не позднее чем за 4 мес до истечения срока его действия разработчику настоящего стандарта по адресу: inf@gazprom335.ru и/или в Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии по адресу: 123112 Москва, Пресненская набережная, д. 10, стр. 2.

В случае отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты» и также будет размещена на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (www.rst.gov.ru)

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2024

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

II

Содержание

1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	1
3 Термины и определения	3
4 Сокращения	4
5 Оборудование для монтажа	4
5.1 Общие сведения	4
5.2 Условия эксплуатации	5
5.3 Конструкция	5
5.4 Покрытия	5
5.5 Материалы	6
5.6 Изготовление	8
6 Оборудование для спуско-подъемных операций	9
6.1 Общие сведения	9
6.2 Основные показатели и характеристики	9
6.3 Конструкция	9
6.4 Надежность и безопасность	10
6.5 Требования к покрытиям	10
6.6 Материалы	10
6.7 Изготовление	11
6.8 Комплектность	12
7 Расчет конструкции спуско-подъемной операции	13
7.1 Нагрузки и воздействия	13
7.2 Схемы нагружения	14
7.3 Прочностные расчеты	15
8 Методы контроля и испытаний оборудования для монтажа и спуско-подъемной операции	15
8.1 Разрушающий контроль	15
8.2 Неразрушающий контроль	16
8.3 Испытания под нагрузкой	17
8.4 Порядок испытаний под нагрузкой	18
8.5 Контроль состояния подшипниковых опор механизмов СПО	18
8.6 Контроль комплектности	18
8.7 Контроль основных параметров	19
8.8 Контроль качества покрытий	19
8.9 Гидравлические испытания ОМ	19
8.10 Испытания на прочность	20
8.11 Функциональные испытания	20
Библиография	22

Введение

Создание и развитие отечественных технологий и техники для освоения шельфовых нефтегазовых месторождений должно быть обеспечено современными стандартами, устанавливающими требования к проектированию, строительству и эксплуатации систем подводной добычи. Для решения данной задачи Министерством промышленности и торговли Российской Федерации и Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии реализуется «Программа по обеспечению нормативной документацией создания отечественной системы подводной добычи для освоения морских нефтегазовых месторождений». В объеме работ программы предусмотрена разработка национальных стандартов и предварительных национальных стандартов, областью применения которых являются системы подводной добычи углеводородов.

Целью разработки настоящего стандарта является установление общих правил проектирования и изготовления оборудования для монтажа и спускоподъемных операций, применяемого при строительстве и эксплуатации систем подводной добычи углеводородов.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Нефтяная и газовая промышленность

СИСТЕМЫ ПОДВОДНОЙ ДОБЫЧИ

Оборудование для монтажа и спускоподъемных операций

Petroleum and natural gas industry. Subsea production systems. Equipment for installation and lifting operations

Срок действия — с 2024—11—30
до 2027—11—30

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает общие правила проектирования и изготовления оборудования для монтажа и спускоподъемных операций, применяемого при строительстве и эксплуатации систем подводной добычи углеводородов.

1.2 Оборудование для спускоподъемных операций, относящееся к грузоподъемным устройствам и установленное на морских судах и морских стационарных платформах, плавучих буровых установках, находящихся под техническим наблюдением Российского морского регистра судоходства, должно соответствовать «Правилам по грузоподъемным устройствам морских судов» [1].

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 9.301 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Общие требования

ГОСТ 9.306 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Обозначения

ГОСТ 9.307 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия цинковые горячие. Общие требования и методы контроля

ГОСТ 9.407 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Метод оценки внешнего вида

ГОСТ 27.310 Надежность в технике. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Основные положения

ГОСТ 1497 (ИСО 6892—84) Металлы. Методы испытаний на растяжение

ГОСТ 7512 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод

ГОСТ 7565 (ИСО 377-2—89) Чугун, сталь и сплавы. Метод отбора проб для определения химического состава

ГОСТ 9012 (ИСО 410—82, ИСО 6506—81) Металлы. Метод измерения твердости по Бринеллю

ГОСТ 9013 (ИСО 6508—86) Металлы. Метод измерения твердости по Роквеллу

ГОСТ 23118—2019 Конструкции стальные строительные. Общие технические условия

ГОСТ 26349 Соединения трубопроводов и арматура. Давления номинальные. Ряды

ГОСТ 28487 Соединения резьбовые упорные с замковой резьбой элементов буровых колонн. Общие технические требования

Издание официальное

1

ГОСТ 31993 (ISO 2808:2007) Материалы лакокрасочные. Определение толщины покрытия
ГОСТ 32299 (ISO 4624:2002) Материалы лакокрасочные. Определение адгезии методом отрыва
ГОСТ 33713 Краны грузоподъемные. Регистраторы параметров работы. Общие требования
ГОСТ 34395 Материалы лакокрасочные. Электроискровой метод контроля сплошности диэлектрических покрытий на токопроводящих основаниях
ГОСТ ISO/IEC 17025 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий
ГОСТ ISO 898-1 Механические свойства крепежных изделий из углеродистых и легированных сталей. Часть 1. Болты, винты и шпильки установленных классов прочности с крупным и мелким шагом резьбы
ГОСТ ISO 898-2 Механические свойства крепежных изделий из углеродистых и легированных сталей. Часть 2. Гайки установленных классов прочности с крупным и мелким шагом резьбы
ГОСТ ISO 3506-1 Механические свойства крепежных изделий из коррозионно-стойкой нержавеющей стали. Часть 1. Болты, винты и шпильки
ГОСТ ISO 3506-2 Механические свойства крепежных изделий из коррозионно-стойкой нержавеющей стали. Часть 2. Гайки
ГОСТ ISO 6157-1 Изделия крепежные. Дефекты поверхности. Часть 1. Болты, винты и шпильки общего назначения
ГОСТ ISO 6157-3 Изделия крепежные. Дефекты поверхности. Часть 3. Болты, винты и шпильки специальные
ГОСТ ISO 17635 Неразрушающий контроль сварных соединений. Общие правила для металлических материалов
ГОСТ EN 13411-3 Концевая заделка стальных канатов. Безопасность. Часть 3. Зажимы стопорные и запрессовка
ГОСТ Р 2.601 Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы
ГОСТ Р 2.610 Единая система конструкторской документации. Правила выполнения эксплуатационных документов
ГОСТ Р 9.316 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия термодиффузионные цинковые. Общие требования и методы контроля
ГОСТ Р 51365 (ИСО 10423:2003) Нефтяная и газовая промышленность. Оборудование для бурения и добычи. Оборудование устья скважины и фонтанное устьевое оборудование. Общие технические требования
ГОСТ Р 53007 (ИСО 6272-1:2002, ИСО 6272-2:2002) Материалы лакокрасочные. Метод испытания на быструю деформацию (прочность при ударе)
ГОСТ Р 53678—2009 (ИСО 15156-2:2003) Нефтяная и газовая промышленность. Материалы для применения в средах, содержащих сероводород, при добыче нефти и газа. Часть 2. Углеродистые и низколегированные стали, стойкие к растрескиванию, и применение чугунов
ГОСТ Р 55311 Нефтяная и газовая промышленность. Сооружения нефтегазопромысловые морские. Термины и определения
ГОСТ Р 56512 Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый метод. Типовые технологические процессы
ГОСТ Р 58036-2017 (ИСО 19901-5:2016) Нефтяная и газовая промышленность. Сооружения нефтегазопромысловые морские. Контроль нагрузки масс при проектировании и строительстве
ГОСТ Р 59304 Нефтяная и газовая промышленность. Системы подводной добычи. Термины и определения
ГОСТ Р 59305—2021 (ИСО 13628-1:2005) Нефтяная и газовая промышленность. Проектирование и эксплуатация систем подводной добычи. Часть 1. Общие требования и рекомендации
ГОСТ Р 70842 (ИСО 13628-8:2002) Нефтяная и газовая промышленность. Проектирование и эксплуатация систем подводной добычи. Часть 8. Интерфейсы дистанционно управляемых устройств (ДУУ) в системах подводной добычи
ГОСТ Р 71122 (ИСО 13628-15:2011) Нефтяная и газовая промышленность. Проектирование и эксплуатация систем подводной добычи. Часть 15. Подводные конструкции и манифольды
ГОСТ Р ИСО 148-1 Материалы металлические. Испытание на ударный изгиб на маятниковом копре по Шарпи. Часть 1. Метод испытания
ГОСТ Р ИСО 8501-1 Подготовка стальной поверхности перед нанесением лакокрасочных материалов и относящихся к ним продуктов. Визуальная оценка чистоты поверхности. Часть 1. Степень

