



ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ
СТАНДАРТ
РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ПНСТ
729—
2025

Нефтяная и газовая промышленность
СИСТЕМЫ ПОДВОДНОЙ ДОБЫЧИ
Изготовление и испытания морских сооружений

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2025

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 февраля 2025 г. № 2-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», 2025

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 применения1

2 Нормативные ссылки1

3 Термины, определения и сокращения3

4 Изготовление морских сооружений3

5 Испытания морских сооружений10

Библиография13

Введение

Создание и развитие отечественных технологий и техники для освоения морских нефтегазовых месторождений должно быть обеспечено современными стандартами, устанавливающими требования к проектированию, строительству и эксплуатации систем подводной добычи. Для решения данной задачи Министерство промышленности и торговли Российской Федерации и Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии реализуют Программу 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 минимальных требований к изготовлению и испытаниям стальных морских сооружений для систем подводной добычи углеводородов.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Нефтяная и газовая промышленность

СИСТЕМЫ ПОДВОДНОЙ ДОБЫЧИ

Изготовление и испытания морских сооружений

Petroleum and natural gas industry.
Subsea production systems.
Fabrication and testing of offshore structures

Срок действия — с 2025—05—01
до 2028—05—01

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает общие требования к изготовлению и испытаниям стальных подводных морских сооружений систем подводной добычи углеводородов.

1.2 Перечень морских сооружений, включающих строительные конструкции и технические устройства и предназначенных для выполнения технологических процессов, к которым применим настоящий стандарт:

- кустовые и сборные манифольды;
- подводные технологические и дожимные станции;
- основания райзеров;
- оконечные устройства шлангокабелей;
- оконечные устройства трубопроводов;
- камеры пуска и приема средств очистки и диагностирования;
- линейные тройники;
- подводные фундаментные конструкции для одиночных скважин, кустов скважин и подводного технологического оборудования;
- направляющие плиты;
- защитные конструкции.

1.3 При проектировании, строительстве и эксплуатации систем подводной добычи под техническим наблюдением Российского морского регистра судоходства в дополнение к требованиям настоящего стандарта следует руководствоваться требованиями [1] и [2].

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 164 Штангенрейсмасы. Технические условия
ГОСТ 166 (ИСО 3599—76) Штангенциркули. Технические условия
ГОСТ 427 Линейки измерительные металлические. Технические условия
ГОСТ 3749 Угольники поверочные 90°. Технические условия
ГОСТ 5378 Угломеры с нониусом. Технические условия
ГОСТ 7502 Рулетки измерительные металлические. Технические условия

ГОСТ 7566 Металлопродукция. Правила приемки, маркировка, упаковка, транспортирование и хранение

ГОСТ 8420 Материалы лакокрасочные. Методы определения условной вязкости

ГОСТ 9980.5 Материалы лакокрасочные. Транспортирование и хранение

ГОСТ 14771 Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 23118 Конструкции стальные строительные. Общие технические условия

ГОСТ 24297 Верификация закупленной продукции. Организация проведения и методы контроля

ГОСТ 32569 Трубопроводы технологические стальные. Требования к устройству и эксплуатации на взрывопожароопасных и химически опасных производствах

ГОСТ 33715 Краны грузоподъемные. Съёмные грузозахватные приспособления и тара. Эксплуатация

ГОСТ 34347 Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия

ГОСТ 34667.7 (ISO 12944-7:2017) Материалы лакокрасочные. Защита стальных конструкций от коррозии при помощи лакокрасочных систем. Часть 7. Производство и контроль окрасочных работ

ГОСТ ISO 15614-11 Технические требования и аттестация процедур сварки металлических материалов. Проверка процедуры сварки. Часть 11. Электронно-лучевая и лазерная сварка

ГОСТ Р 50.05.01 Система оценки соответствия в области использования атомной энергии. Оценка соответствия в форме контроля. Унифицированные методики. Контроль герметичности газовыми и жидкостными методами

ГОСТ Р 54483 (ISO 19900:2013) Нефтяная и газовая промышленность. Сооружения нефтегазовых промысловых морские. Общие требования

ГОСТ Р 57123 (ISO 19901-2:2004) Нефтяная и газовая промышленность. Сооружения нефтегазовых промысловых морские. Проектирование с учетом сейсмических условий

ГОСТ Р 57148 (ISO 19901-1:2015) Нефтяная и газовая промышленность. Сооружения нефтегазовых промысловых морские. Проектирование и эксплуатация с учетом гидрометеорологических условий

ГОСТ Р 58216 Нефтяная и газовая промышленность. Арктические операции. Защита от коррозии морских сооружений

ГОСТ Р 58284 Нефтяная и газовая промышленность. Морские промысловые объекты и трубопроводы. Общие требования к защите от коррозии

ГОСТ Р 58772 (ISO 19901-6:2009) Нефтяная и газовая промышленность. Сооружения нефтегазовых промысловых морские. Морские операции

ГОСТ Р 58905/ISO/TR 25901-3:2016 Сварка и родственные процессы. Словарь. Часть 3. Сварочные процессы

ГОСТ Р 59304 Нефтяная и газовая промышленность. Системы подводной добычи. Термины и определения

