



ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ
СТАНДАРТ
РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ПНСТ
719—
2025

Нефтяная и газовая промышленность
СИСТЕМЫ ПОДВОДНОЙ ДОБЫЧИ

**Сооружения морских стационарных платформ.
Проектирование по допускаемым напряжениям.
Общие положения**

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 23 января 2025 г. № 1-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 применения	1
2 Нормативные ссылки.	1
3 Термины и определения	2
4 Общие положения	2
5 Нагрузки и расчетные режимы	2
5.1 Нагрузки	2
5.2 Расчетные режимы	3
6 Конструкционные материалы	4
6.1 Конструкционные стали.	4
6.2 Конструкционные бетоны и арматура	4
7 Критерии прочности и устойчивости	4
7.1 Общие сведения	4
7.2 Критерий прочности	5
7.3 Критерий устойчивости.	5
7.4 Критерий усталостной прочности	5
8 Расчеты прочности.	6
8.1 Общие сведения	6
8.2 Расчеты.	6
Библиография	8

Введение

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

Целью разработки настоящего стандарта является установление общих принципов проектирования по допускаемым напряжениям морских стационарных платформ, обеспечивающих эксплуатацию систем подводной добычи углеводородов.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Нефтяная и газовая промышленность

СИСТЕМЫ ПОДВОДНОЙ ДОБЫЧИ

Сооружения морских стационарных платформ.

Проектирование по допускаемым напряжениям. Общие положения

Petroleum and natural gas industry. Subsea production systems. Structures of fixed offshore platforms.
Working stress design. General principles

Срок действия — с 2025—04—01
до 2028—04—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает общие принципы проектирования по допускаемым напряжениям морских стационарных платформ, входящих в состав объектов обустройства морских месторождений углеводородов, осваиваемых с применением систем подводной добычи.

Настоящий стандарт распространяется на морские стационарные платформы с гравитационным или свайным фундаментами, корпусные конструкции которых выполнены из стали или бетона (железобетона, сталебетона, сталежелезобетона).

Положения настоящего стандарта предназначены для применения совместно с положениями ГОСТ Р 70831 и правилами Российского морского регистра судоходства [1] и [2].

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ Р 55311 Нефтяная и газовая промышленность. Сооружения нефтегазопромысловые морские. Термины и определения

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

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

ГОСТ Р 71119 Нефтяная и газовая промышленность. Сооружения нефтегазопромысловые морские. Стационарные бетонные сооружения. Основные требования

СП 16.13330 «СНиП II-23-81* Стальные конструкции»

СП 41.13330 «СНиП 2.06.08-87 Бетонные и железобетонные конструкции гидротехнических сооружений»

СП 369.1325800 Платформы морские стационарные. Правила проектирования

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 и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 55311, ГОСТ Р 59304 и СП 41.13330.

4 Общие положения

4.1 Проектирование стационарных морских платформ (МСП), эксплуатирующихся в составе системы подводной добычи (СПД), должно осуществляться в соответствии с положениями ГОСТ Р 70831, ГОСТ Р 71119, СП 16.13330, СП 369.1325800 с учетом обеспечения безопасной эксплуатации, включая экологическую безопасность, в течение всего срока службы сооружения, а также обеспечения выполнения работ по освидетельствованию/осмотру и текущему ремонту конструкций.

4.2 Расчеты прочности следует выполнять применительно ко всем конструктивным элементам МСП: специальным, основным и второстепенным.

4.3 Конструкции МСП должны обеспечивать прочность в течение всего срока службы и удовлетворять принятым критериям в следующих расчетных режимах:

- транспортирование на точку эксплуатации;
- установка на точке эксплуатации;
- эксплуатация;
- выживание;
- снятие с точки эксплуатации.

5 Нагрузки и расчетные режимы

5.1 Нагрузки

5.1.1 Общие сведения

5.1.1.1 Нагрузки, действующие на конструкции МСП, подразделяются:

- на внешние нагрузки, вызываемые воздействием окружающей среды (волнения, ветра, течения, льда, грунта, сейсмической активности, температуры и т. п.);
- функциональные нагрузки, создаваемые массой сооружения и связанные с его функционированием (работой механизмов, устройств, систем и т. д.).

5.1.1.2 В зависимости от продолжительности действия нагрузки подразделяют на постоянные и переменные (длительные, кратковременные и особые). В зависимости от ответной реакции сооружения нагрузки и воздействия подразделяют на статические и динамические. В зависимости от зоны своего влияния нагрузки подразделяют на глобальные (общие) и локальные (местные).

5.1.2 Постоянные нагрузки

В состав постоянных нагрузок входят:

- собственный вес МСП;
- грунтовые нагрузки и вес грунта в объеме, зависящем от схемы взаимодействия сооружения и основания;
- гидростатическое давление и т. д.

5.1.3 Длительные нагрузки

В состав длительных нагрузок входят:

- вес стационарного оборудования, а также объем рабочих жидкостей, заполняющих оборудование;
- температурные воздействия от оборудования;
- нагрузки, обусловленные пребыванием персонала на МСП;
- нагрузки от хранящихся запасов;

- нагрузки от веса хранящегося продукта (нефти, газа и пр.);
- нагрузка от грузов, в том числе вес вертолета при стоянке на посадочной площадке;
- нагрузки от отходов жизнедеятельности и т. д.

5.1.4 Кратковременные нагрузки

В состав кратковременных нагрузок входят:

- нагрузки от оборудования, возникающие в пусконаладочном, остановочном, переходном и испытательном режимах, а также при его перестановке или замене;
- нагрузки, обусловленные пребыванием ремонтного персонала, ремонтных материалов в зонах обслуживания и ремонта оборудования;
- нагрузки от подвижного подъемно-транспортного оборудования, включая вес транспортируемых грузов;
- нагрузки при взлете/посадке вертолета;
- снеговые нагрузки и нагрузки от обледенения;
- ветровые нагрузки;
- волновые;
- нагрузки от течения;
- ледовые нагрузки и т. д.

5.1.5 Особые нагрузки

К особым нагрузкам относятся:

- сейсмические нагрузки;
- нагрузки от взрывов;
- нагрузки, обусловленные пожаром;
- нагрузки, вызываемые резкими нарушениями технологического процесса и поломками оборудования;
- нагрузки от столкновения транспортного оборудования с конструкциями МСП;
- нагрузки от падения объектов и т. д.

5.2 Расчетные режимы

5.2.1 Режим транспортирования на точку эксплуатации

5.2.1.1 Нагрузки, которые должны рассматриваться в расчетах прочности МСП в режиме транспортирования, включают глобальные и локальные постоянные и переменные нагрузки от воздействия окружающей среды и такие функциональные нагрузки, при которых возникают наибольшие напряжения в конструкции в рассматриваемом режиме.

5.2.1.2 В качестве расчетных значений переменных нагрузок принимают нагрузки с обеспеченностью $5 \cdot 10^{-4}$ при допустимых параметрах внешних условий, но не более высоты волны 3 % обеспеченности $h_3 \% = 7,0$ м.

5.2.1.3 В качестве расчетных значений ударных нагрузок принимают их значения с обеспеченностью $1 \cdot 10^{-6}$ в стационарном режиме волнения с допустимыми для режима транспортирования высотой волны 3 % обеспеченности $h_3 \%$ и периодом волны T_{av} при данной $h_3 \%$ в долговременном распределении и плавании на встречном волнении. При этом $h_3 \%$ принимают не более 7,0 м.

5.2.2 Режимы установки на точку и снятия с точки эксплуатации

Нагрузки, которые необходимо рассматривать в расчетах прочности в режимах установки на точку и снятия с точки эксплуатации, включают локальные постоянные и переменные нагрузки, вызываемые воздействием окружающей среды, и переменные нагрузки, возникающие при демонтаже конструкций и оборудования МСП.

5.2.3 Режим эксплуатации

5.2.3.1 Нагрузки, которые необходимо рассматривать в расчетах прочности конструкций МСП в режиме эксплуатации, включают:

- глобальные и локальные постоянные и переменные нагрузки, вызываемые воздействием окружающей среды (в том числе ледовые), соответствующие такой интенсивности, при которой возможно выполнение МСП основных функций;
- глобальные и локальные функциональные нагрузки, соответствующие режиму эксплуатации.

5.2.3.2 Должны быть рассмотрены возможные на практике наихудшие сочетания функциональных нагрузок, при которых возникают наибольшие напряжения в конструкциях. В качестве расчетных значений переменных нагрузок от воздействия окружающей среды принимают нагрузки повторяемостью один раз в год.

5.2.4 Режим выживания

5.2.4.1 Нагрузки, которые необходимо рассматривать в расчетах прочности конструкций МСП в режиме выживания, включают:

- глобальные и локальные постоянные и переменные экстремальные нагрузки от воздействия окружающей среды (в том числе ледовые);
- глобальные и локальные функциональные нагрузки, соответствующие экстремальному состоянию МСП по условиям безопасности.

5.2.4.2 Для МСП экстремальными ветровыми, волновыми, ледовыми и нагрузками от течения и температуры считаются вероятные из максимальных внешних нагрузок, могущих воздействовать на платформу за 100-летний период.

5.2.4.3 Должны быть рассмотрены возможные на практике наихудшие сочетания внешних нагрузок, при которых возникают наибольшие напряжения в конструкциях.