окисления и степени подготовки непокрытой стальной поверхности и стальной поверхности после полного удаления прежних покрытий

ГОСТ Р ИСО 9606-1 Аттестационные испытания сварщиков. Сварка плавлением. Часть 1. Стали

ГОСТ Р ИСО 9712 Контроль неразрушающий. Квалификация и сертификация персонала неразрушающего контроля

ГОСТ Р ИСО 12494 Основы проектирования строительных конструкций. Определение гололедных нагрузок

ГОСТ Р ИСО 13628-4—2016 Нефтяная и газовая промышленность. Проектирование и эксплуатация подводных эксплуатационных систем. Часть 4. Подводное устьевое оборудование и фонтанная арматура

ГОСТ Р ИСО 14731 Координация в сварке. Задачи и обязанности

ГОСТ Р ИСО 14732 Персонал, выполняющий сварку. Аттестационные испытания сварщиков-операторов и наладчиков для полностью механизированной и автоматической сварки металлических материалов

ГОСТ Р ИСО 15549 Контроль неразрушающий. Контроль вихретоковый. Основные положения

ГОСТ Р ИСО 15614-1 Технические требования и аттестация процедур сварки металлических материалов. Проверка процедуры сварки. Часть 1. Дуговая и газовая сварка сталей и дуговая сварка никеля и никелевых сплавов

ГОСТ Р ИСО 17637 Контроль неразрушающий. Визуальный контроль соединений, выполненных сваркой плавлением

ГОСТ Р ИСО 17640 Неразрушающий контроль сварных соединений. Ультразвуковой контроль. Технология, уровни контроля и оценки

ГОСТ Р ЕН 13018 Контроль визуальный. Общие положения

ПНСТ 615—2022 Нефтяная и газовая промышленность. Системы подводной добычи. Система заканчивания и капитального ремонта скважины. Методические указания

СП 20.13330 «СНиП 2.01.07-85* Нагрузки и воздействия»

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов (сводов правил) в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный документ, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого документа с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого документа с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 59304 и ГОСТ Р 55311, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 оборудование для монтажа: Специализированный инструмент, механизмы и приспособления многократного использования, предназначенные для выполнения строительно-монтажных и пуско-наладочных работ при обустройстве морских нефтегазовых месторождений с применением систем подводной добычи.

Примечание — Оборудование для монтажа также применяют для выполнения сервисных и ремонтных работ при эксплуатации систем подводной добычи.

3.2 оборудование для спускоподъемных операций: Специализированные приспособления и грузоподъемное оборудование, предназначенные для спуска и подъема оборудования и сооружений систем подводной добычи, в том числе в условиях морской среды.

4 Сокращения

В настоящем стандарте использованы следующие сокращения:

БРН	— безопасная рабочая нагрузка, т;
КД	— конструкторская документация;
ЛКП	— лакокрасочное покрытие;
МПД	— магнитопорошковая дефектоскопия;
МСП	— морская стационарная платформа;
НД	— нормативная документация;
НК	— неразрушающий контроль;
ОМ	— оборудование для монтажа;
ОТК	— отдел технического контроля;
ПМИ	— программа и методика испытаний;
ПНКТ	— подвеска насосно-компрессорных труб;
ППБУ	— полупогружная буровая установка;
ПС	— паспорт;
ПСИ	— приемо-сдаточные испытания;
ПТР	— подводно-технические работы;
ПТФЭ	— политетрафторэтилен;
ПФА	— подводная фонтанная арматура;
РЭ	— руководство по эксплуатации;
СГП	— съемное грузозахватное приспособление;
СМК	— система менеджмента качества;
СПКГ	— система подводных колонных головок;
СПД	— система подводной добычи;
СПО	— спуско-подъемная операция;
ТНПА	— телеуправляемый необитаемый подводный аппарат;
ТО	— техническое обслуживание;
ТУ	— технические условия;
ФО	— формуляр;
ЭД	— эксплуатационная документация;
ЭХЗ	— электрохимическая защита;
WPS	— карта технологического процесса сварки (welding procedure specification).

5 Оборудование для монтажа

5.1 Общие сведения

5.1.1 ОМ проектируют и изготавливают, как правило, совместно с соответствующим конкретным подводным оборудованием СПД и в соответствии с техническим заданием оператора (заказчика).

5.1.2 ОМ, используемое для систем с пластовым флюидом, должно обеспечивать барьер между пластовым флюидом и внешней средой согласно ГОСТ Р 59305—2021 (приложение J).

5.1.3 Также необходимо, чтобы ОМ обеспечивало:

- возможность внепланового прекращения ПТР без ущерба для оборудования СПД и безопасности персонала;
- проверку сопряжения и герметичности соединения (по необходимости);
- минимизацию попадания морской воды и загрязнений в гидравлическую систему оборудования СПД;
- возможность выполнения ПТР при попадании грязи на узлы оборудования либо проведения предварительной очистки;
- возможность выполнения ПТР с учетом передающихся волновых и ветровых нагрузок;
- отсутствие выброса рабочих сред, способных нанести вред окружающей среде;

- возможность проведения технологических операций с использованием различных судов, ППБУ/МСП;

- минимальное количество технологических операций при проведении ПТР;
- учет типовых гидрометеорологических условий районов потенциального использования;
- использование стандартизованных интерфейсов.

5.1.4 Проектирование ОМ включает проведение анализа видов и последствий отказов с учетом возможности контроля скважины и возможности аварийного извлечения из скважины.

5.2 Условия эксплуатации

5.2.1 ОМ, работающее под избыточным давлением, проектируют в соответствии со следующим рядом значений номинальных давлений (МПа): 10,0; 12,5; 16,0; 20,0; 25,0; 34,5; 69,0; 103,5 на основе требований ГОСТ Р ИСО 13628-4—2016 (пункт 5.1.2.1.2.1) и ГОСТ 26349.

5.2.2 Условия эксплуатации, на которые рассчитывают ОМ, должны соответствовать проектным условиям эксплуатации оборудования СПД.

5.3 Конструкция

5.3.1 Все глухие и закрытые несущие элементы ОМ, выполненные из профильных и круглых труб, а также металлического листа, должны иметь сквозные отверстия.

5.3.2 ОМ не должно создавать нагрузки, превышающие предельные нагрузки для оборудования СПД.

5.3.3 Защиту от коррозии ОМ осуществляют за счет выбора материалов и применения ЛКП, для рамных конструкций применяют ЭХЗ.

5.3.4 Необходимо, чтобы конструкция ОМ устьевого оборудования предусматривала защиту уплотнительных узлов элементов СПКГ от механических повреждений при СПО.

5.3.5 Конструкция ОМ должна, в том числе, учитывать нагрузки, возникающие в воде с учетом инерции и присоединенной массы жидкости для скорости перемещения 0,5 м/с.

5.3.6 Конструкция ОМ СПКГ должна учитывать нагрузки, возникающие от внутреннего давления обсадных колонн в процессе тампонирувания.

5.3.7 Необходимо, чтобы конструкция ОМ ПФА и ПНКТ учитывала нагрузки, возникающие в процессе закачивания скважины.

5.3.8 ОМ, имеющее гидравлические приводы, должно иметь точки подключения гидравлических соединителей для обеспечения подачи гидравлической жидкости от гидравлической силовой установки ТНПА либо судна.

5.3.9 Гидравлические приводы ОМ заполняют биоразлагаемой гидравлической жидкостью.

5.3.10 ОМ предназначено для выполнения монтажных работ без привлечения водолазов.

5.3.11 Замковую резьбу ОМ (при наличии) выполняют по ГОСТ 28487.

5.4 Покрытия

5.4.1 Материалы ЛКП выбирают в соответствии с требованиями, приведенными в таблице 1.