ГОСТ Р 59305 (ISO 13628-1:2005) Нефтяная и газовая промышленность. Проектирование и эксплуатация систем подводной добычи. Часть 1. Общие требования и рекомендации

ГОСТ Р 59995 (ISO 19901-4:2016) Нефтяная и газовая промышленность. Сооружения нефтегазовых промысловых морские. Геотехнические и расчетные аспекты проектирования фундаментов

ГОСТ Р 70132 Строительные работы и типовые технологические процессы. Сборка болтовых соединений строительных металлических конструкций. Правила и контроль выполнения работ

ГОСТ Р 70461 Строительные работы и типовые технологические процессы. Конструкции стальные из труб и замкнутых профилей. Правила и контроль выполнения монтажных работ

ГОСТ Р 70465 Типовые технологические и организационные процессы. Сварка стальных строительных конструкций. Требования к организации и выполнению работ в условиях строительной площадки. Контроль качества

ГОСТ Р 70831 Нефтяная и газовая промышленность. Сооружения нефтегазовых промысловых морские стационарные. Правила проектирования и строительства

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

ГОСТ Р ISO 15607 Технические требования и аттестация процедур сварки металлических материалов. Общие правила

ГОСТ Р ISO 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 15614-2 Технические требования и аттестация процедур сварки металлических материалов. Проверка процедуры сварки. Часть 2. Дуговая сварка алюминия и алюминиевых сплавов

ГОСТ Р ИСО 15614-5 Технические требования и аттестация процедур сварки металлических материалов. Проверка процедуры сварки. Часть 5. Дуговая сварка титана, циркония и их сплавов

ГОСТ Р ИСО 15614-12 Технические требования и аттестация процедур сварки металлических материалов. Проверка процедуры сварки. Часть 12. Точечная, шовная и рельефная сварка

ГОСТ Р ИСО 15614-13 Технические требования и аттестация процедур сварки металлических материалов. Проверка процедуры сварки. Часть 13. Контактная стыковая сварка сопротивлением и оплавлением

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов 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 стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины, определения и сокращения

3.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 58772, ГОСТ Р 58905 и ГОСТ Р 59304.

3.2 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

КИП — контрольно-измерительные приборы;
СПД — система подводной добычи;
ТУ — технические условия;
WPS — технические требования к процедуре сварки (welding procedure specification);
WPT — испытание процедуры сварки (welding procedure test);
WPQR — протокол аттестации процедуры сварки (welding procedure qualification record).

4 Изготовление морских сооружений

4.1 Общие сведения

4.1.1 Проектирование морских сооружений СПД необходимо выполнять в соответствии с ГОСТ Р 59305 с учетом нормативных положений ГОСТ Р 54483, ГОСТ Р 57123, ГОСТ Р 57148, ГОСТ Р 59995 и ГОСТ Р 70831.

4.1.2 Выбор материалов для морских сооружений следует выполнять в соответствии с требованиями ГОСТ Р 59305.

4.1.3 Основными методами изготовления подводных сооружений являются резка металлопроката, его формовка и сварка, рассматриваемые в настоящем стандарте. Требования к изготовлению и монтажу металлоконструкций из стальных труб и замкнутых профилей установлены в ГОСТ Р 70461. Требования к выполнению сборки болтовых соединений металлоконструкций определены в ГОСТ Р 70132. Процедуры проведения работ по нанесению защитных лакокрасочных покрытий металлоконструкций установлены в ГОСТ 34667.7.

4.1.4 Аттестацию процедур сварки следует осуществлять в соответствии с ГОСТ Р ИСО 15607.

4.1.5 Сварочные работы необходимо выполнять в соответствии с требованиями ГОСТ Р 70465.

4.1.6 Испытания процедур сварки — по ГОСТ Р ИСО 15614-1, ГОСТ Р ИСО 15614-2, ГОСТ Р ИСО 15614-5, ГОСТ ISO 15614-11, ГОСТ Р ИСО 15614-12 и ГОСТ Р ИСО 15614-13 в зависимости от используемых материалов.

4.2 Планирование производства

4.2.1 Перед началом производства необходимо разработать технологические процедуры, планы контроля качества и рабочие инструкции для выполнения и контроля производственной деятельности.

4.2.2 До начала работ подрядчик должен представить план инспекций неразрушающего контроля, процедуры для неразрушающего контроля и сертификаты операторов неразрушающего контроля. Программа должна включать информацию и документы для планирования, контроля, отчетности и т. д. Критерии приемки результатов неразрушающего контроля должны быть согласованы с приобретателем оборудования.

4.2.3 Все работы следует выполнять под надлежащим контролем подрядчика. Ремонтные работы необходимо проводить в соответствии с согласованными процедурами ремонта. Ошибки изготовления и сварки должны быть исправлены до нанесения защитного покрытия.

4.3 Входной контроль и хранение металлопроката, сварочных и лакокрасочных материалов, крепежных изделий

4.3.1 Приемку и хранение металлопроката следует осуществлять в соответствии с ГОСТ 7566.

4.3.2 На каждую принятую партию металлопроката, вид проката, марку стали, плавку должен быть составлен приемочный акт.

