ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 72496— 2025

ИНФРАСТРУКТУРА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА, ХРАНЕНИЯ И ОТГРУЗКИ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА. СТЕНДЕРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Нормы проектирования

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2026

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью «Камышинский опытный завод» (ООО «Камышинский опытный завод») и Федеральным государственным бюджетным учреждением «Российский институт стандартизации» (ФГБУ «Институт стандартизации»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 114 «Кислородное и криогенное оборудование»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2025 г. № 1867-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2026

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

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины, определения и сокращения 2
4 Общие положения 6
5 Технические требования к проектированию стендера 7
5.1 Основные требования к проектированию 7
5.2 Анализ напряжений 8
5.3 Расчет нагрузок и напряжений 10
5.4 Расчет нагрузок для шарнирных соединений продуктопровода 13
5.5 Расчет нагрузок для опорной конструкции стендера 14
5.6 Расчет допускаемых нагрузок для ПМАР 15
5.7 Расчет допускаемых нагрузок для муфты БРС 16
6 Требования безопасности и охраны окружающей среды 16
Библиография 18

Введение

Настоящий стандарт дополняет основные минимальные технические требования к стендерному оборудованию, предназначенному для эксплуатации на причалах береговых терминалов по отгрузке сжиженного природного газа (СПГ) в суда-танкеры или приемке СПГ из судов-танкеров в береговые хранилища, включая требования к проектированию и изготовлению конструкции и систем управления, требования по безопасности, а также требования к проведению контроля и испытаний, представленные в ГОСТ Р 71697.

В настоящем стандарте определены нормы проектирования стендерного оборудования, а также представлены формулы и методики расчета нагрузок и напряжений в стендерном оборудовании, необходимые для обеспечения конструкционной прочности и безопасности стендеров для отгрузки СПГ и отвода отпарного газа.

При разработке настоящего стандарта учтены положения [1], [2], а также знания и опыт, накопленные изготовителями и пользователями стендерного оборудования.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ИНФРАСТРУКТУРА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА, ХРАНЕНИЯ И ОТГРУЗКИ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА. СТЕНДЕРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Нормы проектирования

Infrastructure for the production, storage and shipment of liquefied natural gas.
Marine loading arms. Design standards

Дата введения — 2026—05—01

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает общие нормы проектирования стендеров для отгрузки сжиженного природного газа (СПГ) и отвода отпарного газа, с помощью которых осуществляют отгрузку СПГ с берега на судно или приемку СПГ с судна на берег в качестве топлива или груза, для обеспечения безопасности при осуществлении погрузо-разгрузочных операций товарных партий СПГ, а также отдельных узлов и компонентов, входящих в состав стендерного оборудования.

1.2 Настоящий стандарт распространяется на проектирование стендерного оборудования для отгрузки СПГ и отвода отпарного газа, устанавливаемого на вновь сооружаемые причалы или на подлежащие реконструкции существующие причалы, а также при модернизации стендерного оборудования, установленного на причалах существующих терминалов, без ограничений по природно-климатическим условиям.

1.3 Стандарт не распространяется на проектирование оборудования для бункеровки судов СПГ, за исключением случаев, когда бункеровка СПГ осуществляется с применением стендерного оборудования.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 12.2.003 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.2.044 Система стандартов безопасности труда. Машины и оборудование для транспортирования нефти. Требования безопасности

ГОСТ 25.001 Расчеты и испытания на прочность в машиностроении. Комплекс нормативно-технической и руководящей документации. Общие положения

ГОСТ 15150 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды

ГОСТ 27609 Расчеты и испытания на прочность в машиностроении. Основные положения и требования к проведению и нормативно-техническому обеспечению

ГОСТ 31610.0 (IEC 60079-0:2011) Взрывоопасные среды. Часть 0. Оборудование. Общие требования

ГОСТ 31610.10-1 (IEC 60079-10-1:2020) Взрывоопасные среды. Часть 10-1. Классификация зон. Взрывоопасные газовые среды

Издание официальное

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

ГОСТ 34233.1 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Общие требования

ГОСТ 34283 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность при ветровых, сейсмических и других внешних нагрузках

ГОСТ Р 15.301 Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция производственно-технического назначения. Порядок разработки и постановки продукции на производство

ГОСТ Р 56352 Нефтяная и газовая промышленность. Производство, хранение и перекачка сжиженного природного газа. Общие требования безопасности

ГОСТ Р 56400 Нефтяная и газовая промышленность. Проектирование и эксплуатация морских терминалов сжиженного природного газа. Общие требования

ГОСТ Р 71697—2024 Инфраструктура для производства, хранения и отгрузки сжиженного природного газа. Стендерное оборудование. Общие технические условия

ГОСТ Р ИСО 28460 Нефтяная и газовая промышленность. Сооружения и оборудование для сжиженного природного газа. Порядок взаимодействия судно—берег и портовые операции

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. Сведения о действии сводов правил целесообразно проверить в Федеральном информационном фонде стандартов.

3 Термины, определения и сокращения

3.1 Термины и определения

В настоящем стандарте применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.1

анализ напряжений: Анализ результатов детального расчета напряжений, возникающих в стендере и грузовом коллекторе судна от различных нагрузок в процессе эксплуатации стендера в рамках рабочего диапазона.

Примечание — Используют для подтверждения и обеспечения целостности стендера при нахождении соединителя стендера, подключенного к грузовому коллектору судна, в различных положениях и уровнях рабочего диапазона стендера.

[ГОСТ Р 71697—2024, пункт 3.1.3]

3.1.2

береговой терминал СПГ: Терминал отгрузки или приема СПГ, который находится на берегу и на котором установлены стендеры для загрузки или разгрузки танкеров СПГ в порту или другом месте на берегу с защитой от волн.

[ГОСТ Р 71697—2024, пункт 3.1.4]

3.1.3

бринеллирование: Любая постоянная деформация в опорно-поворотной или несущей конструкции шарнира, вызванная перегрузкой шариков или роликов.

[ГОСТ Р 71697—2024, пункт 3.1.6]

3.1.4

быстроразъемное соединение; БРС: Вариант соединителя стендера, обеспечивающий быстрое соединение/разъединение с грузовым коллектором судна без использования болтов.

Примечание — Быстроразъемное соединение может быть выполнено в виде муфты БРС с механическими захватами или оборудоваться электрическими/гидравлическими приводами.

[ГОСТ Р 71697—2024, пункт 3.1.7]

3.1.5

гаражное положение стендера: Положение стендера, когда он не участвует в погрузочных операциях и зафиксирован в нерабочем положении.