Таблица 1 — Технические требования к ЛКП

Наименование показателя	Значение показателя
Внешний вид покрытия	Равномерная сплошная пленка без пропусков и видимых дефектов
Диэлектрическая сплошность покрытия (отсутствие пробоя), кВ/мм, не менее	5,0
Адгезионная прочность методом нормального отрыва, МПа, не менее	5,0
Толщина покрытия, мкм	В соответствии с технической документацией, но не менее 350
Количество слоев ЛКП, шт., не менее	2
Прочность покрытия при ударе с высоты по ГОСТ Р 53007, см, не менее	50,0

Окончание таблицы 1

Наименование показателя	Значение показателя
Величина распространения коррозии от надреза (шириной 2 мм) при погружении в морскую воду в течение 4200 ч, мм, не более	3
Снижение адгезионной прочности методом нормального отрыва при погружении в морскую воду в течение 4200 ч, %, не более	50
Площадь отслаивания покрытия при катодной поляризации в течение 4200 ч, мм ² , не более	3

5.4.2 Не допускается содержание металлического цинка в материалах покрытий для ОМ из коррозионно-стойких сталей и сплавов.

5.4.3 Цвет окраски и маркировки выполняют по ГОСТ Р 59305—2021 (приложение В):

- защитные и рамные конструкции, а также прочие несущие элементы — желтый цвет, RAL 1004;
- проушины — красный, RAL 3000;
- интерфейсы и поручни ТНПА — оранжевый, RAL 2004;
- текст и символы, нанесенные на компоненты, — черный, RAL 9017.

5.4.4 Крепежные изделия, применяемые в ОМ для надводной эксплуатации, подвергают горячему цинкованию по ГОСТ 9.307 или термодиффузионному цинкованию по ГОСТ Р 9.316. Толщина защитного покрытия должна составлять как минимум 50 мкм. Если допуски на размеры крепежных изделий не позволяют применять покрытия толщиной 50 мкм и более, то допускается подвергать крепежные изделия электролитическому цинкованию в соответствии с ГОСТ 9.301 или использовать без покрытий, если на конструкцию после сборки будет нанесено защитное покрытие.

5.4.5 Крепежные изделия, применяемые в элементах ОМ для подводной эксплуатации, подвергают химическому фосфатированию («хим. фос. окс.») по ГОСТ 9.306 или электролитическому цинкованию по ГОСТ 9.301 и защищают полимерными покрытиями на основе ПТФЭ.

5.4.6 После электролитического цинкования крепежные изделия следует подвергнуть дополнительной термообработке для снижения склонности стали к водородному охрупчиванию.

5.4.7 Крепежные изделия ОМ не допускается покрывать кадмиевым покрытием.

5.5 Материалы

5.5.1 Материалы для изготовления ОМ должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 59305—2021 (раздел 6) и ГОСТ Р 51365, см. также [2], с учетом заданных условий эксплуатации, включая:

- номинальное давление;
- максимальную и минимальную температуру рабочей среды;
- свойства рабочей среды (коррозионная активность, взрывоопасность, наличие примесей, приводящих к эрозионному износу, параметры потока рабочей среды);
- химический состав рабочей среды [концентрация метанола, концентрация CO₂, кислотность среды (pH), наличие хлоридов т. п.];
- параметры окружающей среды и внешних воздействий;
- другие факторы, влияющие на коррозию (электрохимическое воздействие при контакте различных материалов, обрастание микроорганизмами).

5.5.2 Материалы ОМ, контактирующие с пластовым флюидом, должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 53678—2009 (пункт А.2) для углеродистых и низколегированных сталей, см. также [3] для коррозионно-стойких сталей и сплавов.

5.5.3 Углеродистые и низколегированные стали, применяемые для изготовления ОМ, контактирующих с пластовым флюидом, должны иметь максимальную твердость не более 22 HRC в соответствии с ГОСТ Р 53678—2009 (приложение А).

5.5.4 Твердость металлических материалов ОМ, находящихся под ЭХЗ — не более 35 HRC, 330 HBW, 350 HV10.

5.5.5 Сварные рамные конструкции ОМ изготавливают из конструкционной стали с номинальным пределом текучести не более 560 МПа. Допускается использование защитных элементов ОМ из стеклопластика и углепластика при условии обеспечения композиционным материалом функциональных требований к ОМ.

5.5.6 Все сварные элементы из нержавеющей аустенитных сталей должны содержать массовую долю углерода не более 0,03 %.

5.5.7 Корпусные элементы ОМ, находящиеся под давлением, должны быть коваными. Коэффициент укова — не менее 4.

5.5.8 Необходимо, чтобы химический состав поковок для ОМ, изготовленных из углеродистых и низколегированных сталей, соответствовал показателям, приведенным в таблице 2.

Таблица 2 — Ограничения по химическому составу поковок

Элемент	Массовая доля, не более, %	Элемент	Массовая доля, не более, %
Углерод	0,45	Никель	0,99*
Марганец	1,8	Сера	0,010
Кремний	1	Фосфор	0,015
Хром	2,75	Водород	0,0002**
Молибден	1,5	Кислород	0,0025**
Ванадий	0,3		
* Для изделий, контактирующих с пластovým флюидом.			
** В жидком металле непосредственно перед разливкой.			

5.5.9 Для углеродистых и низколегированных сталей отношение фактических значений предела текучести к пределу прочности — не более 0,9.

5.5.10 Фактическое значение предела текучести для элементов, находящихся под воздействием ЭХЗ, — не более 950 МПа.

5.5.11 Нержавеющие сплавы, применяемые в элементах ОМ, контактирующих с пластovým флюидом, должны иметь твердость не более 35 HRC.

5.5.12 Твердость материала металлических уплотнений ОМ должна быть ниже твердости материалов поверхностей, соприкасающихся с металлическим уплотнением.

5.5.13 Сварные трубопроводы ОМ из углеродистых и низколегированных сталей изготавливают с содержанием серы не более 0,003 %.

5.5.14 Использование титановых сплавов в элементах ОМ, находящихся под действием ЭХЗ, не допускается.

5.5.15 Использование титановых сплавов в элементах ОМ с рабочей средой — метанолом с содержанием воды менее 5 %, не допускается.

5.5.16 Неметаллические материалы элементов ОМ должны быть стойкими к воздействию сред, с которыми происходит контакт, в течение всего срока эксплуатации с учетом диапазона рабочих температур.

5.5.17 Неметаллические материалы для уплотнений ОМ, контактирующих с пластovým флюидом, должны быть стойкими к быстрой декомпрессии и старению в углеводородной среде.

5.5.18 Основные положения о выборе материалов крепежных изделий ОМ приведены в [2].

5.5.19 Класс прочности для крепежных изделий ОМ из углеродистых низколегированных сталей не должен превышать значения для класса «8.8» согласно требованиям ГОСТ ISO 898-1 и значения, соответствующие классу «8», для гаек по ГОСТ ISO 898-2 при максимальной допустимой твердости по Бринеллю 300 HBW или Роквеллу 32 HRC.

5.5.20 Класс прочности крепежных изделий ОМ из высоколегированной коррозионно-стойкой стали не должен превышать «10.9» по ГОСТ ISO 898-1 и «10» — для гаек по ГОСТ ISO 898-2 при максимальной допустимой твердости по Бринеллю 321 HBW или Роквеллу 34 HRC.

5.5.21 Болты диаметром менее 10 мм, работающие в условиях морской среды при температуре ниже 60 °С, изготавливают из нержавеющей стали в соответствии с ГОСТ ISO 3506-1, тип «А4». Требования для гаек приведены в ГОСТ ISO 3506-2.

5.5.22 Твердость материала гайки должна быть ниже твердости материала болта.

5.6 Изготовление

5.6.1 Перед началом производства изготовитель обязан разработать и предоставить для согласования заказчику схему сварки конструкции, содержащую эскизы, последовательность сварки, номера WPS и процедур неразрушающего контроля для каждого сварного соединения.

5.6.2 Для руководства и надзора за сварочным производством назначают ответственного координатора по сварке.

5.6.3 Все технологии сварки, применяемые на производстве, должны быть аттестованы по ГОСТ Р ИСО 15614-1.

5.6.3.1 До начала сварочных работ необходимо выполнить квалификационные испытания технологий сварки с целью подтверждения того, что технологии сварки, сварочные материалы, сварочное оборудование обеспечивают качественные и количественные характеристики (свойства) сварных соединений, соответствующие установленным требованиям.

5.6.3.2 Квалификационные испытания проводят с участием разработчика настоящего стандарта.

5.6.4 Сварку выполняют строго в соответствии с разработанными картами технологического процесса WPS.

5.6.5 К выполнению сварочных работ допускаются сварщики, аттестованные в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 9606-1.

5.6.6 Задачи и ответственность координатора по сварке устанавливают по ГОСТ Р ИСО 14731.