4.3.3 При проведении входного контроля проката следует проверять:

- количество по теоретической массе, сортамент и марки сталей по наряд-заказам, клеймам или биркам предприятия-поставщика;
- отсутствие видимых в прокате расслоений, трещин, раковин, закатов, вмятин и общих деформаций, превышающих допустимые условия нормативных документов на прокат;
- сопроводительную документацию на детали и элементы заводского изготовления (при наличии), оформленную в соответствии с ГОСТ 23118.

4.3.4 При наличии отклонений от требований нормативных документов, проектной документации или технических условий на прокат необходимо составить рекламационный акт. Не допускается применение проката, не соответствующего нормативным документам и техническим условиям, по которым он поставляется.

4.3.5 Прокат необходимо хранить рассортированным по профилям и маркам стали. Фасонный и сортовой прокат следует хранить на стеллажах с разделительными стойками. Рулонную сталь необходимо хранить вертикально или на поддонах в горизонтальном положении. Допускается временное хранение (в течение 3 мес с момента отгрузки предприятием-изготовителем) профильного проката в стеллажах на открытом воздухе.

4.3.6 При проведении входного контроля сварочных и лакокрасочных материалов, крепежных изделий и метизной продукции необходимо:

- проверять наличие сопроводительного документа, в котором должны быть указаны наименование материала, номер партии и показатели, удостоверяющие соответствие материала требованиям нормативных документов;
- определять сохранность тары внешним осмотром;
- определять количество материалов взвешиванием, поштучным пересчетом;
- оформлять приемочным актом;
- при необходимости наносить на тару краской номер приемочного акта, а на тару лакокрасочных материалов — дату окончания их годности.

4.3.7 Сварочные материалы (сварочную проволоку, электроды, флюс) следует хранить отдельно по маркам и партиям в теплом сухом помещении в заводской упаковке. Сроки хранения, параметры температуры и влажности в помещениях хранения должны соответствовать условиям хранения, установленным производителем сварочных материалов.

4.3.8 Лакокрасочные материалы следует хранить в соответствии с указаниями ГОСТ 9980.5.

4.3.9 Крепежные изделия (болты, гайки, шайбы) следует хранить в заводской упаковке в закрытом помещении. При длительном сроке хранения, при необходимости, следует восстанавливать консервационные защитные покрытия.

4.4 Подготовка металлопроката, сварочных и лакокрасочных материалов

4.4.1 Прокат перед обработкой должен быть проверен на соответствие сопроводительной документации, очищен от влаги, снега, льда, масла и других загрязнений.

4.4.2 Формовку или выпрямление материалов необходимо выполнять в соответствии с процедурами, которые определяют последовательность контролируемых шагов. Данные процедуры должны быть задокументированы подрядчиком.

4.4.3 Холоднокатаный прокат из ферритных сталей

4.4.3.1 Если не согласовано и не аттестовано иное, степень холодной деформации сталей с пределом текучести 690 МПа и выше (используемых при изготовлении специальных и главных конструктивных элементов морских сооружений) должна быть меньше 5 %.

4.4.3.2 Подрядчик должен подготовить процедуру холодной деформации перед началом изготовления, а также должен согласовать эту процедуру с заказчиком (и с независимым сертификационным обществом, если такое требование содержится в договоре).

4.4.3.3 Максимальный коэффициент холодной деформации для сталей с пределом текучести свыше 890 МПа необходимо согласовать с производителем стали.

4.4.3.4 Рекомендуются проведение аттестации процедуры формовки стали методом испытаний деформированных образцов на растяжение и ударный изгиб. Дополнительно возможно проведение испытаний на свариваемость.

4.4.3.5 Холодная формовка с деформацией (теоретической) в диапазоне от 5 % до 12 % допустима для сталей с пределом текучести до 690 МПа при условии дополнительных квалификационных испытаний образцов. Средняя энергия удара должна соответствовать требованиям для используемой марки стали в исходном состоянии. Если не согласовано иное, испытания следует проводить для каждой партии стали.

4.4.3.6 Холодная деформация в диапазоне от 12 % до 20 % может быть признана допустимой с последующей термообработкой. Такую технологию можно осуществлять по согласованию сторон с обязательной квалификацией (технологии).

4.4.3.7 Холодная формовка с деформацией (теоретической), превышающей 20 %, недопустима.

4.4.3.8 Если сварку применяют в областях, деформированных холодным способом более чем на 5 %, то необходимо провести дополнительный неразрушающий контроль таких сварных швов.

4.4.3.9 Для всех холоднодеформированных (более чем на 5 %) участков необходимо провести 100 %-ный неразрушающий контроль (магнитопорошковую или капиллярную дефектоскопию) после окончательного формования, термической обработки и сварки.

4.4.4 Горячая формовка ферритных сталей

Горячую формовку сталей необходимо осуществлять таким образом, чтобы избежать негативного влияния на свойства сталей. Возможность формовки при температурах свыше 650 °С следует согласовать между заказчиком и исполнителем работ.

4.4.5 Сварочная проволока должна быть очищена от ржавчины, жиров и других загрязнений до металлического блеска (за исключением омедненной), смотана в бухты, кассеты или намотана на катушки. Электроды и флюсы необходимо прокалить в соответствии с режимами, указанными в нормативной документации и паспортах для конкретного вида сварочного материала. Порошковая проволока должна быть очищена, прокалена и перемотана в бухты, кассеты или на катушки.