[ГОСТ Р 71697—2024, пункт 3.1.14]

3.1.6

грузовой коллектор: Приемное устройство для соединения стендера с грузовой магистралью танкера для выполнения погрузо-разгрузочных операций при перевалке наливных грузов.

[ГОСТ Р 71697—2024, пункт 3.1.15]

3.1.7

заказчик: Организация, на территории которой предполагается установка оборудования и которая выдает поставщику заказ на поставку оборудования и технические требования.

Примечание — Заказчик может быть собственником предприятия, на котором предполагается установка оборудования, или представителем собственника предприятия.

[ГОСТ Р 71697—2024, пункт 3.1.19]

3.1.8

изготовитель: Предприятие, осуществляющее изготовление стендера.

Примечание — Часто поставщик оборудования не является изготовителем стендера.

[ГОСТ Р 71697—2024, пункт 3.1.23]

3.1.9

испытание: Опытное определение количественных и/или качественных показателей объекта испытаний при контролируемом воздействии.

[ГОСТ Р 71697—2024, пункт 3.1.25]

3.1.10

отпарной газ: Газ, вытесняемый из танков судна или береговых емкостей закачиваемым продуктом.

[ГОСТ Р 71697—2024, пункт 3.1.31]

3.1.11

пантограф: Система для передачи балансировочного усилия от внешнего плеча к вторичному противовесу.

[ГОСТ Р 71697—2024, пункт 3.1.32]

3.1.12

приводная муфта аварийного разъединения; ПМАР: Устройство разъединения с гидравлическим, пневматическим или электрическим приводом, предназначенное для герметизированного разъединения стендера с судном в процессе отгрузки или приемки рабочей среды при аварии или в случае выхода судна за пределы рабочей зоны стендера.

Примечание — Приводная муфта аварийного разъединения имеет встроенные в верхнюю и нижнюю части муфты механически или гидравлически сблокированные клапаны, перекрывающие поток жидкости при разъединении частей муфты.

[ГОСТ Р 71697—2024, пункт 3.1.34]

3.1.13

причал: Сооружение, включающее эстакаду или подобную конструкцию, приспособления для обеспечения швартовки, включая отбойные устройства, а также установленное на причале оборудование, обеспечивающее перекачку СПГ между судном и берегом.

[ГОСТ Р 71697—2024, пункт 3.1.35]

3.1.14

продуктопровод: Трубопровод, по которому перекачивается рабочая среда.

[ГОСТ Р 71697—2024, пункт 3.1.40]

3.1.15

рабочий диапазон: Расчетная трехмерная зона, определяемая исходя из параметров места установки стендера и обслуживаемых им судов, в которой может перемещаться соединитель стендера, подсоединенный к грузовому коллектору судна до момента разъединения стендера и судна при срабатывании САР по причине несанкционированного отхода судна от причала.

Примечание — Рабочий диапазон состоит из рабочей зоны, зоны предварительного оповещения (по требованию заказчика), зоны предупреждения (зоны 1) и зоны аварийного разъединения (зона 2).

[ГОСТ Р 71697—2024, пункт 3.1.42]

3.1.16

рабочая зона: Расчетная трехмерная зона, определяемая исходя из параметров места установки стендера и обслуживаемых им судов, в которой может перемещаться соединитель стендера, подсоединенный к грузовому коллектору судна, без автоматического срабатывания системы аварийного разъединения.

Примечание — В рабочей зоне погрузо-разгрузочные операции проводят в штатном режиме.

[ГОСТ Р 71697—2024, пункт 3.1.43]

3.1.17

сжиженный природный газ: Природный газ, сжиженный после переработки с целью хранения или транспортирования.

[ГОСТ Р 53521—2009, статья 5]

3.1.18

система аварийного разъединения; САР: Система, обеспечивающая автоматическое разъединение стендера и судна в случае выхода стендера за пределы рабочей зоны по причине несанкционированного отхода судна от причала, а также принудительное — в случае аварийной ситуации на терминале или судне.

[ГОСТ Р 71697—2024, пункт 3.1.48]

3.1.19

соединитель (стендера): Элемент стендера, позволяющий герметично присоединить стендер к грузовому коллектору судна или к переходнику, установленному на фланце грузового коллектора судна.

Примечание — Соединитель стендера должен быть выполнен в виде быстроразъемного соединения (QC/DC).

[ГОСТ Р 71697—2024, пункт 3.1.50]

3.1.20

стендер: Шарнирно-сочлененный металлический трубопровод с необходимыми для его функционирования компонентами, предназначенный для отгрузки жидких и газообразных грузов в суда-танкеры и/или отвода паровоздушных смесей при выполнении погрузо-разгрузочных операций.

Примечание — Стендер обеспечивает компенсацию колебаний судна, вызванных приливно-отливными характеристиками акватории, ветровыми и волновыми нагрузками, изменением осадки судна в процессе погрузо-разгрузочных операций. Стендер может использоваться для приемки жидких грузов из судов-танкеров на терминалах.

[ГОСТ Р 71697—2024, пункт 3.1.51]

3.1.21

столкновение: Любой контакт во время стандартной работы стендера или в результате аварийного разъединения между любой частью стендера и:

- соседним стендером, когда оба стендера находятся в работе или один стендер находится в работе, а другой стендер находится в гаражном положении (например, столкновение противовесов);
- смежной секцией одного и того же стендера (например, тройное шарнирное соединение и внешнее плечо);
- оборудованием терминала (например, противовес и береговые трубопроводы или арматура).

[ГОСТ Р 71697—2024, пункт 3.1.53]

3.1.22 **температурные напряжения:** Напряжения, вызванные разностями температур материала в разных частях конструкции.

3.1.23

угол контакта: Угол α между плоскостью шарнирного соединения или шарико-роликовой опорной части конструкции шарнира и центром контакта на поверхности шарико-роликовой дорожки.

[ГОСТ Р 71697—2024, пункт 3.1.57]

3.1.24

шарнирное соединение: Подвижное соединение двух труб трубопровода с использованием герметичного полого узла, обеспечивающего вращение труб вокруг своей оси.