5.6.7 К проведению неразрушающего контроля допускается персонал с уровнем квалификации не ниже «II», аттестованный по ГОСТ Р ИСО 9712.

5.6.8 Допускается проведение местной термообработки для сварного шва и прилегающего металла. Требования к режимам термообработки после сварки необходимо указать в соответствующих процедурах термообработки.

5.6.9 Для приварки обухов ОМ необходимо обеспечить сварные швы с полным проплавлением. Использование угловых сварных швов без разделки кромок не допускается.

5.6.10 Допускается термическая правка элементов рамных конструкций ОМ.

5.6.11 Толщина наплавленного слоя коррозионно-стойкого материала после механической обработки должна быть не менее 3,0 мм (см. [2]).

5.6.12 Содержание железа на поверхности наплавленного коррозионно-стойкого материала после механической обработки — не более 10 % (по массе).

5.6.13 Твердость поверхности наплавленного коррозионно-стойкого материала не должна превышать 35 HRC (см. [3]).

5.6.14 Термическая правка элементов за исключением рамных конструкций ОМ не допускается.

5.6.15 При нанесении ЛКП необходимо соблюдать технические требования по подготовке поверхности к нанесению покрытия, приведенные в таблице 3.

Т а б л и ц а 3 — Требования к подготовке поверхности для ЛКП

Материал подложки	Подготовка поверхности
Углеродистые и низколегированные стали	Степень абразивной струйной очистки в соответствии с ГОСТ Р ИСО 8501-1 не ниже Sa 2 ^{1/2}
	Шероховатость поверхности: от 50 до 85 мкм
Коррозионно-стойкие стали и сплавы	Степень абразивной струйной очистки в соответствии с ГОСТ Р ИСО 8501-1 не ниже Sa 2 ^{1/2}
	Абразив при абразивной струйной очистке должен быть неметаллическим и не должен содержать хлоридов
	Шероховатость поверхности — от 25 до 45 мкм

5.6.16 Гибку труб ОМ выполняют в соответствии с аттестованной технологией.

5.6.17 Холодная гибка труб ОМ допускается только для бесшовных труб с внешним диаметром не более 60 мм.

6 Оборудование для спуско-подъемных операций

6.1 Общие сведения

6.1.1 Оборудование для СПО должно соответствовать требованиям настоящего стандарта, ГОСТ Р ИСО 13628-4, ГОСТ Р 70842 и ГОСТ Р 71122.

6.1.2 Оборудование для СПО должно обеспечивать безопасный и надежный спуск или подъем оборудования для СПД в условиях открытого моря при монтаже на месторождении, при перегрузке «судно — судно», а также при перегрузке «порт — судно».

6.1.3 Расчетная температура оборудования для СПО, эксплуатируемого на судне технического флота или плавучем техническом средстве, должна соответствовать расчетной температуре судна/плавучего технического средства.

Примечание — В случае отсутствия дополнительных требований к расчетной температуре оборудования для СПО, минимальное значение расчетной температуры должно быть не выше минус 30 °С.

6.1.4 При проектировании оборудования для СПО выполняют и документируют анализ видов, последствий и критичности отказов по ГОСТ 27.310.

6.1.5 Оборудование для СПО предназначено для работы с различными типами судов технологического флота, морских платформ и установок в условиях открытого моря.

6.1.6 Оборудование для СПО должно обеспечивать свободный доступ к грузу с помощью ТНПА в процессе эксплуатации.

6.1.7 Оборудование для СПО должно обеспечивать высокую скорость производства ПТР.

6.2 Основные показатели и характеристики

6.2.1 Основными показателями и характеристиками оборудования для СПО являются:

- БРН, т;
- минимальная разрушающая нагрузка, т;
- климатические условия эксплуатации;
- тип используемого судна или морской платформы;
- дата производства или дата последнего освидетельствования.

6.2.2 Основные показатели и характеристики оборудования для СПО дополнительно определяет изготовитель с учетом функциональных особенностей оборудования СПО, а также условий его эксплуатации.

6.3 Конструкция

6.3.1 Конструкция оборудования для СПО должна выдерживать воздействие следующих нагрузок:

- основные нагрузки;
- вертикальные нагрузки, обусловленные перемещениями при эксплуатации;
- горизонтальные нагрузки, обусловленные перемещениями при эксплуатации;
- нагрузки, обусловленные перемещениями судна;
- климатические нагрузки;
- прочие нагрузки.

6.3.2 Основными нагрузками на конструкции оборудования для СПО являются нагрузки от собственного веса, нагрузки от веса поднимаемого груза в статическом состоянии и нагрузки от преднапряжения.

6.3.3 Конструкция оборудования для СПО должна выдерживать горизонтальные и вертикальные составляющие нагрузок, обусловленные наличием крена и дифферента судна, а также угловыми отклонениями, вызванными волновым воздействием.

6.3.4 Конструкция оборудования для СПО должна выдерживать воздействие вертикальных нагрузок, обусловленных инерцией и рывками груза в процессе СПО, включая нагрузки, возникающие в начале подъема при отрыве груза при перегрузке «судно — судно».

6.3.5 Конструкция оборудования для СПО должна выдерживать воздействие горизонтальных нагрузок, включая силу инерции, центробежную силу, поперечные нагрузки на направляющие, нагрузки от амортизации.

6.3.6 Конструкция оборудования для СПО должна выдерживать воздействие нагрузок, обусловленных перемещениями судна.

6.3.7 Пластическая деформация, потеря устойчивости и усталостное разрушение конструкции оборудования для СПО не допускаются.

6.3.8 Проушины оборудования для СПО должны располагаться в одной плоскости с приложенной нагрузкой для предотвращения скручивания и изгиба.

6.3.9 Если оборудование для СПО используется для выполнения ПТР, предусматривают интерфейсы для ТНПА (захваты, ручки, поручни) по ГОСТ Р 70842.

6.3.10 Конструкцию стального каната (тип укладки проволоки) подбирают с учетом рекомендаций изготовителя по каталогу готовых изделий.

6.3.11 Все глухие и закрытые несущие элементы конструкции оборудования СПО, выполненные из профильных и круглых труб, а также металлического листа, должны иметь сквозные отверстия.

6.3.12 Интерфейсы для подключения ТНПА и его инструментов — в соответствии с ГОСТ Р 70842.

6.3.13 Интерфейсы ТНПА необходимо защитить от механических повреждений при выполнении СПО, позиционировании и стыковке ТНПА.

6.3.14 Отдельные элементы оборудования для СПО (запорная арматура, компоненты управления и т. д.) должны соответствовать ГОСТ Р 71122.

6.4 Надежность и безопасность

6.4.1 Оборудование для СПО является обслуживаемым и восстанавливаемым.

6.4.2 Срок службы СПО устанавливают в договоре на поставку.

6.4.3 Конфигурация СГП в случае наличия более одной точки соединения с грузом должна обеспечивать возможность удержания груза в случае выхода из строя одной точки соединения.

6.4.4 Концевые фитинги стальных канатов и их компоненты должны выдерживать нагрузку не менее минимальной нагрузки разрушения стального каната, на котором планируется их применение.

6.4.5 Показатели надежности и безопасности оборудования для СПО должны учитывать следующие факторы риска:

- погрузку «судно — судно», «причал — судно»;
- опасное движение груза;
- опасное движение крана;
- недостаточную видимость;
- слабинку троса крана;
- неисправность интерфейса ТНПА;
- ошибки в управлении ТНПА;
- снижение несущей способности вследствие износа;
- самопроизвольную активацию функции системы безопасности крана;
- удар оборудования о воду;
- прохождение уреза воды;
- стыковку (расстыковку) с оборудованием СПД;
- начало подъема из-под воды.

6.5 Требования к покрытиям

6.5.1 Материалы ЛКП выбирают в соответствии с параметрами, представленными в таблице 1.

6.5.2 Для материала покрытий элементов СПО применяют требования 5.4.4—5.4.7.

6.5.3 Применяют следующие цвета окраски и маркировки компонентов:

- рамы, корзины, спускоподъемные приспособления — желтый, RAL 1004;
- траверсы, спредеры — белый, RAL 9002;
- обухи — красный, RAL 3000;
- интерфейсы и поручни ТНПА — оранжевый, RAL 2004;
- текст и символы, нанесенные на компоненты — черный, RAL 9017.