4.4.6 Если упаковка была повреждена или сварку выполняют при отрицательной температуре (независимо от условий хранения, транспортирования и состояния упаковки), электроды перед сваркой следует прокалить.

4.4.7 Подготовка лакокрасочных материалов к применению состоит из операций размешивания до получения однородной консистенции без осадка на дне тары, введения, при необходимости, в требуемом количестве отвердителей, сиккативов и других добавок, разбавления до рабочей вязкости и фильтрования.

4.4.8 Все операции по подготовке лакокрасочных материалов следует выполнять в помещении. Температура лакокрасочного материала должна быть равной температуре воздуха в помещении (покрасочной камере), для чего материалы должны поступать не позднее чем за сутки до их применения. Температура в помещении должна быть не ниже 15 °С.

4.4.9 Разведение лакокрасочных материалов до рабочей вязкости необходимо проводить растворителями. Рабочую вязкость лакокрасочных материалов определяют по ГОСТ 8420.

4.4.10 Подачу подготовленных к применению лакокрасочных материалов следует проводить в закрытой таре.

4.5 Разметка, наметка, изготовление шаблонов и кондукторов

4.5.1 Разметку на металлопрокате и изготовление шаблонов следует выполнять с помощью металлических линеек по ГОСТ 427 и рулеток, соответствующих точности 2-го класса по ГОСТ 7502, штангенциркулей по ГОСТ 166, штангенрейсмасов по ГОСТ 164, поверочных угольников по ГОСТ 3749, угломеров с нониусом по ГОСТ 5378.

4.5.2 Кондукторы для сверления отверстий следует изготавливать из стали, при этом впрессованные втулки кондукторов должны быть закалены.

4.5.3 Шаблоны необходимо изготавливать из материалов (металла, дерева, пластмассы, картона и др.), обеспечивающих требуемое качество шаблонов с учетом повторяемости их применения при изготовлении деталей.

4.6 Идентификация и свариваемость материалов

4.6.1 Идентификация

На производстве следует организовать систему идентификации материалов в соответствии с требованиями ГОСТ 24297, которая обеспечивает прослеживаемость используемых металлических заготовок или листового проката. Необходимо соблюдать меры предосторожности для сохранения идентификационных данных материалов при обращении с ними и их хранении. Утрата идентификационных данных материалов недопустима.

4.6.2 Свариваемость

Сварные конструкции должны быть изготовлены с использованием материалов с доказанной свариваемостью. Особое внимание следует уделять аттестации конструкционных сталей, предназначенных для сварки с погонной энергией более 50 кДж/см. При возникновении сомнений свариваемость материалов необходимо проверить до начала сварки.

4.7 Резка

4.7.1 Кромки должны быть ровными и иметь форму, совместимую с конструкцией сварного соединения.

4.7.2 При газовой резке внимание следует уделять недопущению локальной закалки и загрязнению материала углеродом.

4.7.3 Сверхпрочные стали с пределом текучести выше 500 МПа и толщиной более 50 мм необходимо предварительно нагреть перед газовой резкой с температурой предварительного нагрева в соответствии с рекомендациями производителя. Поверхность среза должна быть подвергнута 100 %-ный магнитопорошковой дефектоскопии.

4.7.4 Следует учитывать возможность появления локальной закалки металла и возникновения микротрещин при резке металла с помощью гильотинных ножниц.

4.7.5 Применение сварки для устранения дефектов резки должно соответствовать процедурам ремонта данного материала.

4.8 Сварка

4.8.1 Общие сведения

4.8.1.1 Сварочные работы выполняют в соответствии с положениями правил производства сварочных работ на изготовление, сборку и монтаж металлических конструкций в условиях строительной площадки, в которых учтены и отражены условия подготовки конструкций под сварку, технические требования и контроль сварных соединений. Детальные требования к проведению сварочных работ определены в ГОСТ Р 70461, ГОСТ Р 70465 и ГОСТ Р 70831.

4.8.1.2 Свариваемые поверхности конструкции и рабочее место сварщика должны быть защищены от дождя, снега, ветра и сквозняков. Необходимо, чтобы ограждение обеспечивало защиту соседних рабочих мест сварщиков и монтажников от воздействия сварочной дуги. Рабочее место сварщика должно быть очищено от посторонних предметов, освещено и обеспечено первичными средствами пожаротушения.

4.8.1.3 На свариваемых поверхностях не должно быть окалины, шлака, ржавчины, краски и других загрязняющих веществ. Зона разделки должна быть чистой и сухой во время сварки.

4.8.1.4 Требования к персоналу, выполняющему сварочные работы, установлены в ГОСТ Р 70465.

4.8.1.5 При изготовлении, транспортировании и хранении морских сооружений следует принимать меры, чтобы избежать появления инородных металлических включений, включая брызги расплавленного металла, на поверхности коррозионно-стойких сталей.

4.8.2 Планирование

4.8.2.1 Последовательность сварки должна быть такой, чтобы величина усадки, деформаций и остаточных напряжений была минимальной.

4.8.2.2 Сварку необходимо выполнять в оптимальной сварочной позиции. Сварка в потолочном положении должна быть ограничена необходимым минимумом.