[ГОСТ Р 71697—2024, пункт 3.1.59]

3.2 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

ПМАР — приводная муфта аварийного разъединения [emergency release coupling (ERC)];

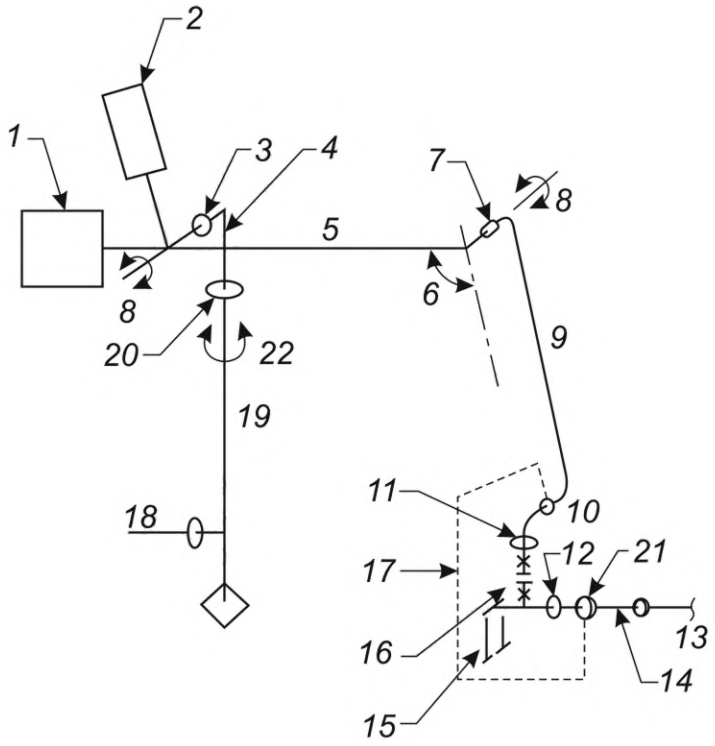
ТУ — технические условия;

SF — коэффициент безопасности (safety factor).

4 Общие положения

4.1 Стендеры для отгрузки СПГ и отвода отпарного газа должны соответствовать общим техническим требованиям, установленным в ГОСТ Р 71697.

4.2 Общий вид (кинематическая схема) стендера для отгрузки СПГ представлен на рисунке 1.



1 — первичный противовес; *2* — вторичный противовес; *3* — верхний шарнир; *4* — узел соединения опорной стойки и внутреннего плеча; *5* — внутреннее плечо; *6* — угол разложения стендера (для САР); *7* — шарнир; *8* — ось вращения плеч стендера; *9* — внешнее плечо; *10* — верхний шарнир тройного шарнирного узла; *11* — средний шарнир тройного шарнирного узла; *12* — нижний шарнир тройного шарнирного узла; *13* — грузовой коллектор судна; *14* — переходник; *15* — опорные стойки тройного шарнирного узла; *16* — ПМАР; *17* — тройной шарнирный узел; *18* — присоединительный фланец опорного стояка для подключения к береговому трубопроводу; *19* — опорный стояк (райзер); *20* — опорный шарнир; *21* — соединитель (БРС); *22* — узел вращения плеч стендера относительно опорного стояка

Рисунок 1 — Кинематическая схема стендера для отгрузки СПГ

4.3 Схема размещения стендеров на причале определяется в проектной документации. Схема размещения блока питания и системы управления стендером подлежит согласованию с изготовителем оборудования.

4.4 Массогабаритные параметры стендеров, установленных на одном и том же терминале, могут различаться в зависимости от параметров конкретного места установки и обслуживаемых судов.

4.5 Проектирование стендеров, используемых для отвода отпарного газа, осуществляется аналогично проектированию стендеров, используемых для отгрузки СПГ, для обеспечения возможности использования стендера для отвода отпарного газа в качестве резервного стендера для отгрузки СПГ.

4.6 Проектирование стендеров, устанавливаемых на платформах гравитационного типа, осуществляется аналогично проектированию стендеров, устанавливаемых на береговых терминалах СПГ.

5 Технические требования к проектированию стендера

5.1 Основные требования к проектированию

5.1.1 Стендер проектируют и изготавливают для каждого конкретного места установки исходя из параметров места установки, климатических условий, параметров обслуживаемых судов и акватории.

5.1.2 При разработке общей конструкции стендеров, а также системы аварийного разъединения следует учитывать возможные варианты дрейфа судна в зависимости от условий окружающей среды и местоположения терминала. Путем моделирования следует определить и принять (или назначить расчетные) ускорение и скорость дрейфа, который возможен из-за неисправности в системе швартовки, учитывая класс судов, которые может принимать конкретный терминал. В ходе изысканий следует учитывать:

- скорость и направление ветра;
- течение и влияние мелководья;
- диапазон высот прилива/отлива;
- высоту волн и зыби, их период и направление;
- наличие волн от проходящих судов;
- непреднамеренное включение двигателя судна или системы швартовки;
- наличие плавучих льдин.

5.1.3 Изготовитель стендера несет ответственность за правильный выбор конструкции и габаритов стендера, комплектующих и систем управления в соответствии с требованиями к условиям функционирования стендера, указанными в заполненных заказчиком формах (см. приложение А ГОСТ Р 71697—2024).

5.1.4 Для определения параметров стендера на основании заполненных заказчиком форм (см. приложение А ГОСТ Р 71697—2024) осуществляют расчет рабочего диапазона стендера.

5.1.5 Длина плеч и конфигурация стендера должна обеспечивать соединение берегового трубопровода с грузовым коллектором судна и предоставлять возможность свободного перемещения внутреннего и внешнего плеч стендера для повторения колебаний судна в процессе перевалки продукта в рамках рассчитанного рабочего диапазона.

5.1.6 Проектирование опорной конструкции продуктопровода стендера должно обеспечивать нахождение напряжений трубопроводов и опорной конструкции в допустимых пределах для всех положений и уровней рабочего диапазона стендера.

5.1.7 При расчете размеров конструкции стендера учитывают обязательное сохранение минимальных расстояний в любом режиме работы стендера, включая аварийное разъединение:

- минимальное расстояние в 0,15 м — между любыми частями одного стендера;
- минимальное расстояние в 0,3 м — между любой частью работающего стендера и любыми смежными конструкциями, трубопроводами, оборудованием;
- минимальное расстояние в 0,3 м — между любыми частями рядом работающих смежных стендеров;
- минимальное расстояние в 0,15 м — между противовесами работающих стендеров.

Иные значения минимальных расстояний могут быть указаны заказчиком в таблице А.6 ГОСТ Р 71697—2024.

В расчет минимальных расстояний стендера изготовитель должен включать все случаи, в т. ч. положение аварийного разъединения и обратного смещения стендера, следующего за аварийным разъединением.

Расположение точек для контроля зазоров представлено в таблице Б.1 ГОСТ Р 71697—2024.