6.5.4 Стальные канаты, применяемые в элементах оборудования СПО, покрывают смазкой для обеспечения временной защиты от коррозии и снижения трения. Смазка не должна оказывать вредоносного воздействия на материал каната.

6.6 Материалы

6.6.1 Материалы для изготовления элементов СПО должны соответствовать ГОСТ Р 59305 и ГОСТ Р 71122, см. также [2] с учетом условий эксплуатации.

6.6.2 Рекомендуется выбирать материалы, которые имеют подтвержденный опыт применения в оборудовании СПД.

6.6.3 Необходимо организовать систему прослеживаемости материалов, обеспечивающую контроль корректности используемых материалов и сырья.

6.6.4 Материалы и сырье должны иметь маркировку для идентификации, включая следующую информацию: наименование производителя, класс прочности материала, номер плавки, печать представителя покупателя материала.

6.6.5 Стали, применяемые для изготовления конструктивных элементов оборудования для СПО, должны быть полностью раскисленными.

6.6.6 Не допускается применение стропов из полимерных материалов в составе оборудования для СПО, если в процессе работ планируется или возможен контакт с манипулятором ТНПА.

6.6.7 Выбор и допуск сварочных материалов для сварки осуществляют:

- в зависимости от марки стали и класса прочности материала свариваемого оборудования для СПО;
- требований к механическим свойствам сварных соединений, выполненных с их использованием;
- наличия специальных требований к сварным соединениям;
- способа механизации сварочного процесса.

6.7 Изготовление

6.7.1 Изготовитель обязан идентифицировать и отразить в документах СМК все специальные процессы. В документах СМК изготовителя должен быть представлен порядок внедрения, утверждения или аттестации каждого специального процесса.

6.7.2 Изготовитель обязан подтвердить обеспечение качества технологических процессов системой производственного контроля.

6.7.3 Контроль качества изготовления и приемку материалов, деталей и сборочных единиц проводит представитель ОТК изготовителя на специально подготовленных площадках, обеспечивающих доступ для проведения визуально-измерительного контроля 100 % поверхности компонентов оборудования СПО.

6.7.4 Все технологии сварки, применяемые на производстве, должны быть аттестованы по ГОСТ Р ИСО 15614-1.

6.7.4.1 До начала сварочных работ выполняют квалификационные испытания технологий сварки с целью подтверждения того, что технологии сварки, сварочные материалы, сварочное оборудование обеспечивают качественные и количественные характеристики (свойства) сварных соединений, соответствующие установленным требованиям.

6.7.4.2 Квалификационные испытания проводят с участием разработчика настоящего стандарта.

6.7.5 Сварку необходимо выполнять строго в соответствии с разработанными картами технологического процесса.

6.7.6 К выполнению сварочных работ допускаются сварщики, аттестованные по ГОСТ Р ИСО 9606-1, и операторы, аттестованные по ГОСТ Р ИСО 14732.

6.7.7 Для руководства и надзора за сварочным производством назначают ответственного координатора по сварке.

6.7.8 Задачи и ответственность координатора по сварке устанавливают в соответствии с ГОСТ Р ИСО 14731.

6.7.9 К проведению неразрушающего контроля допускается персонал с уровнем квалификации не ниже II, аттестованный по ГОСТ Р ИСО 9712.

6.7.10 Перед началом производства изготовитель обязан разработать и предоставить для согласования заказчику схему сварки конструкции, содержащую эскизы, последовательность сварки, номера WPS и процедур неразрушающего контроля для каждого сварного соединения.

6.7.11 Допускается проведение местной термообработки для сварного шва и прилегающего металла. Требования к режимам термообработки после сварки указывают в соответствующих процедурах термообработки.

6.7.12 Для приварки обухов СПО необходимо обеспечить сварные швы с полным проплавлением. Использование угловых сварных швов без разделки кромок не допускается.

6.7.13 Допускается термическая правка элементов рамных конструкций оборудования для СПО.

6.7.14 При нанесении ЛКП необходимо соблюдать технические требования по подготовке поверхности к нанесению покрытия, приведенные в таблице 3.

6.8 Комплектность

6.8.1 Комплект поставки должен состоять из изделия и передаваемой документации. Состав комплекта поставки устанавливают в договоре на поставку.

6.8.2 Конструкторскую и эксплуатационную документацию проверяют и верифицируют.

6.8.3 Документацию (ПС и РЭ) разрабатывают в соответствии с ГОСТ Р 2.601 и ГОСТ Р 2.610.

6.8.4 Комплект документации для стальных канатов должен содержать документацию, подтверждающую результаты его испытания (сертификат испытаний).

6.8.5 Фитинги стальных канатов, поставляемые как отдельное изделие или в комплекте спуско-подъемного оборудования, должны иметь документ о качестве от изготовителя.

6.8.6 Каждый компонент СГП оборудования СПО должен иметь действующий сертификат грузоподъемности с указанием БРН, нормативной документации, срока действия сертификата и отметки организации, выдавшей сертификат.

6.8.7 Комплект документации для концевых фитингов стальных канатов, поставляемых в виде отдельных изделий, должен содержать следующую информацию:

- наименование производителя, тип изделия, серийный номер, маркировку;
- метод производства (ковка, отливка, механическая обработка);
- применяемую нормативную документацию;
- размеры каната;
- значение испытательной нагрузки на разрушение (для головного образца изделия);
- отметку о соответствии проекта, материала и способа производства поставляемого изделия головному образцу, прошедшему испытания;
- указание о способе установки сокета и отметку о том, что этот способ прошел испытания на головном образце;
- прочие ограничения, определенные проектом изделия.

6.8.8 ФО оборудования для СПО, входящий в комплект поставки, должен содержать следующую информацию:

- товарный знак изготовителя;
- наименование, местонахождение и контактные данные изготовителя;
- наименование и обозначение изделия;
- условное обозначение;
- назначение;
- грузоподъемность;
- дату изготовления;
- заводской (серийный) номер;
- сертификат соответствия;
- максимальную глубину спуска;
- сведения о консервации;
- вес в воздухе и морской воде;
- габаритные размеры изделия;
- срок эксплуатации под водой, лет;
- коррозионное исполнение;
- показатели надежности (срок службы);
- гарантии изготовителя (поставщика).

6.8.9 РЭ оборудования для СПО должно содержать следующую информацию:

- описание и сведения о работе;
- об использовании по назначению, включая перечень возможных неисправностей и мероприятия при аварийных ситуациях;
- о ТО;
- о ремонте;
- о хранении;
- о транспортировании;
- об утилизации.

6.8.10 Документ о качестве должен соответствовать требованиям ГОСТ 23118—2019 (приложение В).

6.8.11 Документацию (ФО и РЭ) разрабатывают по ГОСТ Р 2.610 и в соответствии с условиями заключенного договора. В ФО и РЭ могут быть приведены дополнительные сведения, обеспечивающие безопасность эксплуатации оборудования для СПО.

7 Расчет конструкции спуско-подъемной операции

7.1 Нагрузки и воздействия

7.1.1 При расчете конструкции необходимо учитывать следующие нагрузки:

- основные нагрузки;
- вертикальные нагрузки, обусловленные перемещениями при эксплуатации;
- горизонтальные нагрузки, обусловленные перемещениями при эксплуатации;
- нагрузки, обусловленные перемещениями судна;
- воздействия волн и течений;
- климатические нагрузки;
- прочие нагрузки.

7.1.2 Основные нагрузки должны включать в себя:

- нагрузки от собственного веса S_G ;
- рабочую нагрузку от веса всего поднимаемого груза в статическом состоянии S_L , включая вес СГП;

- нагрузки от преднапряжения, обусловленные приложенными к компонентам конструкции СПО предварительно созданными натяжениями в болтовых соединениях, канатах.

7.1.3 При определении основных нагрузок учитывают углы положения судна вследствие наличия дифферента или угловых отклонений, вызванных волновым воздействием, которые обуславливают наличие горизонтальной составляющей.

7.1.4 Для учета горизонтальной составляющей S_G и S_L при расчете СПО на судах необходимо учитывать минимальные значения углов, ожидаемых в процессе грузоподъемных операций при отсутствии ветра и волнения, приведенные в таблице 4.

Таблица 4 — Минимальные значения крена и дифферента судна

Тип судна	Крен, °	Дифферент, °
Суда	5	2
Баржи длиной менее четырех ширин и катамараны	3	2
Полупогружные плавучие средства	3	3
Погружные и самоподъемные плавучие средства	1	1

7.1.5 При расчете конструкции вертикальные нагрузки, обусловленные перемещениями при эксплуатации оборудования СПО, необходимо вычислять путем умножения рабочей нагрузки на динамический коэффициент ψ , который учитывает влияние инерции и рывков. Динамический коэффициент ψ определяют по формуле

$$\psi = 1 + V_R \sqrt{\frac{C}{W \cdot g}}, \quad (1)$$

где C — коэффициент жесткости, соответствующий положению гака [также называют «коэффициентом жесткости пружины» и определяют как силу на единицу деформации (кН/м)];

g — ускорение свободного падения 9,81, м/с²;

W — рабочая нагрузка, кН;

V_R — относительная скорость между грузом и гаком, м/с.

Для определения значения C используют значения модуля упругости стальных канатов, указанные производителями для новых (неиспользованных) стальных канатов. Жесткость крана рассчитывают с учетом всех его элементов, от гака до опорного основания.

7.1.6 Динамический коэффициент необходимо увеличить на 20 % для самозакрывающихся захватов (закрываются с помощью натяжения подъемного троса) и на 30 % для захватов с приводным механизмом.

7.1.7 При расчете конструкции необходимо учитывать горизонтальные нагрузки, обусловленные перемещениями при эксплуатации оборудования СПО S_H , которые возникают одновременно с горизонтальными составляющими от основных нагрузок и включают следующие нагрузки:

- силу инерции, обусловленную ускорением или замедлением при горизонтальных перемещениях. Силу инерции определяют с учетом максимально возможного ускорения или замедления с учетом характеристик подъемных механизмов и тормозных систем;
- центробежные силы;
- поперечные нагрузки на направляющие при движении роликов;
- нагрузку при амортизации (учитывается при скорости движения крана или груза больше 0,7 м/с. Нагрузку при амортизации рассчитывают на основе значения ускорения замедления, определяемого характеристиками амортизатора).

7.1.8 Нагрузки, обусловленные перемещениями судна, определяют в соответствии с техническими характеристиками судна. При расчете необходимо учитывать комбинации нагрузок для обеспечения коэффициента безопасности, соответствующего схеме нагружения № 3 (см. 7.2).

7.1.9 При расчете конструкции оборудования для СПО необходимо учитывать климатические нагрузки, возникающие в результате воздействия ветра, снега и льда, а также колебаний температуры.

7.1.10 Нагрузки от ветра, снега и льда учитывают согласно ГОСТ Р ИСО 12494, см. также [5].

7.1.11 Нагрузки от температурных колебаний следует учитывать в случае, когда конструктивные элементы оборудования для СПО имеют ограничения для расширения. В таких случаях максимальные колебания температуры эксплуатации оборудования СПО, работающего вне помещения, принимают равными не менее 65 °С.

7.2 Схемы нагружения

7.2.1 При выполнении математических расчетов конструкции оборудования СПО принимают следующие схемы нагружения (сочетания нагрузок):

- схема нагружения № 1: без ветровой нагрузки;
- схема нагружения № 2: под ветровой нагрузкой;
- схема нагружения № 3: исключительные нагрузки.

7.2.2 Схема нагружения № 1 — это основная схема нагружения, учитывающая нагрузки, которые гарантированно возникают в процессе эксплуатации оборудования СПО, в том числе:

- основные нагрузки S_G и S_L ;
- вертикальные нагрузки, обусловленные перемещениями при эксплуатации;
- горизонтальные нагрузки, обусловленные перемещениями при эксплуатации S_H .

Схему нагружения № 1 определяют по формуле

$$S_G + \psi \cdot S_L + S_H, \quad (2)$$

где S_H — горизонтальная нагрузка, Н;

ψ — динамический коэффициент.

7.2.3 Схема нагружения № 2 учитывает нагрузки схемы нагружения № 1, а также ветровые нагрузки S_W и определяется по формуле

$$S_G + \psi \cdot S_L + S_H + S_W, \quad (3)$$

где S_W — ветровая нагрузка, Н.

Ветровую нагрузку, действующую на перемещаемый груз, учитывают в соответствии с СП 20.13330 и [4].

7.2.4 Схему нагружения № 3 применяют в случае наличия какой-либо исключительной нагрузки, в том числе:

- амортизационных нагрузок S_T ;
- нагрузок от инерции движения судна, на котором установлен кран S_M .

Выделяют следующие комбинации нагрузок:

- схема нагружения 3а, которую определяют по формуле

$$S_G + S_L + S_T, \quad (4)$$

где S_T — амортизационная нагрузка, Н;

- схема нагружения 3б, которую определяют по формуле

$$S_G + S_M, \quad (5)$$

где S_G — нагрузки от собственного веса, Н;

S_M — нагрузки от инерции движения судна, Н.

Горизонтальные составляющие нагрузок S_G и S_L следует определять с учетом максимальных углов крена и дифферента судна, включая крен и дифферент, заданные балластировкой судна.

7.3 Прочностные расчеты

7.3.1 Расчеты на прочность должны подтвердить безопасность и надежность конструкции оборудования СПО и его компонентов при следующих случаях разрушения:

- пластической деформации;
- потере устойчивости;
- усталостном разрушении.

7.3.2 Методика прочностных расчетов должна основываться на ПНСТ 615—2022 и [1].

7.3.3 Расчет конструкции оборудования для СПО выполняют для всех трех схем нагружения согласно 7.1.2. Для каждой схемы нагружения выполняют проверку всех компонентов или поперечных сечений оборудования СПО, при этом выбирают наиболее неблагоприятное расположение и направление действия нагрузок.

8 Методы контроля и испытаний оборудования для монтажа и спуско-подъемной операции

8.1 Разрушающий контроль

8.1.1 Испытания образцов материалов

8.1.1.1 Испытания образцов металла выполняют по ГОСТ Р ИСО 148-1, ГОСТ 1497 и [1]. Обработка материала, из которого взят образец для испытаний, должна соответствовать основному материалу. Необходимо выполнить идентификационную маркировку всех образцов.

8.1.1.2 Требования к температуре испытаний на ударный изгиб образцов, взятых из стальных поковок, приведены в таблице 5.

Т а б л и ц а 5 — Значения температур испытаний на ударный изгиб

Толщина металла, мм	Температура испытаний, °С
Меньше или равно 10	Испытание не требуется
От 10 до 50	$T_p + 20$
От 50 до 100	$T_p + 10$
Св. 100	T_p
Примечание — T_p — расчетная температура.	

8.1.1.3 Испытания ударной вязкости кованных материалов выполняют при температуре, указанной в таблице 6.

Т а б л и ц а 6 — Температура испытаний на ударный изгиб

Расчетная температура, °С	Температура испытаний, °С
Ниже –20	0
От –30 до –20	–20

8.1.1.4 Контроль механических свойств стали проводят с помощью испытания на растяжение по ГОСТ 1497.

8.1.1.5 Контроль твердости проводят по ГОСТ 9012 и ГОСТ 9013.

8.1.2 Испытания стальных канатов

8.1.2.1 Стальные канаты испытывают на растяжение путем растяжения отдельных проволок до их разрушения или же на растяжение до разрыва целиком (при этом испытывать отдельные проволоки не требуется).

8.1.2.2 Испытания каната с концевой заделкой и без концевой заделки должны соответствовать ГОСТ EN 13411-3.

8.1.2.3 Испытанию отдельных проволок стального каната на растяжение подвергают 5 % от общего количества проволок в одном пучке. Разрушающую нагрузку P при испытании стального каната определяют по формуле

$$P = f \cdot t \cdot k, \text{ Н}, \quad (6)$$

где f — средняя нагрузка разрушения одной проволоки, кН;

t — общее количество проволок в канате, шт;

k — коэффициент плетения, указан в таблице 7.

Т а б л и ц а 7 — Значения коэффициента плетения

Конструкция каната	Коэффициент плетения	
	Канат с синтетическим сердечником	Канат с металлическим сердечником
6 × 19	0,860	0,801
6 × 36	0,835	0,775
Некрутящиеся канаты		
17/18 × 7	0,780	0,758
35/36 × 7	0,750	0,743

8.1.2.4 Испытания отдельных проволок стального каната выполняют для каждого типоразмера проволоки в пучке. Количество испытаний каждого типоразмера проволоки должно соответствовать количеству пучков в канате.

8.1.2.5 Объем испытаний отдельных проволок стального каната:

- испытание на растяжение;
- испытание на скручивание;
- проверка веса и целостности гальванического цинкового покрытия.

8.2 Неразрушающий контроль

8.2.1 Лаборатория неразрушающего контроля должна быть аттестована в соответствии с ГОСТ ISO/IEC 17025.

8.2.2 Контроль химического состава материалов для изготовления ОМ и СПО проводят любым из известных методов определения химического состава. Отбор проб следует выполнять по ГОСТ 7565.

8.2.3 Процедуры неразрушающего контроля должны разрабатываться специалистами II или III уровней квалификации по ГОСТ Р ИСО 9712. Правом выдачи заключений по результатам НК обладают специалисты, имеющие II или III уровень квалификации.

8.2.4 Неразрушающий контроль сварных соединений осуществляют не менее, чем через 24 часа после окончания сварки и проведения послесварочной термообработки, если это применимо.

8.2.5 Сварные швы и прилегающие поверхности основного металла шириной не менее 100 мм по обе стороны шва очищают от шлака, брызг металла, окалины и других загрязнений.

8.2.6 Общие требования к проведению неразрушающего контроля сварных соединений приведены в ГОСТ ISO 17635.

8.2.7 Для готовых изделий применяют следующие виды неразрушающего контроля:

- визуально-измерительный контроль по ГОСТ Р ИСО 17637;
- магнитопорошковый контроль по ГОСТ Р 56512;
- ультразвуковой контроль по ГОСТ Р ИСО 17640;
- радиографический контроль по ГОСТ 7512;
- контроль вихревыми токами по ГОСТ Р ИСО 15549.

8.2.8 Объем неразрушающего контроля сварных соединений назначается в зависимости от категории ответственности, которую указывают в КД.

8.2.9 При проведении магнитопорошкового контроля не допускаются протяженные индикаторные следы длиной более 1,5 мм с отношением их максимальной длины к максимальной ширине более трех.

8.2.10 По результатам проведения каждого вида неразрушающего контроля выпускают отдельный протокол, содержащий указание:

- вида неразрушающего контроля;
- ФИО сварщика/оператора, производившего сварку;
- списка оборудования, использованного при неразрушающем контроле;
- результата неразрушающего контроля;
- даты и подписи лица, производившего контроль.

8.2.11 При периодическом техническом освидетельствовании неразрушающий контроль выполняют по результатам контроля целостности конструкции, а также после испытаний под нагрузкой.

8.2.12 Крепежные изделия класса прочности 8.8 и 10.9 с диаметром резьбы до 25 мм, применяемые для монтажа опорно-поворотных устройств кранов, должны проходить визуальный контроль наличия поверхностных дефектов. Критерии приемки — по ГОСТ ISO 6157-1, объем контроля — 100 %.

8.2.13 Крепежные изделия класса прочности 8.8 и 10.9 с диаметром резьбы 25 мм и более, применяемые для монтажа опорно-поворотных устройств кранов, должны проходить визуальный и магнитопорошковый контроль наличия поверхностных дефектов. Критерии приемки — по ГОСТ ISO 6157-1, объем контроля — 100 %.

8.2.14 Крепежные изделия класса прочности 12.9, применяемые для монтажа опорно-поворотных устройств кранов, должны проходить визуальный и магнитопорошковый контроль наличия поверхностных дефектов. Критерии приемки — по ГОСТ ISO 6157-3, объем контроля — 100 %.

8.3 Испытания под нагрузкой

8.3.1 Оборудование СПО и ОМ испытывают под нагрузкой при проведении ПСИ, перед приемкой в эксплуатацию, а также:

- после ремонта компонентов, работающих под нагрузкой;
- каждые пять лет с момента начала эксплуатации.

8.3.2 СГП испытывают под нагрузкой:

- перед первым использованием;
- после модификаций;
- после ремонта нагруженных компонентов.

8.3.3 Для испытаний оборудования СПО используют поверенные грузы, если БРН превышает 15 т.

8.3.4 Для испытаний под нагрузкой применяют механические и гидравлические динамометры.

8.3.5 Точность динамометра должна быть в пределах 2 %, а показываемые значения нагрузки должны быть постоянными в течение 5 мин выдержки нагрузки.

8.3.6 Для испытаний СГП используют измерительное оборудование, имеющее поверку, сделанную не позднее 12 мес до даты испытаний.

8.3.7 Испытательная нагрузка

8.3.7.1 Для оборудования СПО испытательная нагрузка должна превышать БРН с учетом требований, указанных в таблице 8.

Таблица 8 — Испытательная нагрузка оборудования СПО

БРН, т	Испытательная нагрузка, т
До 20	БРН + 25 %
От 20 до 50	БРН + 5т
Св. 50	БРН + 10 %
Примечание — Если динамический коэффициент более 1,33, то вместо БРН при вычислении испытательной нагрузки следует использовать величину, определяемую по формуле: $0,75 \cdot \psi \cdot \text{БРН}$.	

8.3.7.2 Для СГП значение испытательной нагрузки должно превышать БРН с учетом требований, указанных в таблице 9.

Т а б л и ц а 9 — Испытательная нагрузка СГП

Компонент	Испытательная нагрузка*, т
Цепи, гаки, скобы, вертлюги и т. п.	
БРН не более 25 т	$2 \cdot \text{БРН}$
БРН более 25 т	$(1,22 \cdot \text{БРН}) + 20$
Блок полиспаст (более 1 шкив-блока)	
БРН не более 25 т	$2 \cdot \text{БРН}$
БРН от 25 до 160 т	$(0,933 \cdot \text{БРН}) + 27$
БРН более 160 т	$1,1 \cdot \text{БРН}$
Блок с 1 шкивом	$2 \cdot \text{БРН}$
Траверсы**	
БРН не более 10 т	$2 \cdot \text{БРН}$
БРН от 10 до 160 т	$(1,04 \cdot \text{БРН}) + 9,6$
БРН более 160 т	$1,12 \cdot \text{БРН}$
* Если динамический коэффициент более 1,33, то значение БРН для определения испытательной нагрузки определяют по формуле $0,75 \cdot \psi \cdot \text{БРН}$. Если динамический коэффициент равен 1, то испытательная нагрузка должна быть не менее 125 % БРН, согласно ГОСТ 33713. ** Допускается выполнить испытания отдельных компонентов траверсы, если габаритные размеры траверсы превышают по длине 12 м, при условии выполнения неразрушающего контроля в объеме 100 % после сборки траверсы.	

8.3.8 После испытаний оборудование СПО и все его компоненты проверяют на наличие повреждений и деформаций. При необходимости выполняют разборку конструкции и неразрушающий контроль компонентов.

8.3.9 По результатам испытаний и проверок после испытаний составляют сертификаты, подтверждающие результаты испытаний:

- сертификат заводских приемо-сдаточных испытаний;
- сертификат испытаний СПО на борту после монтажа;
- сертификат испытаний СГП;
- сертификат испытаний стального каната.

8.4 Порядок испытаний под нагрузкой

Перед началом испытаний инспектор обязан выполнить следующие проверки:

- допуска несущего основания/опоры оборудования для СПО;
- обеспечения остойчивости, балластировки и судна;
- наличия достаточного запаса устойчивости в случае испытаний с использованием автокрана;
- наличия действующих сертификатов для СГП;
- наличия согласования проекта и информации об инспекционном контроле при производстве нового оборудования для СПО;
- наличия задокументированной программы испытаний.

8.5 Контроль состояния подшипниковых опор механизмов СПО

Подшипниковые опоры поворотных механизмов оборудования СПО необходимо разобрать, а их внутренние компоненты проверить неразрушающим методом (МПД).

8.6 Контроль комплектности

8.6.1 Комплектность оборудования, сопроводительной документации, а также комплектность сертификатов на материалы, протоколов и актов проведения контрольных процедур операционного контроля СПО и ОМ контролируется сличением со спецификацией.

8.6.2 СПО и ОМ считаются прошедшими контроль при полном соответствии комплекта условиям договора поставки.

8.7 Контроль основных параметров

8.7.1 Контроль веса оборудования СПО выполняют по ГОСТ Р 58036—2017 (раздел 9) для класса контроля нагрузки «А».

8.7.2 Контроль целостности объекта испытаний проводят по ГОСТ Р ЕН 13018. Положительным критерием прохождения контроля является отсутствие вмятин, задиров, механических повреждений и коррозии на внешних поверхностях объекта испытаний, отсутствие замкнутых контуров в конструкции без отверстий для выхода воздуха, наличие необходимой маркировки на конструкции, отсутствие люфтов в шкив-блоках и рым-болтах, отсутствие износа, разрывов проволок и коррозии в стальных канатах, отсутствие утечек гидравлической системы, корректные регулировки предохранительной арматуры.

8.7.3 Контроль геометрических размеров осуществляют измерением с помощью универсальных или специальных измерительных средств и приборов, обеспечивающих необходимую точность по соответствующей НД.

Критерием прохождения контроля является соответствие фактических размеров объекта испытаний размерам, указанным в КД.

8.7.4 Контроль соответствия оборудования СПО КД осуществляют по сборочным чертежам и чертежам общего вида с возможным дополнительным измерением с помощью универсальных или специальных измерительных средств и приборов.

8.8 Контроль качества покрытий

8.8.1 После нанесения ЛКП проводят контроль качества покрытий. Показатели качества покрытий, подвергающиеся контролю, приведены в таблице 10.

Т а б л и ц а 10 — Показатели качества покрытий

Наименование показателей	Нормативный документ
Внешний вид покрытия	ГОСТ 9.407
Диэлектрическая сплошность покрытия	ГОСТ 34395
Адгезионная прочность методом нормального отрыва	ГОСТ 32299
Толщина покрытия	ГОСТ 31993

8.8.2 Проверку колеровки покрытия ОМ проводят методом визуального сравнения цвета ЛКП с эталоном (контрольным или специально подготовленным).

8.8.3 Инспекцию и контроль качества подготовки поверхности и нанесения покрытия осуществляют специалисты соответствующей квалификации, имеющие допуск на проведение данного вида работ.

8.9 Гидравлические испытания ОМ

8.9.1 Гидравлические испытания на прочность ОМ необходимо выполнять полуторакратным максимальным рабочим давлением. Критерий успешного прохождения испытаний — отсутствие протечек и видимых деформаций. Продолжительность испытаний — не менее 15 мин.

8.9.2 Гидравлические испытания на герметичность следует проводить для ОМ, обеспечивающего герметизацию колонных головок или подвесок обсадных колонн.

8.9.3 Гидравлические испытания на герметичность уплотнений ОМ проводят совместно с ответными частями (элементами СПКГ) или их макетами.

8.9.4 Гидравлические испытания на герметичность выполняют максимальным рабочим давлением. Испытания проводят в два этапа со снижением давления между этапами до атмосферного. Длительность выдержки должна быть не менее 3 мин на первом этапе и не менее 15 мин на втором этапе (контрольном).

8.9.5 Гидравлические линии ОМ испытывают на прочность и герметичность.

8.9.6 Испытательной жидкостью для гидравлических испытаний может являться питьевая вода с ингибитором коррозии (при необходимости). При испытаниях ОМ, содержащего запорную арматуру или гидравлические линии, из которых невозможно удалить остатки гидравлической жидкости после ис-

питаний, следует использовать смесь питьевой воды с моноэтиленгликолем (доля моноэтиленгликоля не менее 60 %).

8.10 Испытания на прочность

8.10.1 Испытания на прочность проводят с целью подтверждения способности ОМ выдержать максимально возможные воздействующие на него нагрузки.

8.10.2 Элементы ОМ должны быть испытаны на прочность не менее чем полуторакратной максимальной рабочей нагрузкой.

8.10.3 Испытания на прочность грузоподъемных проушин ОМ выполняют по ГОСТ Р ИСО 13628-4—2016 (приложение К).

8.10.4 Зацепы ОМ, предназначенные для захвата и последующего извлечения защитных втулок или затрубных уплотнений, которые удерживаются в штатном положении разрушаемыми элементами (срезными винтами, штифтами, кольцами) должны быть испытаны на прочность не менее чем двукратным максимальным рабочим усилием, равным расчетному усилию разрушения фиксирующих элементов.

8.10.5 Несущую способность ОМ, указанную изготовителем в ПС или ТУ, подтверждают испытаниями и расчетом на прочность. Объем и методика необходимых испытаний для подтверждения несущей способности установлены в ПМИ.

8.10.6 ОМ считается прошедшим испытание при отсутствии остаточной деформации, трещин или иных дефектов.

8.11 Функциональные испытания

8.11.1 Функциональные испытания выполняются на площадке производителя по утвержденной программе испытаний изготовителя.

8.11.2 Функциональные испытания ОМ проводят при выполнении операций согласно ЭД и/или требованиям ТУ и ПМИ, где должны быть отражены испытания, подтверждающие функционирование всех механизмов.

8.11.3 Состав функциональных испытаний зависит от конструктивных особенностей ОМ и включает в себя:

- контроль сопряжения ОМ с ответными частями оборудования СПД (СПКГ или ПФА) или их макетами (полностью соответствующими требованиям КД в части сопряжения);
- контроль возможности захвата и удержания, а также извлечения инструментом защитных втулок или затрубных уплотнений;
- контроль возможности установки и активации затрубных уплотнений;
- контроль возможности фиксации инструмента на внутреннем профиле элементов СПКГ;
- контроль возможности захвата и удержания, а также извлечения для СПО соответствующего оборудования (или макета);
- контроль функционирования инструмента измерения высоты установки подвески обсадных колонн на макете колонной головки колонны кондуктора;
- контроль работы цилиндров мягкой посадки инструмента для спуска-подъема оборудования;
- контроль возможности захвата, удержания, активации уплотнений, а также извлечения ПНКТ инструментом для спуска и подъема ПНКТ;
- контроль возможности захвата, удержания, активации, а также извлечения коронных пробок инструментом для спуска, установки и извлечения коронных пробок;
- моделирование возможности доступа ТНПА (если применимо).

8.11.4 При проведении ПТР функциональные испытания ОМ проводят с целью подтверждения эксплуатационных характеристик. Контроль функциональных характеристик, которые не могли измениться в ходе эксплуатации, не производится. В ходе ПТР необходимо выполнить следующие проверки:

- контроль состояния уплотняющих элементов (эластомерных уплотнений);
- контроль состояния трущихся поверхностей;
- контроль наличия смазки и при необходимости ее замена;
- контроль состояния замковых резьб;
- контроль лакокрасочного покрытия.

8.11.5 В ходе ПТР выполняют контроль хода всех деталей, движущихся при работе:

- контроль хода сегментов, фиксирующих инструмент на внутреннем профиле элементов СПКГ и ПФА;
- контроль хода элементов, активирующих захваты инструмента (например, для установки/извлечения защитных втулок и затрубных уплотнений);
- контроль хода деталей многофункционального инструмента при выполнении им серии последовательных действий (например, при последовательной промывке, установке и опрессовке затрубных уплотнений).

Библиография

- [1] Правила по грузоподъемным устройствам морских судов. ФАУ «Российский морской регистр судоходства», СПб. — 2023
- [2] ИСО 21457:2010 Нефтяная, нефтехимическая и газовая промышленности. Выбор материалов и коррозионный контроль для нефтяных и газовых производственных систем (Petroleum, petrochemical and natural gas industries — Materials selection and corrosion control for oil and gas production systems)
- [3] ИСО 15156-3:2020 Промышленность нефтяная и газовая. Материалы для применения в средах, содержащих сероводород, при нефте- и газодобыче. Часть 3. Трещиностойкие (коррозионно-стойкие) и другие сплавы [Petroleum and natural gas industries — Materials for use in H₂S-containing environments in oil and gas production — Part 3: Cracking-resistant CRAs (corrosion-resistant alloys) and other alloys]
- [4] Правила разработки и проведения морских операций. ФАУ «Российский морской регистр судоходства», СПб. — 2022
- [5] Р Газпром 2-3.7-1221—2020 Освоение морских нефтегазовых ресурсов. Морские стационарные платформы. Нагрузки от обледенения

УДК 622.276.04:006.354

ОКС 75.020

Ключевые слова: нефтяная и газовая промышленность, системы подводной добычи, оборудование для монтажа, спуско-подъемные операции

Редактор *М.В. Митрофанова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *О.В. Лазарева*
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Сдано в набор 25.07.2024. Подписано в печать 01.08.2024. Формат 60×84%. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,26. Уч.-изд. л. 2,77.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении в ФГБУ «Институт стандартизации»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
www.gostinfo.ru info@gostinfo.ru