4.8.2.3 Для сварных швов перечисленных ниже категорий должна быть аттестована процедура сварки согласно 4.1.4. До выполнения сварочных работ должны быть представлены WPS с результатами квалификации WPQR для рассмотрения и приемки:

- основные и специальные элементы конструкции;
- стыковые сварные швы во вторичных элементах конструкции;
- все сварные швы для алюминиевых сплавов;
- сварные соединения между отливками/поковками и листовым материалом.

4.8.2.4 Прихваточные швы сами по себе могут в некоторых случаях недостаточно поддерживать целостность конструкции во время ее изготовления. Необходимо использовать также иные механические способы удержания конструкций во время их изготовления.

4.8.2.5 Расстояние между кольцевыми сварными швами и иными продольными сварными швами должно быть не менее 50 мм. Если не согласовано иное, кольцевые сварные швы должны быть удалены друг от друга по меньшей мере на один диаметр трубы или 300 мм (в зависимости от того, что больше).

4.8.3 Предварительный нагрев

4.8.3.1 Если для сварки необходим предварительный нагрев, его следует применять в соответствии с согласованными процедурами предварительного нагрева. Особое внимание следует уделять контролю температуры во время процесса сварки, чтобы температура подогрева поддерживалась равномерно.

4.8.3.2 Стали обычной прочности могут потребовать предварительного нагрева в зависимости от толщины листа.

4.8.3.3 Предварительный нагрев обычно требуется для сварки высокопрочных и сверхпрочных сталей в зависимости:

- от толщины листа стали;
- химического состава основного и сварного материала;
- погонной энергии;
- температуры свариваемого объекта.

4.8.3.4 Рекомендации по применению предварительного нагрева представлены в [3].

4.8.3.5 Последующая термообработка может потребоваться дополнительно для сверхпрочных сталей.

4.8.3.6 Температура предварительного нагрева в любом случае должна быть в пределах WPS.

4.8.3.7 Предварительный нагрев предпочтительно выполнять с помощью электрических нагревательных элементов. Газовые горелки можно использовать в контролируемых условиях. Недопустимо использовать газовые резаки.

4.8.4 Сварочные материалы

4.8.4.1 Руководители сварочного цеха должны обеспечить использование только тех сварочных материалов, которые были приняты в процедурах сварки. Сварочные материалы, указанные в принятой процедуре сварки, могут быть заменены только эквивалентными материалами соответствующего качества.

4.8.4.2 Сварочные материалы должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 70465.

4.8.4.3 Хранение и обращение со сварочными материалами необходимо осуществлять в соответствии с рекомендациями изготовителя.

4.8.4.4 Расходные материалы, загрязненные влагой, ржавчиной, маслом, смазкой, грязью и т. д., должны быть отбракованы или очищены должным образом.

4.8.5 Выполнение сварки

4.8.5.1 Сварку следует выполнять в соответствии с процедурой сварки, методами сварки и соответствующими сварочными материалами, для которых было доказано их соответствие типу материала и методам сварки.

4.8.5.2 Все сварочные работы необходимо выполнять в пределах существующих WPS. Это требование включает в себя прихватку, обварку, сварку подъемных обухов и присоединительных швов, а также ремонтную сварку.

4.8.5.3 Если в процессе выполнения работ будет выяснено, что один или несколько параметров выходят за пределы WPS (не могут быть выдержаны в указанных рамках), то WPS признается недействительной и требуется повторная аттестация.

4.8.5.4 При двухпроходной и многопроходной сварке температура материала между проходами не должна падать ниже минимальной температуры предварительного нагрева и не должна превышать максимального значения согласно WPS.

4.8.5.5 Если не указано иное, материал постоянных стальных подкладных элементов должен иметь ту же группу прочности, что и свариваемые детали. Процедуры сварки должны быть аттестованы соответствующим образом.

4.8.5.6 Сварные швы должны заканчиваться таким образом, чтобы обеспечить надежные швы без дефектов в конце шва. Удлинитель и отводящие пластины следует удалить после завершения сварки и охлаждения сварного шва. Конец сварного шва должен быть плоским и выровненным с краями примыкающих частей.

4.8.5.7 Начальная точка каждого последующего слоя сварки должна быть смещена относительно начальной точки предыдущего.

4.8.5.8 Для сварки нержавеющей сталей и сталей, работающих в условиях, где пониженная коррозионная стойкость недопустима, корневая и лицевая стороны сварного шва должны быть защищены от окисления. Образовавшиеся оксиды можно удалить травлением и пассивированием.

4.8.5.9 Содержание кислорода в защитном газе должно составлять не более 50 ppm, чтобы избежать чрезмерного окисления.

4.8.6 Термическая обработка после сварки

4.8.6.1 Необходимость проведения термической обработки сварных соединений, ее виды, режимы, а также выбор используемого оборудования, приборов контроля температуры и теплоизоляции зависят от марок свариваемых материалов, применяемых сварочных материалов, условий эксплуатации конструкций и устанавливаются в конструкторской (технологической) документации.

4.8.6.2 Термическую обработку после сварки для С-Мn-сталей следует выполнять в соответствии с техническими условиями, определяющими, по крайней мере, следующее:

- скорости нагрева и охлаждения;
- температурные градиенты;
- диапазон температур прогрева и минимальное время выдержки;
- устройства нагрева;
- применяемую тепловую изоляцию;
- системы управления нагревом;
- оборудование, регистрирующее параметры проведения термообработки;
- конфигурацию конструкции и оборудования.