5.1.8 Расположение физических объектов в непосредственной близости к месту установки стендера, а также требования к обеспечению зон безопасности этих объектов, включая расположение железнодорожной и другой инфраструктуры терминала, должны учитываться при проектировании стендера в связи с наложениями возможных ограничений на размер зоны работы противовесов или зоны маневрирования стендера.

5.1.9 При осуществлении одновременной работы стендеров схема размещения стендеров на причале должна согласовываться с изготовителем оборудования для проведения анализа пересечения зон действия стендеров и их противовесов.

5.1.10 Трубопроводы стендера должны быть рассчитаны на максимальную скорость передачи продукта 12 м/с, если иное не установлено заказчиком. Более высокие скорости допускаются на местах

с ограниченным диаметром условного прохода, например в ПМАР, при условии, что кавитация и вибрация приемлемы.

5.1.11 При проектировании необходимо учитывать общие требования безопасности по ГОСТ 12.2.003, ГОСТ 12.2.044, ГОСТ 32569, ГОСТ Р 56352, ГОСТ Р 56400, ГОСТ Р ИСО 28460.

5.1.12 При проектировании стендеров необходимо учитывать основные характеристики материала:

- механические характеристики (в т. ч. ударную вязкость, критическую температуру хрупкости);
- коррозионную и эрозионную стойкость;
- свариваемость (углеродный эквивалент).

5.1.13 При проектировании стендеров для различных климатических районов необходимо выполнять требования ГОСТ 15150.

5.1.14 Безопасность и механическую прочность конструкции каждого стендера для каждого места установки подтверждают расчетами на прочность и устойчивость. При расчете на прочность и устойчивость учитывают все виды воздействий на конструкцию стендера, указанные в техническом задании заказчика.

5.1.15 При осуществлении расчетов прочности необходимо учитывать требования ГОСТ 25.001, ГОСТ 27609.

5.1.16 При разработке общей конструкции стендеров, а также системы управления стендером и системы аварийного разъединения следует учитывать:

- возможность образования взрывоопасной зоны в случае разъединения стендера и выброса продукта;
- способность накапливать электростатические заряды.

5.1.17 Для стендера должна быть проведена классификация взрывоопасных зон, в которых возможно образование горючих газов или паров. Результаты классификации служат исходными данными для правильного выбора, проектирования, эксплуатации и технического обслуживания стендерного оборудования, предназначенного для применения во взрывоопасных газовых средах в соответствии с ГОСТ 31610.10-1.

5.1.18 В случае наличия взрывоопасных зон в месте монтажа и эксплуатации стендера, должны выполняться требования ГОСТ 31610.0.

5.1.19 Для защиты стендера от накопления электростатических зарядов должен быть установлен электроизолирующий фланец в соответствии с подпунктами 5.1.2.49—5.1.2.57 ГОСТ Р 71697—2024, а также выполнены требования по заземлению стендерного оборудования в соответствии с подразделом 7.11 ГОСТ Р 71697—2024.

5.2 Анализ напряжений

5.2.1 Анализ напряжений осуществляется для проектирования конструкций стендера, способных выдерживать заданную нагрузку, с использованием оптимального количества материала и получения подтверждения функционирования стендера в рамках рабочего диапазона без поломок и деформаций.

5.2.2 Анализ напряжений может быть выполнен с помощью классических математических методов, аналитического математического моделирования, или компьютерного моделирования, или комбинации методов. Изготовитель стендеров самостоятельно определяет метод для анализа напряжений.

5.2.3 Анализ напряжений определяет количественное описание распространения приложенных сил по конструкции стендера, приводя к напряжениям, деформациям и прогибам всей конструкции и каждого ее компонента.

5.2.4 Основой для анализа напряжений являются геометрическое описание конструкции стендера, свойства материалов, используемых для ее деталей, способ соединения деталей и максимальные или типичные усилия, которые, как ожидается, будут приложены к конструкции.

5.2.5 Анализ напряжений стендера должен быть выполнен для случаев и условий нагружения, указанных в таблице 1, при всех соответствующих положениях стендера в пределах границ рабочего диапазона. Полный анализ напряжений и прогибов в стендере и грузовых коллекторах судна выполняется, как правило, в пределах от 12 до 16 позиций, но, как минимум, для положений стендера, указанных на рисунке 2.

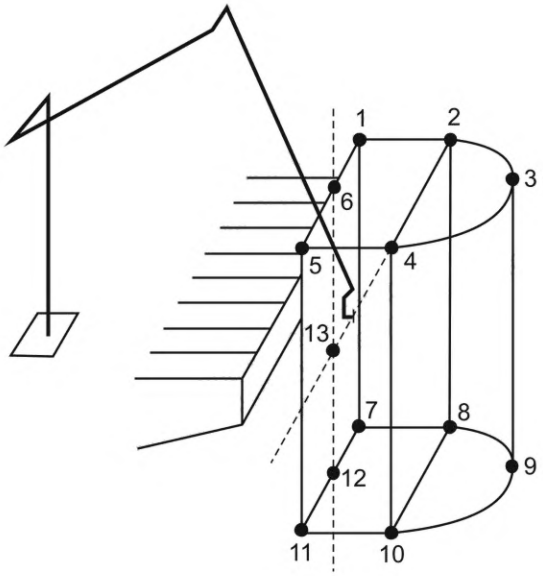


Рисунок 2 — Точки положения соединителя стендера
в рабочем диапазоне для анализа напряжений

5.2.6 Изготовитель стендеров должен подготовить отчет о напряжении для комбинаций нагрузок, указанных в таблице 1 при всех соответствующих позициях стендера, как минимум указанных на рисунке 2, в эксплуатационном режиме. При необходимости в соответствии с 5.3.9, перечисление м), в анализ должен быть включен коллектор судна СПГ.

Допускаемая нагрузка для стендера должна быть установлена с учетом особенностей каждого стендера, каждого трубопровода СПГ с определенным давлением, каждого типа грузового коллектора судна и для всех режимов положения стендера: режима гидростатического испытания, режима гаражного положения, режима аварийного разъединения, режима технического обслуживания.