5.2.5 Детальная информация о расчетных режимах и нагрузках приведена в [2].

6 Конструкционные материалы

6.1 Конструкционные стали

Физико-механические свойства и химический состав сталей, применяемых в проектируемых и рассчитываемых конструкциях МСП, должны удовлетворять ГОСТ Р 70831 и СП 16.13330, а при проектировании, строительстве и эксплуатации МСП под техническим наблюдением Российского морского регистра судоходства (РМРС) — соответствовать положениям [2].

6.2 Конструкционные бетоны и арматура

Физико-механические свойства и технологические характеристики конструкционных бетонов и арматуры, применяемых в проектируемых и рассчитываемых конструкциях МСП, должны удовлетворять ГОСТ Р 71119 и СП 41.13330, а при проектировании, строительстве и эксплуатации МСП под техническим наблюдением РМРС — соответствовать положениям [3].

7 Критерии прочности и устойчивости

7.1 Общие сведения

7.1.1 Конструкция МСП должна быть спроектирована так, чтобы в течение ее срока службы выполнялось следующее общее условие безопасности:

$$\Phi \leq R\eta, \quad (1)$$

где Φ — расчетное значение обобщенного силового воздействия (например, расчетные внутренние усилия, нормальные, касательные или эквивалентные напряжения, расчетные деформации, перемещения, расчетное давление на пластину и т. п.), по которому осуществляют оценку предельного состояния;

R — расчетное значение обобщенной несущей способности (расчетное сопротивление конструкции), устанавливаемое нормативными документами; это, как правило, расчетный предел текучести материала или предельное давление на элементы, ширина раскрытия трещин в железобетоне и т. п.;

η — коэффициент безопасности, который связан со степенью ответственности того или иного элемента конструкции за прочность и надежность сооружения.

7.1.2 При выполнении условий безопасности должны выдерживаться критерии прочности и устойчивости, а также должны быть исключены следующие виды опасного состояния:

- чрезмерные деформации материала;
- потеря устойчивости формы;
- распространение усталостных трещин;
- хрупкие разрушения.

7.2 Критерий прочности

7.2.1 Критерий прочности устанавливает соответствие условиям, при которых исключается вероятность появления опасного состояния, связанного с развитием пластических деформаций и разрушением МСП в целом, отдельных корпусных конструкций или конструктивного элемента при разовом действии возможных в условиях эксплуатации наиболее неблагоприятных сочетаний нагрузок.

7.2.2 Критерий прочности для режима выживания определяется выражением

$$\sigma_d \leq \eta_1 R_d, \quad (2)$$

где σ_d — расчетные напряжения в конструкции при действии наиболее неблагоприятных сочетаний нагрузок, МПа;

η_1 — коэффициент безопасности;

R_d — расчетный предел текучести материала, МПа.

7.2.3 Детальная информация о критерии прочности приведена в [2].

7.3 Критерий устойчивости

7.3.1 Критерий устойчивости устанавливает соответствие условиям, при которых параметры элементов конструкций МСП обеспечивают сохранение устойчивого состояния заданной формы. Опасными считаются критические напряжения, соответствующие переходу конструкции из одной формы равновесия в другую.

7.3.2 Критерий устойчивости определяется выражением

$$\sigma_x \leq \eta_2 \sigma_{cr}, \quad (3)$$

где σ_x — расчетные напряжения в конструктивном элементе для заданного расчетного режима, МПа;

σ_{cr} — критические напряжения, МПа;

η_2 — коэффициент безопасности.

7.3.3 Детальная информация о критерии устойчивости и применяемых коэффициентах безопасности приведена в [2].

7.4 Критерий усталостной прочности

7.4.1 Критерий усталостной прочности устанавливает соответствие условиям, при которых исключается вероятность появления в процессе эксплуатации опасных по возможным последствиям усталостных повреждений, обусловленных нестационарным изменением во времени эксплуатационных нагрузок различной интенсивности.

7.4.2 Проектирование конструкций МСП допустимо вести по критерию «безопасное повреждение», согласно которому реализация усталостного критерия ориентирована на стадию образования макротрещин, а не их развития. Критерий инициирования трещины базируется на гипотезе линейного суммирования повреждений.

$$\sum_{i=1}^{i=K} n_i / N_i \leq \eta, \quad (4)$$

где n_i — число циклов напряжений при i -м уровне нагружения;

N_i — число циклов до появления трещины при i -м уровне нагружения;

K — число рассматриваемых уровней нагружения;

η — предельно допустимый уровень относительной повреждаемости.

7.4.3 Детальная информация о критерии усталостной прочности приведена в [2].

8 Расчеты прочности

8.1 Общие сведения

Расчеты прочности необходимо подразделять на следующие этапы:

- определение величин, характеристик и распределения расчетных глобальных и локальных нагрузок, их сочетаний для заданных режимов эксплуатации;
- определение напряжений от глобальных и локальных нагрузок, суммирование напряжений;
- определение расчетных напряжений или определение предельных нагрузок;
- проверка удовлетворения критериям прочности и устойчивости, определенным согласно разделу 7.

Все составные части расчета являются одинаково важными, и к их точности и обоснованности предъявляются одинаковые условия, такие, как и ко всему расчету в целом.

8.2 Расчеты

8.2.1 Расчеты конструктивных элементов выполняют с целью удовлетворения критериям, указанным в разделе 7. В расчетах конструктивных элементов используются расчетные схемы, учитывающие взаимовлияние смежных конструктивных элементов.

8.2.2 Критические напряжения σ_{cr} вычисляют по формулам:

$$\sigma_{cr} = \sigma_e \text{ при } \sigma_e \leq 0,6R_{eH}; \quad (5)$$

$$\sigma_{cr} = R_{eH}(1,113 - 0,32 R_{eH}/\sigma_e) \text{ при } 0,6R_{eH} < \sigma_e < 2,4R_{eH}; \quad (6)$$

$$\sigma_{cr} = R_{eH} \text{ при } \sigma_e \geq 2,4R_{eH}. \quad (7)$$

где σ_e — эйлерово нормальное напряжение, МПа;

R_{eH} — модуль нормальной упругости материала, МПа.

При определении касательных напряжений следует учитывать, что предел текучести стали по касательным напряжениям $\tau_T = 0,57R_{eH}$.

8.2.3 Если конструктивные элементы подвержены осевому сжатию или совместному действию сжатия и изгиба, то они должны отвечать следующему условию:

$$\sigma_a/\sigma_a^* + \sigma_{ab}/\sigma_{ab}^* \leq 1,0, \quad (8)$$

где σ_a — расчетное осевое сжимающее напряжение, МПа;

σ_{ab} — расчетное сжимающее напряжение при изгибе, МПа;

σ_a^* — допускаемое значение σ_a , МПа;

σ_{ab}^* — допускаемое значение σ_{ab} , МПа;

$\sigma_{ab}^* = \sigma_i^*$ или σ_b^* — для изгибающего напряжения, МПа;

$\sigma_i^* = \eta R_{eH}$ — для осевого напряжения при изгибе, МПа;

$\sigma_b^* = \eta \sigma_{cr}$ — для сжатия или изгиба, МПа;

σ_{cr} — критическое напряжение при потере устойчивости при сжатии, МПа.

Значение σ_a^* не должно превышать значения σ_{ab}^* . Вычисление значения σ_a^* выполняют по формулам:

$$\sigma_a^* = \eta \sigma_{cr,i}(1 - 0,13\lambda/\lambda_0), \text{ если } \lambda < \lambda_0; \quad (9)$$

$$\sigma_a^* = \eta \sigma_{cr,e} \cdot 0,87, \text{ если } \lambda \geq \lambda_0, \quad (10)$$

где $\eta = 0,6$ — для статических нагрузок;

$\eta = 0,8$ — для совместных нагрузок;

$\sigma_{cr,i}$ — критическое напряжение сжатого элемента в пластической стадии, МПа;
 $\sigma_{cr,e}$ — критическое напряжение сжатого элемента до предела упругости, МПа;
 λ — гибкость сжатого элемента, вычисляемая по формуле

$$\lambda = l_e / \rho, \quad (11)$$

где l_e — эффективная длина элемента, мм;
 ρ — минимальный радиус инерции площади поперечного сечения, мм;
 λ_0 — предельное значение гибкости элемента, при котором потери устойчивости не происходит, вычисляемое по формуле

$$\lambda_0 = \sqrt{2\pi^2 E / \sigma_y}, \quad (12)$$

где E — модуль нормальной упругости материала, МПа;
 σ_y — минимальный предел текучести материала при растяжении, МПа.

8.2.4 Детальная информация о расчетах прочности приведена в [2].

Библиография

- [1] Правила классификации и постройки подводных добычных комплексов. РМРС — СПб, 2023
- [2] Правила классификации и постройки морских стационарных платформ. Часть II. Корпус. РМРС — СПб, 2023
- [3] Правила постройки корпусов морских судов и плавучих сооружений с применением железобетона. РМРС — СПб, 2022

УДК 622.276.04:006.354

ОКС 75.020

Ключевые слова: нефтяная и газовая промышленность, системы подводной добычи, сооружения, морские стационарные платформы, проектирование, допускаемые напряжения, общие положения

Редактор *Н.В. Таланова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 24.01.2025. Подписано в печать 13.02.2025. Формат 60×84%. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 1,18.

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