Процесс проведения термообработки должен быть документирован.

4.8.6.3 Термическую обработку необходимо выполнять с температурой прогрева в диапазоне от 550 °C до 620 °C в течение 2 мин на каждый 1 мм толщины. Температуру и время выдержки следует выбирать с учетом рекомендаций для сварочных материалов и марки стали.

4.8.6.4 Разница температур между наружной и внутренней поверхностью при выдержке, если это практически возможно измерить, не должна превышать 30 °C в пределах нагреваемой зоны. Двухсторонний нагрев следует применять по мере возможности.

4.8.6.5 Во время термообработки температуру металла необходимо непрерывно регистрировать с помощью термпар, равномерно установленных на нагреваемой детали снаружи и, по возможности, внутри. Диаграммы температурного цикла термообработки должны быть доступны для верификации по запросу (заказчика или независимого сертификационного органа).

4.8.6.6 По возможности термическую обработку следует выполнять в закрытой термокамере в соответствии с согласованными процедурами. Равномерность температуры внутри термокамеры следует удерживать в пределах ± 15 °C.

4.8.6.7 Для сварных соединений, требующих последующей термообработки, необходимо использовать только сварочные материалы, рекомендованные производителем (указана возможность проведения термообработки после сварки).

4.8.7 Дополнительные требования для дуплексных сталей

4.8.7.1 Следует выполнять прямые сварные швы для обеспечения допустимых значений погонной энергии. Любые поперечные колебания газовой горелки не должны превышать трехкратный диаметр присадочной проволоки/электрода. Погонную энергию необходимо поддерживать в диапазоне 0,5—1,8 кДж/мм. Более высокие значения погонной энергии недопустимы.

4.8.7.2 Для корневого прохода погонная энергия должна быть выше, чем для последующих проходов.

4.8.7.3 Разделку под ремонт следует осуществлять путем шлифования или механической обработки. Ремонтируемый сварной шов должен быть удален с помощью плазменной резки или механической обработки.

4.8.7.4 Необходимо внимательно контролировать, чтобы для сварки не применялись (по ошибке) сварочные материалы для углеродистых сталей.

4.8.7.5 Сварку корневого и необходимого количества следующих слоев следует осуществлять под защитным газом с тыльной стороны шва, чтобы избежать окисления тыльной стороны.

4.8.8 Испытания процедуры сварки

4.8.8.1 WPT, включающие изготовление контрольных образцов сварных соединений и проведение их разрушающих и неразрушающих испытаний, должны быть проведены согласно ГОСТ Р ИСО 15614-1, ГОСТ Р ИСО 15614-2, ГОСТ Р ИСО 15614-5, ГОСТ ISO 15614-11, ГОСТ Р ИСО 15614-12 и ГОСТ Р ИСО 15614-13 в зависимости от используемых материалов.

4.8.8.2 Первые заводские сварные швы следует включать в объем WPT:

- если испытательный образец для аттестации WPS для полностью механизированного или автоматического процесса сварки не сваривался в условиях, сопоставимых с производственными условиями;

- изготовитель не имеет опыта или имеет ограниченный опыт работы с процессом и оборудованием.

4.8.8.3 В обоих случаях первые заводские сварные швы следует включать в объем WPT.

4.8.8.4 WPT осуществляют для сварных швов особо ответственных и основных несущих элементов конструкции. Для каждого применяемого процесса сварки требуется вырезать как минимум один испытательный образец из серийного сварного шва. Для однотипных сварных швов, сделанных одним и тем же субподрядчиком, объем контроля может быть уменьшен по согласованию с генеральным подрядчиком.

4.8.8.5 Формы и размеры контрольных сварных соединений, виды испытаний и объемы контроля определены в ГОСТ Р ИСО 15614-1, ГОСТ Р ИСО 15614-2, ГОСТ Р ИСО 15614-5, ГОСТ ISO 15614-11, ГОСТ Р ИСО 15614-12 и ГОСТ Р ИСО 15614-13 в зависимости от используемых материалов. Если одно или несколько испытаний не дают удовлетворительных результатов, то должны быть вырезаны еще два образца для контрольных испытаний. В случае отрицательного результата для одного из этих двух контрольных образцов, сварной шов, выполненный по соответствующей процедуре сварки, вырезают из изготавливаемой конструкции. После осуществления подробный анализ процедуры сварки для выяснения причин возникающих отклонений.

4.9 Сборка

4.9.1 Общие требования

4.9.1.1 Сборку и сварочные работы необходимо выполнять аттестованным персоналом.

4.9.1.2 На всех этапах изготовления следует разрабатывать последовательность действий для гарантии собираемости конструкции и обеспечения эффективного контроля.

4.9.1.3 Детали, которые должны быть собраны, будучи подвешенными на кранах или на плаву, должны быть механически скреплены до прихватки сваркой таким образом, чтобы никакое относительное перемещение частей было невозможно.

4.9.1.4 Компоненты, которые не были полностью сварены и которые необходимо повернуть, должны иметь сварные соединения достаточной прочности.

4.9.2 Сборка под сварку

4.9.2.1 Сборку под сварку, подготовку к сварке и сварочные работы следует проводить в соответствии с согласованными процедурами.

4.9.2.2 Сваренные элементы должны быть зафиксированы соответствующим образом с помощью прихваточных швов, зажимов или других подходящих приспособлений.

4.9.2.3 Необходимо проверить подгонку соединений перед сваркой, чтобы обеспечить соответствие формы сварного шва и корневого зазора производственной документации и принятым WPS. Величина корневого зазора не должна превышать более чем вдвое величину, указанную в используемом WPS.

4.9.2.4 Особое внимание необходимо уделить выравниванию элементов конструкции, где визуальный контроль невозможен.

4.9.2.5 Кромки перед сваркой должны иметь гладкую и однородную поверхность.

4.9.2.6 Подготовка кромок и выбор размеров сварных швов для сваривания встык деталей неодинаковой толщины следует осуществлять с учетом требований ГОСТ 14771.

4.9.2.7 Свариваемые трубчатые элементы должны быть тщательно профилированы перед сваркой, чтобы обеспечить точное выравнивание. Скос разделки необходимо сформировать так, чтобы обеспечить непрерывный переход от максимального к минимальному углу скоса по окружности. Сварочный процесс должен обеспечивать выполнение сварных швов с полным проплавлением.

4.9.3 Прихваточные швы

4.9.3.1 Прихватку, в том случае, когда она является частью основного сварного шва, должен выполнять аттестованный сварщик в соответствии с согласованным WPS.

4.9.3.2 Прихваточные швы должны иметь длину не менее 50 мм и количество прихваток, достаточное для предотвращения растрескивания.

4.9.3.3 Прихваточные швы, если они сохраняются как часть окончательного шва, должны быть без дефектов и обеспечивать надлежащие условия для прохода основного сварного шва. Недопустимо заново сваривать треснувшие прихваточные швы.

4.9.3.4 Временные прихваточные швы с использованием мостиков необходимо выполнять только с использованием материалов, эквивалентных основному материалу, и с использованием WPS на основе аттестованной процедуры сварки. Все такие прихваточные швы и любые распорные клинья должны быть удалены из окончательного сварного соединения.

4.9.4 Изготовление и монтаж трубопроводной обвязки морских сооружений следует осуществлять в соответствии с ГОСТ 32569.

4.10 Требования безопасности при изготовлении

Технологические и организационные процессы изготовления морских сооружений должны включать мероприятия по обеспечению безопасности в соответствии с положениями ГОСТ Р 70461, ГОСТ Р 70465 и ГОСТ Р 70831.

5 Испытания морских сооружений

5.1 Общие сведения

Испытания морских сооружений в общем случае включают в себя:

- а) визуальное обследование;
- б) испытания защитных покрытий;
- в) испытания электрохимической защиты;
- г) испытания подъемных обухов и такелажа (стропов, канатов, блоков, цепей, такелажных скоб и траверс);
- д) испытания трубопроводов и арматуры;
- е) испытания сосудов на герметичность:
 - гидравлические испытания,
 - пневматические испытания;
- ж) приемо-сдаточные испытания изготовленного морского сооружения.

5.2 Визуальное обследование

5.2.1 При визуальном обследовании проводят предварительную оценку технического состояния изготовленных отдельных конструкций, оборудования, систем, а также сооружения в целом для выявления дефектов, повреждений, неисправностей по внешним признакам с проведением необходимых измерений и их фиксацией.

5.2.2 Результатом проведения визуального обследования являются:

- схемы и ведомости дефектов и повреждений с фиксацией их мест и характера;
- фотографии дефектных и поврежденных участков;
- описания дефектных и поврежденных участков, выявленных неисправностей;
- отчет о предварительной оценке технического состояния изготовленных отдельных конструкций, оборудования, систем и /или сооружения в целом.

5.2.3 Визуальное обследование целесообразно проводить перед и после выполнения любых предусмотренных контрольных испытаний отдельных конструкций, систем и/или сооружения в целом.

5.3 Испытания защитных покрытий

Для защитных покрытий должны быть проведены аттестация процесса их нанесения и последующий контроль качества нанесения покрытия на серийные изделия. Виды и методы испытаний защитных покрытий применяют согласно ГОСТ Р 58216 и ГОСТ Р 58284.

5.4 Испытания электрохимической защиты

Испытания электрохимической защиты проводят с целью подтверждения того, что она функционирует и соответствует проектным требованиям. Виды и методы испытаний применяют согласно ГОСТ Р 58216 и ГОСТ Р 58284.

5.5 Испытания подъемных обухов и такелажа

Испытания подъемных обухов морских сооружений и такелажа проводят с целью подтверждения их способности выдерживать нагрузки при погрузке, транспортировании, монтаже и извлечении оборудования. Испытания проводят в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 13628-4 и ГОСТ 33715.

5.6 Испытания трубопроводов и арматуры

Испытания трубопроводов и арматуры, входящих в состав оборудования и систем морских сооружений, должны быть выполнены согласно ГОСТ Р ИСО 13628-4.

5.7 Испытания сосудов на герметичность

5.7.1 Все сосуды (резервуары), входящие в состав оборудования и систем морских сооружений, должны быть проверены на герметичность. Контроль выполняют путем проведения гидростатического испытания. В качестве альтернативы герметичность может быть подтверждена использованием сжатого воздуха и эффективной индикаторной жидкости.

5.7.2 Испытания на герметичность необходимо проводить до нанесения защитного покрытия на сварные швы. Временные защитные покрытия (на силикатной основе толщиной до 50 мкм или иные толщиной до 30 мкм) могут быть нанесены на сварные швы до проведения испытания на герметичность.

5.7.3 Допускается не проводить испытание на герметичность следующих сварных швов в том случае, когда швы выполнены ровно без дефектов и ремонтов, а результаты неразрушающего контроля не показывают наличие недопустимых дефектов:

- швов, выполненных полностью автоматической и многопроходной полуавтоматической сваркой;
- швов, выполненных сварной проволокой с флюсовым сердечником;
- торцевых швов плоских металлических листов.

5.7.4 Испытания на герметичность сосудов, входящих в состав оборудования и систем морских сооружений, должны быть выполнены согласно ГОСТ Р ИСО 13628-4 и ГОСТ 34347. При проведении испытаний рекомендуется применять методики контроля герметичности, представленные в ГОСТ Р 50.05.01.

5.8 Прием-сдаточные испытания изготовленного морского сооружения

5.8.1 После завершения изготовления морское сооружение необходимо подвергнуть прием-сдаточным испытаниям, проводимым изготовителем в присутствии заказчика, разработчика технической документации и других заинтересованных лиц.

5.8.2 Прием-сдаточные испытания проводят по соответствующей программе испытаний, разработанной изготовителем сооружения и согласованной с заказчиком. Программа испытаний должна определять условия испытаний для практического подтверждения целостности конструкции сооружения, работоспособности установленного оборудования, технологических систем, технических устройств, содержать критерии для оценки качества изготовления и учитывать требования предприятий — изготовителей поставляемого оборудования и технических устройств, входящих в состав морского сооружения.

5.8.3 Программа испытаний в общем виде должна содержать:

- краткое описание испытываемого морского сооружения;
- оперативные конструктивную и технологическую схемы морского сооружения;
- цели и задачи проведения испытаний;
- объем и этапы испытаний, последовательность их выполнения;
- объем и номенклатуру подготовительных работ;
- технологические условия выполнения испытаний, включая временную технологическую схему подключения оборудования, технологических систем и технических устройств на период испытаний;
- требования к организации режимов работы, моделирующих фактические условия эксплуатации, испытываемого оборудования, технологических систем и технических устройств;
- спецификации на материалы, жидкости, временные элементы, трубопроводы, кабели, специальную аппаратуру, приборы, устройства и инструменты, необходимые для проведения испытаний;
- состав участников в проведении испытаний, их функции, ответственность, права и обязанности;
- требования по охране труда и технике безопасности к участникам проведения испытаний;
- перечень и формы представления информации, включаемой в отчет о проведении испытаний;
- график проведения испытаний.

5.8.4 Прием-сдаточные испытания должны предусматривать проверку:

- правильности установки и сборки оборудования, технических устройств, сосудов, трубопроводов и других элементов на раме в соответствии с технической документацией и надежностью их крепления к раме и другим металлоконструкциям;
- правильности установки КИП и арматуры, наличия на них клейм и пломб изготовителя;
- комплектности сооружения, соответствия комплектующих изделий требованиям технической документации;
- прочности и герметичности оборудования и систем;
- соответствия примененных материалов сертификатам в спецификации рабочей документации;
- качества сварных соединений;
- правильности нанесения маркировки на отдельных узлах и деталях;
- наличия клейм сварщиков на сварных соединениях;
- наличия табличек на оборудовании, технических устройствах, сосудах и комплектующих изделиях;
- качества консервации;
- наличия комплектующей ведомости;
- соответствия паспортных характеристик указанным на табличках комплектующих изделий;
- сопротивления изоляции электрооборудования;
- правильности упаковки элементов, отправляемых отдельно от сооружения;
- габаритных и присоединительных размеров;
- массы сооружения в целом;
- временной технологической схемы подключения оборудования, технологических систем и технических устройств на период испытаний, моделирующих фактические условия эксплуатации;
- комплексного функционирования оборудования, технологических систем и технических устройств морского сооружения в рамках испытаний, моделирующих фактические условия эксплуатации, в соответствии с ГОСТ Р 59305, с достижением требуемых параметров и выполнением функций, установленных проектной и рабочей документацией.

Библиография

- [1] Правила классификации и постройки подводных добычных комплексов. РМРС. — СПб, 2023
- [2] Правила классификации и постройки морских подводных трубопроводов. РМРС. — СПб, 2022
- [3] ISO/TR 17671-1:2002 Сварка. Рекомендации по сварке металлических материалов. Часть 1. Дуговая сварка. Общие положения (Welding — Recommendations for welding of metallic materials — Part 1: General guidance for arc welding)

УДК 629.12:006.354

ОКС 75.020

Ключевые слова: нефтяная и газовая промышленность, системы подводной добычи, изготовление, испытания, морские сооружения

Редактор *З.А. Лиманская*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *С.И. Фирсова*
Компьютерная верстка *М.В. Малеевой*

Сдано в набор 26.02.2025. Подписано в печать 07.03.2025. Формат 60×84%. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 2,00.

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