Таблица 1 — Анализ напряжений

Режим стендера *A*		Комбинация нагрузок L_{CA}	Допускаемое расчетное напряжение *S* $K_н$[3] · *Sd*
1	Гаражное положение	DL[2] + WL_S	1,2*Sd*
2	Гаражное положение	DL[2] + EL	1,2*Sd*
3	Маневрирование[1]	$DL + WL_O$	0,9*Sd*
4	Присоединенный[1]	$DL + WL_O$	0,8*Sd*
5	Присоединенный[1]	$DL + FL + PL + WL_O$	0,8*Sd*
6	Присоединенный	$DL + FL + PL + WL_O + TL$	1,5*Sd*
7	Аварийное разъединение (при пустом продуктопроводе)	$DL + WL_O$	1,1*Sd*
8	Аварийное разъединение (при заполненном продуктопроводе)	$DL + FL + PL + WL_O$	1,1*Sd*
9	Техническое обслуживание	DL[2] + WL_M	0,9*Sd*
10	Гидростатическое испытание	DL[2] + $FL + PL_T + WL_M$	1,3*Sd*

Окончание таблицы 1

[1] Как правило, землетрясения учитываются для стендеров в гаражном положении. Если заказчик считает необходимым включить в расчеты случаи землетрясений для маневрирующих или присоединенных стендеров, то необходимо пересмотреть комбинации нагрузок для этих элементов. Для расчетов используется шкала по [3].

[2] В режимах 1, 2, 9 и 10 из *DL* исключается нагрузка от образования льда.

[3] Указанные коэффициенты $K_н$ были разработаны для каждого конкретного режима специально для стендеров, на которые распространяются международные требования к трубопроводам, работающим под давлением: для стендеров, подключенных к трубопроводам причала и трубопроводам коллектора для перевозки сжиженного газа, для режима аварийного разъединения или режима гидростатических испытаний стендеров, а также при нахождении стендеров в режиме гаражного положения, режиме маневрирования или режиме технического обслуживания.

Примечание — В настоящей таблице применены следующие обозначения:

DL — нагрузка от собственного веса оборудования;

EL — нагрузка от сейсмического воздействия;

FL — нагрузка от веса жидкости;

PL — расчетное внутреннее давление;

PL_T — пробное (испытательное) давление;

TL — температурные напряжения;

WL_S — ветровая нагрузка в гаражном положении;

WL_O — ветровая нагрузка в рабочем режиме;

WL_M — ветровая нагрузка в режиме обслуживания;

A — режим стендера;

L_{CA} — комбинация нагрузок;

$K_н$ — коэффициент нагруженности стендеров;

Sd — номинально допускаемое напряжение.

5.2.7 По согласованию с заказчиком может потребоваться расчет нагрузок на строповочные проушины, используемые при погрузо-разгрузочных работах, установке и монтаже.

5.3 Расчет нагрузок и напряжений

5.3.1 Для проведения расчета и анализа напряжений необходимо определить действующие на стендер нагрузки исходя из параметров, заданных в опросном листе.

5.3.2 Допускаемое расчетное напряжение *S* вычисляется путем умножения номинального допускаемого расчетного напряжения *Sd* на коэффициент нагруженности стендеров $K_н$ в установленном порядке.

Номинальное допускаемое расчетное напряжение *Sd* для конструкционных элементов, находящихся под давлением и без давления, должно быть ниже:

- предела текучести/1,5, или
- предела прочности при растяжении/3 для аустенитных сталей и предела прочности при растяжении/2,4 для ферритных сталей.

Предел текучести и предел прочности при растяжении должны соответствовать значениям, указанным в соответствующих стандартах на материалы.

5.3.3 Расчетное внутреннее давление *PL* должно определяться исходя из проектного давления, указанного в опросном листе. Пробное (испытательное) давление PL_T определяется по методике ГОСТ 34233.1.

5.3.4 Нагрузка от веса жидкости *FL* должна основываться на максимальном удельном весе СПГ.

5.3.5 В случае если в таблице А.9 ГОСТ Р 71697—2024 не указано иное, то комбинация нагрузок, включающая в себя нагрузку от собственного веса оборудования и ветровую нагрузку (*DL* + *WL*), должна включать в себя нагрузку от образования льда (удельная плотность льда, равная 0,80) исходя из следующих показателей его толщины:

а) 6 мм — для всех элементов в холодном климате;

б) 25 мм — на элементах, содержащих продукт (продуктопроводов).

Примечание — Данные толщины льда не суммируются, а используются для расчета соответствующих элементов, к которым относятся.

5.3.6 Температурные напряжения *TL* — это напряжения, вызванные разностями температур материала. Разности температур, используемые в проектировании, должны основываться на указанных расчетных температурах и температурах окружающей среды и теплового излучения. Данные температуры должны применяться в самом экстремальном сочетании.

Процедура захолаживания оборудования является штатным эксплуатационным режимом работы стендера.

Данная процедура должна обеспечивать приемлемые температурные градиенты для структурных элементов с целью предотвращения возникновения критических температурных напряжений. Для этого рассчитывают максимально допускаемую скорость захолаживания оборудования и устанавливают минимальное время процедуры.

5.3.7 Расчетные схемы для стендеров для определения ветровых, сейсмических и других внешних нагрузок выбирает организация (предприятие или физическое лицо), выполняющая расчет нагрузок. Расчет ветровой и сейсмической нагрузок рекомендуется производить по методикам ГОСТ 34283. Для стендеров возможно использование методики расчетов ветровых нагрузок, представленной в 5.3.7.1, 5.3.7.2.

Ветровые нагрузки *WL* рассчитываются для наихудшего направления (направлений) ветра. При использовании данной методики изготовитель стендера должен рассчитать ветровые нагрузки, как указано в 5.3.7.2.

5.3.7.1 Расчет ветрового давления

Ветровое давление на высоте z выше минимального уровня воды q_z, Н/м^2, вычисляют по формуле

$$q_z = 0{,}613 \cdot K_z \cdot K_{ZT} \cdot V^2 \cdot I, \quad (1)$$

где K_z — коэффициент ветрового давления, рассчитанный для высоты z;

K_{ZT} — топографический коэффициент, равный 1,0;

V^2 — базовая скорость ветра продолжительностью 3 с на высоте 10 м над самым низким уровнем воды, м/с;

I — коэффициент важности, равный 1,0.

Коэффициент ветрового давления K_z вычисляют по формулам

$$K_z = 2{,}01 \cdot \left(\frac{Z}{Zg}\right)^{\frac{2}{\alpha}} \text{ для } 4{,}6 \le Z \le Zg; \quad (2)$$

$$K_z = 2{,}01 \cdot \left(\frac{4{,}6}{Zg}\right)^{\frac{2}{\alpha}} \text{ для } Z < 4{,}6, \quad (3)$$

где Z — высота над минимальным уровнем воды, м (см. таблицу А.9 ГОСТ Р 71697—2024);

Zg — высота уклона, м (см. таблицу 2);

α — экспоненциальный коэффициент (см. таблицу 2).

Таблица 2 — Воздействие ветра на разных типах местности

Тип местности	α	Zg, м
C	9,5	274
D	11,5	213

Тип местности *C* обозначает открытую местность с рассеянными препятствиями, высота которых, как правило, не превышает 10 м.

Тип местности *D* обозначает плоские, беспрепятственные места, подвергающиеся воздействию ветра, проходящего над открытой водой на расстояние не менее 1,6 км. Тип местности *D* распростра-

няется на 4000 м от береговой линии или на расстояние, в 10 раз превышающее высоту стендера, в зависимости от того, что больше.

Примечание — Для стендеров, как правило, используют тип местности *D*, за исключением случаев, когда использование типа местности *C* обосновано. В отдельных случаях при расчетах ветровых нагрузок необходимо учитывать положения СП 20.13330.

5.3.7.2 Расчет ветровой нагрузки

Ветровую нагрузку *F*, Н, вычисляют по формуле

$$F = q_z \cdot G \cdot C_f \cdot A_f, \quad (4)$$

где G — коэффициент воздействия порыва ветра, равный 0,85;

C_f — коэффициент аэродинамического сопротивления;

A_f — площадь проектирования по нормали к ветру, м^2.

Коэффициент воздействия порыва ветра G учитывает влияние приложенной в направлении вдоль ветрового потока нагрузки, вызванной воздействием на стендер турбулентности ветра. Он также учитывает приложенную в направлении вдоль ветрового потока нагрузку, обусловленную динамическим ветровым давлением на гибкие конструкции. Коэффициент не учитывает влияние поперечной ветровой нагрузки, вихревого возбуждения, нарушения устойчивости или динамические эффекты растяжения. Если более высокий коэффициент обоснован с учетом динамической чувствительности к ветру, то он определяется в соответствии с [4].

Коэффициент аэродинамического сопротивления C_f учитывает ветровое воздействие в направлении вдоль ветра, обусловленное формой стендера или его сопротивлением движению ветра. Стендеры являются уникальными конструкциями и для них не установлены единые данные аэродинамических испытаний для определения точного значения аэродинамических коэффициентов. Однако на основе рекомендаций, представленных в [4], для круглых цилиндрических форм рекомендуются коэффициенты, перечисленные в таблице 3.

Таблица 3 — Коэффициенты силы ветрового воздействия

Поперечное сечение	Тип поверхности	C_f
Круглое $D\sqrt{q_z} > 5{,}3$	Относительно гладкая Шероховатая	0,7 1,0
Круглое $D\sqrt{q_z} > 5{,}3$	Все	1,2
Плоское или угловое	Все	1,7
Примечание — D — диаметр, м; q_z — выетровое давление на высоте z выше минимального уровня воды, Н/м^2.		

В качестве альтернативы изготовитель стендера может определить ветровые нагрузки путем испытаний в аэродинамической трубе на репрезентативной модели, которая включает все положения, принимаемые стендером.

5.3.8 Расчет сейсмических нагрузок должен быть основан на величине уровня сейсмической активности, безопасного для эксплуатации (см. таблицу А.9 ГОСТ Р 71697—2024). По требованию заказчика следует также учитывать сейсмические нагрузки для уровня сейсмической активности, при котором требуется остановка в целях безопасности (Safe Shutdown Earthquake, SSE — Режим «Безопасное возвращение стендера за линию причала во время землетрясения»). В этом случае изготовитель стендера должен определить допускаемое напряжение и согласовать его с заказчиком.

Сейсмические нагрузки следует рассматривать, как действующие в плоскостях, параллельной и перпендикулярной к поверхности причала. Также следует учитывать, что нагрузка одновременно действует по горизонтали и по вертикали.

Расчет сейсмических нагрузок должен быть выполнен в соответствии с региональными или национальными стандартами и правилами для стендера в гаражном положении. По требованию заказчика расчет сейсмических нагрузок может быть произведен для маневрирующих или присоединенных стендеров (см. таблицу 1), в этом случае следует пересмотреть комбинации нагрузок.

5.3.9 Порядок определения расчетного напряжения:

а) определяют расчетные нагрузки для различных расчетных случаев;

б) рассчитывают напряжения, используя поведение линейно-упругого материала и эквивалентное напряжение (Треска, по Мизесу или главное напряжение);

в) определяют допускаемое расчетное напряжение;

г) проверяют, что эквивалентное напряжение не превышает допускаемое расчетное напряжение;

д) проверяют, что напряжения, вызванные локальным разрывом и/или локальными температурными напряжениями, не превышают двукратного предела текучести;

е) при отсутствии ссылки на региональные или национальные стандарты и правила, или нормы, элементы под преобладающим напряжением сжатия должны иметь коэффициент безопасности 2 относительно нестабильности;

ж) максимальная деформация компонентов должна быть ограничена, чтобы функциональность оборудования и требования к зазору, как указано, гарантировались при всех условиях нагрузки;

и) проверяют динамические характеристики, при необходимости;

к) комплектные сборки тросов при их наличии в конструкции стендера, включая крепления, должны иметь коэффициент безопасности не менее 5, относящийся к минимальной номинальной прочности на разрыв;

л) производитель стендера должен убедиться, чтобы нагрузки, передаваемые на фланец грузового коллектора судна, при любых обстоятельствах ограничивались максимальным значением, указанным собственником, но не превышали значения, указанные в [5].

м) Нагрузки на грузовой коллектор судна следует анализировать на основании режимов 4 и 5 в таблице 1;

н) коэффициенты запаса прочности должны использоваться для фланцев отводов и переходов трубопроводов и т. д. Корректирующие коэффициенты для присоединительных поверхностей фланцев должны быть ограничены дугами в 90° или менее. При необходимости следует учитывать воздействие шарниров.

5.4 Расчет нагрузок для шарнирных соединений продуктопровода

5.4.1 Шарнир должен содержать как минимум два уплотнения: одно первичное и одно вторичное. Технологическое отверстие обнаружения утечки шарнира должно быть предусмотрено в кольцевом пространстве между первичным и вторичным уплотнениями.

5.4.2 Конструкция шарнира не должна допускать избыточного давления между первичным и вторичным уплотнением, что может привести к внешней утечке, превышающей предельную допускаемую скорость утечки. Предельная допускаемая скорость утечки составляет 10 $см^3$/мин на 1 см диаметра первичного уплотнения на месте обнаружения между первичными и вторичными уплотнениями.

5.4.3 Конструкция шарнира не должна допускать возникновения бринеллирования, превышающего допускаемое максимальное бринеллирование. Допускаемое максимальное бринеллирование — это когда ширина вдавливания равна или менее 8 % от диаметра шарика или ролика.

5.4.4 Шарнирные соединения должны проектироваться для расчетного внутреннего давления *PL*, а также должны выдерживать тестовые нагрузки, равные наихудшей расчетной комбинации нагрузок. Данное сочетание нагрузок для каждого этапа определяют путем умножения значения эквивалентной осевой нагрузки на шарнир ($P_{CA\ шарнир}$), рассчитываемой на стадии проектирования, на коэффициент безопасности *SF*, который указан в таблице 4 для каждого этапа:

- коэффициент безопасности $SF_a \cdot P_{CA\ шарнир} + PL$ для предотвращения нарушения прочности,
- коэффициент безопасности $SF_b \cdot P_{CA\ шарнир} + PL$ для предотвращения утечки с предельной допускаемой скоростью утечки, как определено в 5.4.2, и
- коэффициент безопасности $SF_c \cdot P_{CA\ шарнир} + PL$ для предотвращения бринеллирования, с допускаемым бринеллированием, как указано в 5.4.3.

Коэффициент безопасности, приведенный в таблице 4, представляет собой сочетание максимально допускаемой эквивалентной осевой нагрузки и рассчитанной максимальной эквивалентной осевой нагрузки шарнира.

Таблица 4 — Коэффициент безопасности шарнирных соединений

Режим стендера (см. таблицу 1)	SF_a нарушение прочности	SF_b утечка	SF_c бринеллирование
3, 4, 5 или 9	4,0	2,0	1,5
1, 2, 7, 8 или 10	3,33 (=4,0/1,2)	1,67 (=2,0/1,2)	1,25 (=1,5/1,2)
SSE	2,0 (=4,0/2,0)	1,0 (=2,0/2,0)	0,75 (=1,5/2,0)
Примечания 1 Шарнирные соединения не рассчитываются для режима стендера 6. 2 *PL* или PL_T добавляются только в условиях 5, 8 и 10 согласно таблице 1. 3 SSE.			

Если комбинации нагрузок отличаются от приведенных в таблице 1, следует выбирать соответствующий коэффициент безопасности.

5.4.5 Эквивалентную осевую нагрузку $P_{CA\text{шарнир}}$ рассчитывают по формуле

$$P_{CA\text{шарнир}} = F_A + 5\frac{M_T}{d} + 2{,}3F_R\text{tg}\alpha, \quad (5)$$

где F_A — внешняя осевая нагрузка, Н;
M_T — внешний изгибающий момент, Н·м;
d — диаметр дорожки качения, м;
F_R — внешняя радиальная нагрузка, Н;
α — угол контакта (угол между плоскостью шарико-роликовой опорной части и центром контакта на поверхности шарико-роликовой дорожки).

5.4.6 Испытание шарнирного соединения на допускаемую нагрузку проводят в три этапа согласно подпункту 9.2.2.2 ГОСТ Р 71697—2024.

5.5 Расчет нагрузок для опорной конструкции стендера

5.5.1 Опорная конструкция стендера обеспечивает перераспределение нагрузок на продуктопровод, который располагается внутри опорной конструкции. Элементы трубопровода-продуктопровода, испытывающие термические изменения в связи с влиянием криогенных температур от переваливаемого СПГ, свободно расширяются или сжимаются внутри конструкции и не должны подвергать опорную конструкцию воздействию низких температур.

5.5.2 Для опорной конструкции необходимы расчеты на статическую и циклическую прочность.

5.5.3 Если иное не указано заказчиком, в качестве исходных данных используются следующие годичные движения грузового коллектора судна в качестве обязательного минимума:

- вертикальная качка судна СПГ = $1 \cdot 10^6$ движений в год (общее перемещение коллектора в год 75 000 м);
- продольно-горизонтальная качка судна СПГ = $1 \cdot 10^6$ движений в год (общее перемещение коллектора в год 100 000 м);
- поперечно-горизонтальная качка судна СПГ = $1 \cdot 10^6$ движений в год (общее перемещение коллектора в год 5000 м).

Каждое отдельное вращательное движение шарниров опорной конструкции рассчитывается отдельно для каждого из указанных выше движений, и выбирается максимальный угол поворота шарнира.

Вышеуказанные числа необходимо умножать на срок эксплуатации конструкции и их следует использовать для расчета циклических движений шарниров опорной конструкции.

Для циклических движений шарниры опорной конструкции должны быть рассчитаны/выбраны с коэффициентом запаса прочности не менее 4.

5.5.4 Расчет статической нагрузки шарниров опорной конструкции выполняется по следующим критериям:

а) коэффициент безопасности $SF_a \cdot P_{CA\ опора}$, без структурного разрушения;

б) коэффициент безопасности $SF_c \cdot P_{CA\ опора}$, широта бринеллирования составляет не более 8 % от диаметра шарика или ролика.

Коэффициент безопасности — это отношение максимальной эквивалентной осевой нагрузки, при которой происходит процесс, к расчетной максимальной эквивалентной осевой нагрузке, указанной в таблице 4.

Эквивалентная осевая нагрузка $P_{CA\ опора}$ рассчитывается по формуле

$$P_{CA\,опора} = F_A + 5\frac{M_T}{d} + 2{,}3F_R \mathrm{tg}\alpha, \tag{6}$$

где F_A — внешняя осевая нагрузка, Н;

M_T — внешний изгибающий момент, Н · м;

d — диаметр дорожки качения, м;

F_R — внешняя радиальная нагрузка, Н;

α — угол контакта (угол между плоскостью шарико-роликовой опорной части и центром контакта на поверхности шарико-роликовой дорожки).

В случае, если вышеуказанный способ не применим для типа используемого шарнира опорной конструкции, другие конструктивные нормы и правила предлагаются производителем стендера.

5.6 Расчет допускаемых нагрузок для ПМАР

5.6.1 Приводная муфта аварийного разъединения (ПМАР или ERC) является исполнительным механизмом САР, непосредственно обеспечивающим физическое разъединение стендера и судна в аварийной ситуации. САР проектируется таким образом, чтобы ПМАР работала только во время передачи СПГ и во время испытаний.

5.6.2 ПМАР устанавливается в вертикальной части тройного шарнирного узла внешнего плеча, фланцы ПМАР должны располагаться в горизонтальной плоскости. Другие решения по размещению ПМАР могут быть допустимы только после обоснования изготовителем эквивалентного уровня безопасности.

5.6.3 Расчет допускаемых нагрузок на ПМАР основывается на сочетании расчетного внутреннего давления PL и максимальной расчетной эквивалентной нагрузки, которая базируется на комбинации максимальных нагрузок L_{CA} (см. таблицу 1) на ПМАР в каждом отдельном режиме стендера.

Коэффициенты безопасности, перечисленные в таблице 5, используются для определения максимальных расчетных эквивалентных нагрузок:

а) коэффициент безопасности $SF_a \cdot L_{CA} + PL$ от разрушения и разделения конструкции;

б) коэффициент безопасности $SF_b \cdot L_{CA} + PL$ от утечки и постоянной деформации.

Таблица 5 — Коэффициент безопасности для ПМАР и БРС

Режим стендера (см. таблицу 1)	SF_a разрушение и разделение конструкции	SF_b утечка и постоянная деформация
3, 4, 5 или 9	4,0	2,0
1, 2, 7, 8 или 10	3,33 (=4,0/1,2)	1,67 (=2,0/1,2)
SSE	2,0 (=4,0/2,0)	1,0 (=2,0/2,0)
Примечания 1 ПМАР или муфта БРС не рассчитываются для режима стендера 6. 2 PL или PL_T добавляются только в случае 5, 8 и 10 в соответствии с таблицей 1. 3 SSE.		

В случае, если комбинации нагрузок отличаются от таблицы 1, выбирается соответствующий коэффициент безопасности.

5.6.4 Расчет допускаемых нагрузок осуществляется для проведения испытаний ПМАР. Испытания ПМАР на прочность проводятся согласно подпункту 9.2.3.3 ГОСТ Р 71697—2024.

5.7 Расчет допускаемых нагрузок для муфты БРС

5.7.1 Муфта БРС должна расцепляться под воздействием максимальных нагрузок, в том числе заданного обледенения.

5.7.2 Расчет допускаемых нагрузок для муфты БРС основывается на комбинации расчетного внутреннего давления *PL* и максимальной расчетной эквивалентной нагрузки L_{CA} (см. таблицу 1), которая представляет собой сочетание наиболее нагруженного положения стендера и внешнего осевого, изгибающего момента и поперечных нагрузок на фланце грузового коллектора судна.

Коэффициенты безопасности, приведенные в таблице 5, используются для определения максимальных эквивалентных нагрузок:

- коэффициент безопасности $SF_a \cdot L_{CA} + PL$ (см. 5.6.3, примечание 2 к таблице 5) от разрушения и разделения конструкции;
- коэффициент безопасности $SF_b \cdot L_{CA} + PL$ (см. 5.6.3, примечание 2 к таблице 5) от утечки и постоянной деформации.

В случае, если комбинации нагрузок отличаются от приведенных в таблице 1, выбирается соответствующий коэффициент безопасности.

Коэффициенты безопасности рассчитываются с учетом положения, при котором минимальное количество соединительных зажимов муфты БРС будет находиться в напряжении только за счет изгибающего момента.

5.7.3 Муфта должна оставаться герметичной в случае, если по меньшей мере один из соединительных зажимов выходит из строя при максимальной эквивалентной расчетной нагрузке и, как минимум, рабочем давлении.

5.7.4 Расчет допускаемых нагрузок осуществляется для проведения испытаний муфты БРС. Испытания муфты БРС на прочность проводят согласно подпункту 9.2.4.3 ГОСТ Р 71697—2024.

6 Требования безопасности и охраны окружающей среды

6.1 Правила безопасности при проектировании и изготовлении элементов стендера — в соответствии с требованиями ГОСТ Р 71697.

6.2 При проектировании стендеров необходимо учитывать основные характеристики материала:

- механические характеристики (в т. ч. ударную вязкость, критическую температуру хрупкости);
- коррозионную и эрозионную стойкость;
- свариваемость (углеродный эквивалент);
- способность накапливать электростатические заряды.

6.3 При проектировании стендеров должны быть установлены требования, обеспечивающие безопасность:

- при нормальных условиях эксплуатации и использовании стендеров по назначению в соответствии с ТУ;
- критическом отказе в нормальных условиях эксплуатации;
- возможных внешних воздействиях (землетрясение, наводнение, огневое воздействие и др.), исходя из их характеристик;
- ошибках обслуживающего персонала.

6.4 Безопасность стендеров обеспечивается на этапе проектирования:

- соответствием конструкции показателям назначения и требованиям заказчика;
- правильным применением материалов для изготовления узлов и деталей стендеров;
- подтверждением конструкции расчетами на прочность;
- применением апробированных или подтвержденных испытаниями конструктивных решений;
- выполнением требований ГОСТ 31610.0 в случае наличия возможности образования взрывоопасной зоны в месте монтажа и эксплуатации стендера;
- соблюдением правил постановки продукции на производство, предусмотренных ГОСТ Р 15.301.

6.5 Конструктивные решения стендеров должны обеспечивать:

- надежность функционирования и безопасность для персонала в рабочих условиях;
- прочность корпусных деталей и сварных соединений;
- плотность материалов корпусных деталей и сварных соединений;
- плавность хода и отсутствие заедания подвижных элементов, исключающие возможность их механического повреждения.

6.6 При проектировании стендера необходимо обеспечивать соблюдение требований природоохранного законодательства Российской Федерации и требования подраздела 7.9 ГОСТ Р 71697—2024.

Библиография

[1] ИСО 16904:2016 Нефтяная и газовая промышленность. Конструкция и испытание стендера для перегрузки сжиженного природного газа на обычных береговых причалах (Petroleum and natural gas industries — Design and testing of LNG marine transfer arms for conventional onshore terminals)

[2] OCIMF Design and Construction Specification for Marine Loading Arms» (4th edition 2019)

[3] MSK-64 Шкала сейсмической интенсивности MSK-1964

[4] СП 201.1325800.2014 Национальное приложение. EN 1991-1-4:2005. Еврокод 1. Воздействие на строительные конструкции. Часть 1-4. Общие воздействия. Ветровые нагрузки

[5] OCIMF/SIGTTO Recommendations for manifolds for refrigerated liquefied natural gas carriers

УДК 621.643:006.354 ОКС 23.040

Ключевые слова: стендер, стендерное оборудование, сжиженный природный газ, отпарной газ, терминал, судно, общие технические условия, система аварийного разъединения

Редактор *Е.В. Якубова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *С.И. Фирсова*
Компьютерная верстка *Е.А. Кондрашовой*

Сдано в набор 13.01.2026. Подписано в печать 09.02.2026. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,37.

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.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru