ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 71119— 2023

Нефтяная и газовая промышленность

СООРУЖЕНИЯ НЕФТЕГАЗОПРОМЫСЛОВЫЕ МОРСКИЕ

Стационарные бетонные сооружения. Основные требования

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2023

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

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

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 23 «Нефтяная и газовая промышленность»

3 УТВЕРЖДЕН и ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 ноября 2023 г. № 1484-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», 2023

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 и определения 3
4 Обозначения и сокращения 7
5 Общая классификация стационарных бетонных сооружений 9
6 Требования к стационарным бетонным морским сооружениям 9
6.1 Основные требования 9
6.2 Требования к исходным данным для проектирования 10
6.3 Требования к методам проектирования 10
6.4 Учет условий места эксплуатации 11
6.5 Требования к учету особенностей технологии постройки и обеспечению технологичности 12
6.6 Требования к обеспечению расчетного срока службы, эксплуатации, ремонта и утилизации . . . 12
6.7 Требования к материалам опорной части стационарных бетонных сооружений 13
6.8 Требования к определению нагрузок и расчетам 23
7 Морские операции 33
7.1 Категории морских операций со стационарными бетонными морскими сооружениями 33
7.2 Общие требования к технической документации 34
7.3 Общие требования к плавучим и техническим средствам, экипажу и персоналу, задействованным в морских операциях 34
7.4 Строительство стационарных бетонных морских сооружений на плаву 35
7.5 Стыковка на плаву отдельных блоков 36
7.6 Транспортирование 36
7.7 Установка на морское дно 39
7.8 Монтаж верхних строений 42
7.9 Снятие с морского дна 43
8 Мониторинг и инспекция 44
8.1 Основные требования 44
8.2 Планирование 45
8.3 Документация 45
8.4 Специфика мониторинга и инспекции 45
8.5 Требования к методам проведения обследований 46
8.6 Требования к периодичности освидетельствований 46
8.7 Объем освидетельствований 47
8.8 Инспекция особых участков 47
8.9 Требования к квалификации персонала 48
8.10 Требования к измерительной аппаратуре 49
8.11 Требования к мониторингу коррозии 49
Библиография 51

Введение

В настоящее время в мире накоплен значительный опыт строительства и эксплуатации стационарных бетонных морских сооружений, показывающий, что, по сравнению со стальными, бетонные сооружения имеют ряд существенных преимуществ, таких как высокая износостойкость и долговечность, высокая коррозионная стойкость в агрессивных средах, высокий темп строительства, высокий удельный вес конструкции, необходимый для удержания на грунте, простота создания элементов конструкций сложных форм, высокие теплоизоляционные свойства, слабое влияние отрицательных температур, высокая взрыво- и пожаробезопасность, высокая устойчивость к локальным нагрузкам.

Тенденции освоения углеводородных ресурсов шельфа Российской Федерации предопределили необходимость создания нормативного документа, обеспечивающего процесс проектирования, строительства и эксплуатации стационарных бетонных объектов обустройства морских месторождений нефти и газа.

В Российской Федерации начата активная разработка национальных стандартов в области морской нефтегазодобычи, которая в соответствии с принципами национальной стандартизации основывается на применении международных стандартов, а также учитывает многолетний накопленный отечественный опыт проектирования, строительства и эксплуатации морских сооружений.

Целью разработки настоящего стандарта является обеспечение безопасности при осуществлении работ по освоению морских месторождений, расположенных на шельфе морей (в том числе замерзающих) Российской Федерации путем повышения надежности эксплуатации морских стационарных бетонных сооружений, а также повышения качества их проектирования, строительства и эксплуатации.

Настоящий стандарт разработан на основании имеющейся нормативной базы по проектированию, строительству и эксплуатации стационарных бетонных морских нефтегазопромысловых сооружений. Исходными документами при разработке настоящего стандарта являются следующие типы документов:

- международные стандарты;
- государственные стандарты Российской Федерации;
- своды правил, в том числе актуализированные редакции СНиП;
- отраслевые стандарты и рекомендации организаций;
- зарубежные нормативные документы.

Настоящий стандарт использует опыт, имеющийся по стационарным бетонным сооружениям. Этот опыт показывает, что стационарные бетонные морские нефтегазопромысловые сооружения хорошо функционируют и имеют длительный срок службы в морской среде.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Нефтяная и газовая промышленность

СООРУЖЕНИЯ НЕФТЕГАЗОПРОМЫСЛОВЫЕ МОРСКИЕ

Стационарные бетонные сооружения. Основные требования

Petroleum and natural gas industry. Offshore oil and gas structures.
Fixed concrete structures. General requirements

Дата введения — 2024—03—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования к проектированию, строительству, эксплуатации, ремонту и реконструкции стационарных бетонных морских нефтегазопромысловых сооружений, опорное основание которых изготовлено из железобетонных, сталебетонных и сталежелезобетонных (далее — бетонных) конструкционных материалов, используемых в нефтяной и газовой промышленности, устанавливаемых на континентальном шельфе (в том числе на акваториях с ледовым режимом), во внутренних морских водах, в территориальном море, прилежащей зоне Российской Федерации, российском секторе Каспийского моря и на участках недр, расположенных в Балтийском и Черном морях.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 4.212 Система показателей качества продукции. Строительство. Бетоны. Номенклатура показателей

ГОСТ 5180 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик

ГОСТ 6727 Проволока из низкоуглеродистой стали холоднотянутая для армирования железобетонных конструкций. Технические условия

ГОСТ 8267 Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия

ГОСТ 8269.0 Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний

ГОСТ 8269.1 Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы химического анализа

ГОСТ 8735 Песок для строительных работ. Методы испытаний

ГОСТ 8736 Песок для строительных работ. Технические условия

ГОСТ 10060 Бетоны. Методы определения морозостойкости

ГОСТ 10180 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам

ГОСТ 10181 Смеси бетонные. Методы испытаний

ГОСТ 12071 Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов

ГОСТ 12536 Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава

ГОСТ 12730.1 Бетоны. Методы определения плотности

ГОСТ 12730.5 Бетоны. Методы определения водонепроницаемости

Издание официальное

ГОСТ 13087 Бетоны. Методы определения истираемости

ГОСТ 14098 Соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Типы, конструкции и размеры

ГОСТ 17623 Бетоны. Радиоизотопный метод определения средней плотности

ГОСТ 17624 Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности

ГОСТ 18105 Бетоны. Правила контроля и оценки прочности

ГОСТ 20522 Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний

ГОСТ 22266 Цементы сульфатостойкие. Технические условия

ГОСТ 22690 Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля

ГОСТ 22733 Грунты. Метод лабораторного определения максимальной плотности

ГОСТ 23732 Вода для бетонов и строительных растворов. Технические условия

ГОСТ 24211 Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия

ГОСТ 24316 Бетоны. Метод определения тепловыделения при твердении

ГОСТ 24452 Бетоны. Методы определения призменной прочности, модуля упругости и коэффициента Пуассона

ГОСТ 24544 Бетоны. Методы определения деформации усадки и ползучести

ГОСТ 24545 Бетоны. Методы испытаний на выносливость

ГОСТ 25100 Грунты. Классификация

ГОСТ 25584 Грунты. Методы лабораторного определения коэффициента фильтрации

ГОСТ 26633 Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия

ГОСТ 27751 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения

ГОСТ 28570 Бетоны. Методы определения прочности по образцам, отобранным из конструкций

ГОСТ 29167 Бетоны. Методы определения характеристик трещиностойкости (вязкости разрушения) при статическом нагружении

ГОСТ 30108 Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов

ГОСТ 30416 Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения

ГОСТ 31108 Цементы общестроительные. Технические условия

ГОСТ 31384 Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Общие технические требования

ГОСТ 31424 Материалы строительные нерудные из отсевов дробления плотных горных пород при производстве щебня. Технические условия

ГОСТ 31914 Бетоны высокопрочные тяжелые и мелкозернистые для монолитных конструкций. Правила контроля и оценки качества

ГОСТ 31937 Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния

ГОСТ 32496 Заполнители пористые для легких бетонов. Технические условия

ГОСТ 34028 Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия

ГОСТ Р 51232 Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества

ГОСТ Р 53772 Канаты стальные арматурные семипроволочные стабилизированные. Технические условия

ГОСТ Р 54483 (ИСО 19900:2013) Нефтяная и газовая промышленность. Сооружения нефтегазопромысловые морские. Общие требования

ГОСТ Р 56353 Грунты. Методы лабораторного определения динамических свойств дисперсных грунтов

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

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

ГОСТ Р 58772—2019 (ИСО 19901-6:2009) Нефтяная и газовая промышленность. Сооружения нефтегазопромысловые морские. Морские операции

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

ГОСТ Р 59996 Нефтяная и газовая промышленность. Сооружения нефтегазопромысловые морские. Морские исследования грунтов

СП 11-114-2004 Инженерные изыскания на континентальном шельфе для строительства морских нефтегазопромысловых сооружений

СП 14.13330.2018 «СНиП II-7-81 Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция»

СП 16.13330.2017 «СНиП II-23-81 Стальные конструкции. Актуализированная редакция»

СП 20.13330.2016 «СНиП 2.01.07-85 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция»

СП 22.13330 «СНиП 2.02.01-83 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция»

СП 23.13330 «СНиП 2.02.02-85 Основания гидротехнических сооружений. Актуализированная редакция»

СП 28.13330.2017 «СНиП 2.03.11-85 Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция»

СП 32-102-95 Сооружения мостовых переходов и подтопляемых насыпей. Методы расчета местных размывов

СП 38.13330.2018 «СНиП 2.06.04-82 Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов)»

СП 41.13330.2012 «СНиП 2.06.08-87 Бетонные и железобетонные конструкции гидротехнических сооружений. Актуализированная редакция»

СП 47.13330 «СНиП 11-02-96 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция»

СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий

СП 52-102-2004 Предварительно напряженные железобетонные конструкции

СП 58.13330.2019 «СНиП 33-01-2003 Гидротехнические сооружения. Основные положения»

СП 63.13330 «СНиП 52-01-2003 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения»

СП 131.13330 «СНиП 23-01-99 Строительная климатология»

СП 369.1325800.2017 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 54483, ГОСТ 26633, СП 23.13330, СП 38.13330, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **агрессивная среда:** Природная или технологическая среда любого агрегатного состояния, способная вступать в химическое взаимодействие с контактирующими с ней материалами или конструкциями, приводя их в состояние, при котором они не могут в дальнейшем выполнять свое функциональное назначение.

3.2

балластировка: Заполнение отсеков платформы или ее опорной части твердыми или жидкими материалами для придания платформе устойчивости на грунтовом основании.

[СП 369.1325800.2017, пункт 3.1.1]

3.3

конструкции бетонные: Конструкции, выполненные из бетона без арматуры или с арматурой, устанавливаемой по конструктивным соображениям и не учитываемой в расчете; расчетные усилия от всех воздействий в бетонных конструкциях должны быть восприняты бетоном.

[СП 63.13330.2018, пункт 3.6]

3.4

буксировка (tow): Транспортирование сооружения или его элементов на плаву или на барже методом буксирной тяги или толканием буксиром.

[ГОСТ Р 58772—2019, пункт 3.8]

3.5

верхние строения (topsides): Конструкции и оборудование, установленные на ОЧ (стационарную или плавучую), обеспечивающие функционирование МНГС по его назначению.

[ГОСТ Р 57555—2017, пункт 3.5]

3.6

грунтовое основание: Донные грунты в естественном залегании или насыпные материалы, воспринимающие нагрузку от установленной платформы.

[СП 369.1325800.2017, пункт 3.1.4]

3.7 **дилатация:** Увеличение объема тела вследствие сжатия, обусловленное развитием множества микротрещин, а также трещин большей протяженности.

3.8

добавка: Органическое или неорганическое вещество, вводимое в смеси в процессе их приготовления с целью направленного регулирования их технологических свойств и/или строительно-технических свойств бетонов и растворов, и/или придания им новых свойств.

[ГОСТ 24211—2008, пункт 3.1]

3.9

железобетонная конструкция: Конструкция, выполненная из бетона и рабочей стальной арматуры; расчетные усилия от собственного веса и внешних нагрузок и воздействий в железобетонной конструкции воспринимаются бетоном и рабочей арматурой.

[СП 41.13330.2012, пункт 3.2]

3.10

инспекция: Виды деятельности, такие как измерения, обследования, испытания, проверка одной или нескольких характеристик изделия или услуги и сравнение результатов с техническими требованиями для определения соответствия.

[ГОСТ Р 59266—2020, пункт 3.6]

3.11

максимальная высота волны: Наибольшая (в среднем) высота в течение шторма.

[СП 369.1325800.2017, пункт 3.1.9]

3.12 **метацентрическая высота сооружения:** Критерий остойчивости, представляющий собой возвышение метацентра над центром тяжести плавающего сооружения.

3.13

морские операции: Операции по сборке, транспортировке, стыковке и установке на точку объекта(ов) обустройства морских нефтегазовых месторождений и его частей (блоков, ярусов, колонн, модулей, систем удержания и др.), совершаемые при нахождении на плаву объекта или каких-либо его частей, или с использованием плавсредств, включающие в свой состав не менее 2-х из перечисленных этапов.

[[8], часть I, пункт 2.1]

3.14 **мониторинг технического состояния:** Система наблюдения и контроля, производимых по определенной программе мероприятий для контроля технического состояния сооружения или его отдельных частей и своевременного принятия мер по устранению возникающих негативных факторов, ведущих к ухудшению этого состояния.

3.15

нагрузка (load): Механическое воздействие, мерой которого является сила, характеризующая величину и направление этого воздействия и вызывающая изменения напряженно-деформированного состояния конструкции морского нефтегазопромыслового сооружения и грунтового основания.

[ГОСТ Р 54483—2021, пункт 3.26]

3.16

нагрузки длительные: Нагрузки, изменения расчетных значений которых в течение расчетного срока службы строительного объекта пренебрежимо малы по сравнению с их средними значениями.

[СП 20.13330.2016, пункт 3.5]

3.17

нагрузки кратковременные: Нагрузки, длительность действия расчетных значений которых существенно меньше срока службы сооружения.

[СП 20.13330.2016, пункт 3.6]

3.18

нормативное значение (characteristic value): Значение, устанавливаемое нормативными документами или принятое по репрезентативному значению.

[ГОСТ Р 54483—2021, пункт 3.31]

3.19 **окно погоды:** Период погодных условий, установленный на основе прогноза, не превышающих заданных гидрометеорологических ограничений для проведения конкретных видов морских операций.

3.20 **омоноличивание:** Заполнение бетоном или раствором стыков соединяемых конструкций после объединения их арматурных каркасов.

3.21

опорная часть морской платформы (offshore platform substructure): Часть стационарной морской платформы, предназначенная для восприятия и передачи на грунт морского дна воздействующих на нее нагрузок.

[ГОСТ Р 55311—2012, статья 13]

3.22 **освидетельствование:** Экспертиза сооружения или его отдельных частей с целью подтверждения рабочего состояния оборудования, а также его безопасной эксплуатации, и во избежание возможных аварий, с периодичностью и в установленные законодательством сроки.

3.23

особые нагрузки: Нагрузки и воздействия (например, взрыв, столкновение транспортных средств с частями сооружений, авария оборудования, пожар, землетрясение, некоторые климатические нагрузки, отказ работы несущего элемента конструкций), создающие аварийные ситуации с возможными катастрофическими последствиями.

[Адаптировано из СП 20.13330.2016, пункт 3.8]

3.24

отдельные части платформы: Основные самостоятельные, но соединенные между собой части платформы, а именно: опорная часть (в виде фундамента, промежуточной опорной части той или иной конструкции, например из одной или нескольких колонн) и верхнее строение.

[СП 369.1325800.2017, пункт 3.1.12]

3.25

предельное состояние (limit state): Состояние, при котором сооружение в целом или его элементы перестают удовлетворять заданным эксплуатационным требованиям (расчетным критериям), требованиям при производстве работ (строительстве) или находятся в состоянии, при котором их дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна, либо восстановление их работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно.

Примечание — Превышение предельного состояния может рассматриваться как отказ в отношении выполнения заявленной функции, хотя в зависимости от расчетной ситуации отказ может быть локальным или глобальным, временным или постоянным.

[ГОСТ Р 54483—2021, пункт 3.39]

3.26 **расчетная модель:** Форма математического описания объекта, включающая физическую модель эксплуатации объекта и соответствующие значения параметров функциональных зависимостей и ограничений.

3.27

расчетное значение нагрузки: Предельное (максимальное или минимальное) значение нагрузки в течение срока эксплуатации объекта.

[СП 20.13330.2016, пункт 3.9]

3.28

расчетный срок службы: Планируемая продолжительность безотказного функционирования при условии правильной эксплуатации.

[СП 369.1325800.2017, пункт 3.1.17]

Примечание — Под правильной эксплуатацией сооружения подразумевается его эффективное использование при соблюдении эксплуатационно-технических параметров в заданных пределах.

3.29

связный грунт: Дисперсный грунт с преобладанием физических и физико-химических структурных связей.

[ГОСТ 25100—2020, пункт 3.25]

3.30 **сочетание нагрузок:** Совместное (одновременное) действие двух или нескольких нагрузок с учетом наиболее неблагоприятного их сочетания.

3.31

сталежелезобетонная конструкция: Конструкция, выполненная из бетона, рабочей стержневой арматуры и рабочей арматуры из листового проката; расчетные усилия от собственного веса и внешних нагрузок и воздействий в сталежелезобетонной конструкции воспринимаются бетоном и рабочей стержневой и листовой арматурой.

[СП 41.13330.2012, пункт 3.3]

3.32

сталебетонная конструкция: Конструкция, выполненная из бетона и внешней рабочей арматуры из листового проката; расчетные усилия от собственного веса и внешних нагрузок и воздействий в сталебетонной конструкции воспринимаются бетоном и листовой арматурой.

[СП 41.13330.2012, пункт 3.4]

3.33

транспортировка: Морская операция по перемещению объекта или отдельных его элементов от места постройки (изготовления) до места следующей операции.

[Адаптировано из [8], часть I, п.2.1]

3.34

установка на место эксплуатации: Погружение на морское дно платформы или ее опорной части, их удержание на месте до завершения операций по закреплению, балластировке, созданию конструкции защиты от размыва, установке и забивке свай, закреплению свай в опорном блоке и др.

[Адаптировано из СП 369.1325800.2017, пункт 3.1.22]

3.35

юбка (skirt): Конструкция, размещенная на опорной части сооружения или под ней, уходящая вниз от фундаментной плиты и заглубляющаяся в морское дно.

Примечание — Юбки используются для увеличения способности основания выдерживать вертикальные и горизонтальные нагрузки, для усиления противоэрозионной защиты.

[ГОСТ Р 58772—2019, пункт 3.112]

4 Обозначения и сокращения

В настоящем стандарте применены следующие обозначения и сокращения.

4.1 Обозначения

4.1.1 Коэффициенты надежности

γ_f — по нагрузке;

γ_g — по грунту;

γ_m — по материалу;

γ_n — по ответственности сооружений.

4.1.2 Характеристики грунтов

I_D — природная степень плотности песчаных грунтов;

OCR — коэффициент переуплотнения;

ζ — коэффициент бокового давления грунта;

p'_c — давление предуплотнения, Па;

v_p — скорость продольных волн, м/с;

v_{sh} — скорость поперечных волн со смещением в горизонтальной плоскости, м/с;

v_{sv} — скорость поперечных волн со смещением в вертикальной плоскости, м/с.

4.1.3 Геометрические характеристики, нагрузки и характеристики материалов

$A_{эфф}$ — суммарная удельная активность естественных радионуклеидов, Бк/кг;

$A_п$ — площадь проекции единицы длины обтекаемого элемента, м^2;

α_{bt} — коэффициент линейной температурной деформации бетона;

α_1 — коэффициент запаса;

C_D — коэффициент сопротивления;

D — диаметр основания сооружения, м;

γ_{bi} — коэффициент условий работы бетона;

γ_c — коэффициент условий работы;

γ_{lc} — коэффициент сочетания нагрузок;

γ_s — коэффициент условий работы стержневой арматуры;

γ_{sl} — коэффициент условий работы листовой арматуры;

Δ_{100} — максимальный размах изменения уровня моря относительно среднего уровня, м, возможный 1 раз в 100 лет, м;

E_s — модуль упругости арматуры;

F — расчетное значение обобщенного силового воздействия, Н;

F_D — осредненная по времени нагрузка от течений, Н;

F_w — волновая нагрузка на сооружение, Н;

G_b — модуль сдвига бетона;

f_l — частота пульсации нагрузок, 1/с;

$h_{c,100}$ — толщина консолидированного слоя тороса, возможная 1 раз в 100 лет, м;

L — длина по оси элемента подводной части, м;

ρ_s — коэффициент асимметрии цикла;

R — расчетное значение обобщенной несущей способности;

R_b, R_{bt}, $R_{b,ser}$, $R_{bt,ser}$ — расчетные сопротивления бетона осевому сжатию и осевому растяжению соответственно для предельных состояний первой и второй групп, МПа;

R_{bn}, R_{btn} — нормативные сопротивления бетона (сжатие осевое и растяжение осевое соответственно), МПа;

R_e — число Рейнольдса;

R_{sc} — расчетное сопротивление арматуры сжатию для предельных состояний первой группы, МПа;

R_{sn} — нормативное сопротивление арматуры растяжению, МПа;

R_{sw} — расчетное сопротивление поперечной арматуры растяжению для предельных состояний первой группы при расчете сечений, наклонных к продольной оси элемента, МПа;

S_h — число Струхаля;

V — проекция вектора скорости течения на плоскость, м/с;

v — начальный коэффициент поперечной деформации (коэффициент Пуассона);

w_d — допустимая ширина раскрытия трещин, мм;

w_0 — нормативное значение ветрового давления, Па;

ρ — плотность среды, кг/м^3.

4.2 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

ВС — верхнее строение;

ГМУ — гидрометеорологические условия;

ГУНиО МО РФ — Главное управление навигации и океанографии Министерства обороны Российской Федерации;

КИП — контрольно-измерительные приборы;

МО — морские операции;

МРЗ — максимальное расчетное землетрясение;

МНГС — морское нефтегазопромысловое сооружение;

МСП — морская стационарная платформа;

НПА — необитаемый подводный аппарат;

ОЧ — опорная часть (морской платформы);

РС — Российский морской регистр судоходства;

СБМНГС — стационарное бетонное морское нефтегазопромысловое сооружение;

СС — сульфатостойкий;

ТБС — транспортно-буксирное судно.

5 Общая классификация стационарных бетонных сооружений

5.1 В настоящем разделе приведена классификация СБМНГС в зависимости от формы ОЧ, способа удержания на грунте, основных выполняемых функций, восприятия ледовых нагрузок.

5.2 СБМНГС состоят из следующих основных элементов:

- ОЧ;
- ВС.

В зависимости от формы ОЧ СБМНГС могут быть в виде:

- монопода (кессона);
- подводного понтона (кессона) и вертикальных колонн в количестве не более четырех.

5.3 В зависимости от способа удержания на грунте различают гравитационные, свайные, комбинированные (или свайно-гравитационные) СБМНГС.

5.4 СБМНГС, в том числе ледостойкого типа, удерживаемые на грунте гравитационным способом, с помощью свай или комбинированным способом, предназначенные для добычи подземных ресурсов морского дна могут являться объектами классификационной деятельности РС и классифицируются в этом случае как МСП.

5.5 Требования к конструкции МСП, являющейся объектом классификации РС, условиям ее эксплуатации для соответствия символу класса, обозначения символов класса, условия присвоения или снятия класса приведены в [1] (часть I).

5.6 По выполняемым функциям СБМНГС могут быть буровыми, добычными платформами, технологическими платформами, добычными/технологическими платформами по подготовке углеводородного сырья к внешнему транспорту, хранилищами углеводородов, заводами по сжижению природного газа, а также объектами, выполняющими иные функции в зависимости от назначения и относящимися к особо опасным и технически сложным.

5.7 СБМНГС следует относить к классу КС-3, как здания и сооружения особо опасных и технически сложных объектов (см. ГОСТ 27751).

5.8 По способности воспринимать ледовые нагрузки СБМНГС подразделяют на ледостойкие и неледостойкие.

6 Требования к стационарным бетонным морским сооружениям

6.1 Основные требования

6.1.1 Настоящий стандарт предназначен для применения совместно с ГОСТ 27751, СП 58.13330 и СП 369.1325800 при решении вопросов, связанных с требованиями к прочности, устойчивости, пригодности к эксплуатации и долговечности морских сооружений, их отдельных частей и грунтовых оснований.

6.1.2 СБМНГС следует проектировать таким образом, чтобы была обеспечена их надежность при действии наиболее неблагоприятных основных и особых сочетаний нагрузок и воздействий. При этом необходимо рассматривать все этапы строительства и эксплуатации СБМНГС.

6.1.3 Проектирование СБМНГС необходимо осуществлять на основе результатов сравнения технико-экономического обоснования вариантов конструктивных решений, анализа природных условий и имеющегося опыта применения СБМНГС в аналогичных условиях.

6.1.4 Основными требованиями к СБМНГС являются:

а) надежность, безопасность и долговечность сооружений в соответствии с ГОСТ 27751 и СП 58.13330, а именно:

1) безотказная работа сооружений или их отдельных частей,

2) экологическая безопасность сооружений с соблюдением требований действующих законов и актов Российской Федерации, международных соглашений и конвенций, природоохранных норм и правил,

3) эффективность и экономичность сооружений в соответствии с их функциональным назначением при допустимых технико-экономических и эксплуатационных показателях,

4) прочность, устойчивость и транспортабельность сооружений или их отдельных частей, включая остойчивость и непотопляемость при буксировке на плаву и транспортирование на специализированном плавсредстве,

5) использование в сооружениях долговечных, прочных и коррозионно-стойких конструкционных материалов с учетом повышенной агрессивности окружающей морской среды;

б) технологичность изготовления сооружений с применением современных технологий на базе существующих возможностей изготовления, транспортирования и установки в море;

в) максимальное сокращение объема строительно-монтажных работ, выполняемых в условиях открытого моря и короткого навигационного периода, путем доставки готовых сооружений или их отдельных частей на место эксплуатации в максимальной степени готовности;

г) унификация компоновки сооружений, оборудования и методов производства работ;

д) возможность полного или частичного демонтажа сооружений после вывода из эксплуатации.

6.1.5 При проектировании СБМНГС необходимо обеспечивать их ремонтопригодность с возможностью осуществления мониторинга состояния в течение расчетного срока службы. Мониторинг состояния СБМНГС следует осуществлять в соответствии со специальным проектом натурных наблюдений, разрабатываемым в соответствии с СП 58.13330.

6.1.6 Требования к обеспечению безопасности в процессе проектирования, строительства и эксплуатации СБМНГС отражены в [2].

6.2 Требования к исходным данным для проектирования

6.2.1 Проектирование СБМНГС необходимо осуществлять на основании технического задания на проектирование, включающего требования к содержанию согласно СП 369.1325800.2017 (подпункт 4.2.1), а также требований к составу проектной документации в соответствии с [1] и [3].

6.2.2 Исходные данные по характеристикам природной среды необходимо получать в результате выполнения и обработки материалов инженерно-гидрометеорологических, инженерно-геодезических, инженерно-геологических и инженерно-экологических изысканий. Состав и объем изысканий необходимо отражать в техническом задании и программе инженерных изысканий.

6.2.3 Исходные данные для проектирования должны быть актуальными на момент разработки проектной документации.

6.2.4 При определении срока давности материалов инженерных изысканий для подготовки исходных данных для проектирования следует руководствоваться положениями действующих нормативно-технических документов в области инженерных изысканий на континентальном шельфе.

6.3 Требования к методам проектирования

6.3.1 При проектировании СБМНГС или их отдельных частей необходимо использовать концепцию предельных состояний согласно ГОСТ 27751 и СП 58.13330, предусматривающую проведение расчетов по двум группам предельных состояний. При этом проектирование следует выполнять на основе расчетных моделей путем использования расчетных значений нагрузок, расчетных характеристик материалов и грунтов, определяемых с помощью соответствующих коэффициентов надежности по нагрузкам, материалам и грунтам, а также по ответственности сооружений.

6.3.2 Перечень предельных состояний и соответствующих критериев, которые необходимо учитывать при проектировании СБМНГС, устанавливают в нормах проектирования и (или) в задании на проектирование.

6.3.3 При этом СБМНГС в целом и их отдельные конструктивные элементы должны удовлетворять следующим требованиям:

- выдерживать экстремальные эксплуатационные нагрузки;
- обеспечивать соответствующие эксплуатационные характеристики при всех возможных проектных нагрузках, указанных в ТЗ;
- выдерживать циклические нагрузки;
- обладать должным уровнем живучести при повреждении или разрушении, определяемым причинами и видами повреждений и их возможными последствиями.

6.3.4 Должна быть принята во внимание возможность реализации опасностей, способных привести к наступлению предельных состояний конструкций или оборудования, а также следует предусмотреть мероприятия по минимизации последствий реализации таких опасностей.

6.3.5 В тех случаях, когда расчетные модели отсутствуют или нет возможности подтвердить достоверность получаемых результатов расчетов, проектирование необходимо основывать на результатах экспериментальных исследований.

6.3.6 При оценке результатов экспериментальных исследований необходимо учитывать следующие факторы:

- различие естественных условий при испытаниях и на месте изготовления, транспортирования и установки СБМНГС или их отдельных частей;
- масштабные эффекты (при модельных испытаниях).

6.3.7 Состав и объем испытаний необходимо отражать в программе испытаний. Эту программу следует пересматривать по мере поступления новой информации в процессе проведения испытаний. К согласованию программы испытаний следует привлекать специалистов, ответственных за конструктивные разделы проектной документации.

6.3.8 Экспериментальные исследования следует проводить на образцах или фрагментах реальных конструкций, масштабных моделях согласно СП 369.1325800.2017 (подпункт 4.3.5).

6.3.9 Для оценки поведения СБМНГС или их отдельных частей при действии ледовых и волновых нагрузок в сочетании с нагрузками, вызванными течениями и ветром, следует применять апробированные расчетно-теоретические методы на основе современных программно-вычислительных комплексов с их последующей верификацией (проверкой) по имеющимся данным экспериментальных и натурных наблюдений.

6.3.10 Выбор типа конструкций (монолитных, сборно-монолитных, сборных, в том числе предварительно напряженных и заанкеренных в основание) необходимо проводить исходя из технико-экономического сопоставления вариантов с учетом эффективного использования трудовых ресурсов, материалов, стимулирования энергосбережения, снижения стоимости строительства.

6.3.11 Особенности проектирования предварительно напряженных железобетонных конструкций приведены в СП 41.13330.

6.4 Учет условий места эксплуатации

6.4.1 При проектировании СБМНГС необходимо учитывать долгосрочные изменения уровня воды, повторяемость штормов и обеспеченность характеристик волнения, толщины и прочность льда, скорости и направления течений в зависимости от глубины, температуры воздуха, распределения и характеристики грунтов дна.

6.4.2 При размещении СБМНГС на месте эксплуатации необходимо учитывать их влияние на окружающую среду, а также влияние на условия эксплуатации и работы конструкций близлежащих сооружений, действующие морские маршруты.

6.4.3 При проектировании необходимо выявлять все естественные природные условия, которые могут оказать влияние на соблюдение функциональных и эксплуатационных требований к сооружениям.

6.4.4 При определении местоположения и ориентации СБМНГС по сторонам света необходимо учитывать направления господствующих ветров, волнения, течения и льда и др. При этом следует избегать расположения сооружений вблизи геологических разломов и участков с залеганием скоплений придонного газа и газовых гидратов согласно СП 369.1325800.2017 (подпункт 4.4.3).

6.4.5 Форму и ориентацию СБМНГС по частям света необходимо принимать такими, чтобы сооружения воспринимали наименьшие климатические нагрузки. При расположении ВС на ОЧ следует учитывать функциональные и эксплуатационные требования к системам снабжения материалами, отгрузки продукции, факельного хозяйства, покидания, эвакуации и спасения персонала, принимая во внимание ветровые, волновые, ледовые нагрузки и др.

6.4.6 Клиренс ВС необходимо определять с учетом следующих основных параметров:

- глубины воды;
- прилива;
- ветрового нагона уровня моря;
- многолетних колебаний уровня моря;
- возвышения гребней волн;
- характера взаимодействия конструкции и волн;
- возвышения нагромождений льда;
- осадок грунта;
- крен сооружения;

- понижения уровня дна в связи с выработкой месторождений (оценку просадки дна в связи с выработкой месторождения допускается производить на предварительных стадиях проектирования на основе сопоставления с аналогами).

6.4.7 При проектировании СБМНГС следует устанавливать размеры зоны периодического смачивания с учетом СП 369.1325800.2017 (подпункт 4.4.7).

6.4.8 Участок дна на месте установки и эксплуатации СБМНГС должен быть подготовлен в соответствии с требованиями к проектируемому сооружению. При реализации мероприятий по подготовке дна рекомендуется руководствоваться [1].

6.4.9 При проектировании СБМНГС толщину конструктивных элементов следует назначать с учетом истирающего воздействия льда, а стальных элементов — и с учетом коррозионного износа.

6.5 Требования к учету особенностей технологии постройки и обеспечению технологичности

6.5.1 Основными этапами строительства являются:

- изготовление СБМНГС на береговых предприятиях;
- транспортирование СБМНГС к месту установки на месторождении;
- установка и при необходимости достройка СБМНГС на месторождении;
- испытание и опробование оборудования и систем.

6.5.2 Выбор и обоснование метода строительства СБМНГС необходимо производить с учетом:

- конструкции сооружения;
- производственных условий предприятия-изготовителя (наличие стапельных и гидротехнических сооружений, подъемно-транспортных и специальных плавучих средств, характеристик акватории);
- наличия исходных материалов и производственных мощностей для изготовления бетона;
- наличия и ограничений транспортного сообщения (автомобильные и железные дороги, водные пути);
- природно-климатических условий района строительства;
- продолжительности навигационного периода;
- срока ввода СБМНГС в эксплуатацию;
- экологических ограничений в районе строительства.

6.5.3 В основу проекта строительства СБМНГС должны быть положены следующие требования и принципы:

- привлечение подрядчиков, имеющих опыт изготовления и строительства СБМНГС или их составных частей;
- использование прогрессивных технологий и методов строительства;
- координация работы подрядчиков по изготовлению, строительству, транспортированию и монтажу на месторождении;
- оценка и учет рисков на всех этапах строительства;
- обеспечение качества работ на всех этапах строительства;
- обеспечение безопасности выполнения работ и производственной санитарии;
- предупреждение загрязнения окружающей среды.

6.6 Требования к обеспечению расчетного срока службы, эксплуатации, ремонта и утилизации

6.6.1 При проектировании необходимо учитывать требования к эксплуатации сооружения и срок его службы. При этом по своему назначению СБМНГС может быть предназначено для бурения скважин, добычи, переработки, хранения и отгрузки продукции, проживания персонала либо нескольких функций сразу.

6.6.2 Расчетный срок службы СБМНГС определяют заданием на проектирование. При проектировании необходимо предусматривать проведение конструктивных мероприятий, обеспечивающих возможность вывода из эксплуатации сооружений после окончания срока службы, их консервацию или демонтаж.

6.6.3 Основными этапами работ по выводу СБМНГС из эксплуатации, его консервации или демонтажу являются:

- выполнение необходимых обследований на акватории;
- освидетельствование оборудования и конструктивных элементов СБМНГС;

- разработка и согласование проектной документации на консервацию или ликвидацию опасного производственного объекта;
- вывод СБМНГС из эксплуатации;
- консервация или демонтаж СБМНГС;
- транспортирование демонтированного СБМНГС к месту утилизации или хранения;
- приемка выполненных работ.

6.6.4 Выбор и обоснование метода вывода СБМНГС из эксплуатации, его консервации или демонтажа необходимо производить с учетом:

- отнесения объекта к опасным производственным объектам;
- типа конструкции СБМНГС;
- результатов освидетельствования оборудования и конструктивных элементов сооружения на текущий момент;
- природно-климатических условий района выполнения работ, в том числе характеристик акватории;
- имеющихся технических средств для выполнения работ;
- продолжительности навигационного периода;
- экологических ограничений в районе выполнения работ.

6.6.5 В основу проекта вывода сооружения из эксплуатации, его консервации или демонтажа должны быть положены те же требования и принципы, которые приведены в 6.5.3.

6.7 Требования к материалам опорной части стационарных бетонных сооружений

6.7.1 Агрессивность окружающей среды

6.7.1.1 Внешние среды и воздействия подразделяют в зависимости:

а) от физического состояния среды — на газообразные, жидкие и твердые;

б) интенсивности воздействия на конструкции — на неагрессивные, слабоагрессивные, среднеагрессивные и сильноагрессивные;

в) характера воздействия сред на бетон:

1) на химические (сульфатная, магнезиальная, кислотная, щелочная и т. п.);

2) биологически активные (химическое воздействие бактерий и продуктов их жизнедеятельности);

3) физико-механические (обрастание моллюсками, водорослями и т. п.);

4) воздействие отрицательных температур (переменное замораживание и оттаивание).

6.7.1.2 Внутренние взаимодействия компонентов цементного камня и заполнителя подразделяют:

- на щелочную коррозию заполнителя, содержащего реакционноспособный кремнезем и доломиты;
- образование эттрингита и таумасита в поздние сроки.

6.7.1.3 Влажностный режим помещений (сухой, нормальный, влажный, мокрый) устанавливают в зависимости от температуры и относительной влажности воздуха по СП 50.13330 с учетом максимального значения относительной влажности в определенном температурном диапазоне. Зону влажности (сухая, нормальная, влажная) устанавливают по СП 50.13330.2012 (приложение В).

6.7.1.4 Агрессивные среды подразделяют по отношению к конкретному незащищенному от коррозии бетону. Среды с указанием их индексов по возрастанию агрессивности указаны в СП 28.13330.2017 (приложение А, таблица А.1).

6.7.1.5 При одновременном воздействии различных агрессивных сред степень воздействия среды на бетон определяют по более агрессивной с учетом условий эксплуатации конструкции.

6.7.1.6 Классификации степени агрессивного воздействия сред эксплуатации на конструкции из бетона и железобетона, в зависимости от вида и концентрации агрессивного вещества, приведены в СП 28.13330.2017 (приложения Б, В и Г).

6.7.1.7 Степень агрессивного воздействия на бетонные и железобетонные конструкции биологически активных сред приведена в СП 28.13330.2017 (таблица В.7), для бетона марки по водонепроницаемости W4 — по ГОСТ 26633. Для других биологически активных сред и бетонов степень агрессивного воздействия на бетонные и железобетонные конструкции оценивают на основании специальных исследований.

6.7.1.8 Значение показателей агрессивности сред приведены в СП 28.13330 для температуры среды от плюс 5 °С до плюс 20 °С. При каждом увеличении температуры среды на 10 °С выше плюс

20 °С степень агрессивного воздействия среды увеличивается на один уровень. Для жидких сред показатели агрессивности даны для скорости потока до 1,0 м/с. В случае, если скорость потока воды превышает 1,0 м/с, агрессивность среды оценивают на основании исследований специализированных организаций.

6.7.1.9 Степень агрессивного воздействия среды на конструкции, находящиеся внутри отапливаемых помещений, оценивают с учетом СП 28.13330, а на конструкции, находящиеся в неотапливаемых помещениях и на открытом воздухе с защитой от атмосферных осадков, дополнительно с учетом СП 50.13330. При увлажнении конструкций, находящихся в газовой среде, конденсатом, проливами или атмосферными осадками среду эксплуатации оценивают как влажную или мокрую.

6.7.1.10 Степень агрессивного воздействия жидких сред, указанных в СП 28.13330.2017 (таблицы В.3, В.4, В.5), следует снижать на один уровень для бетона массивных малоармированных конструкций.

6.7.1.11 Степень агрессивного воздействия жидких сред приведена для сооружений при значении напора жидкости до 0,1 МПа. При большем напоре требования к защите от коррозии назначают специализированные организации на основе результатов исследований.

6.7.1.12 При одновременном воздействии агрессивной среды и механических нагрузок (высокие механические напряжения, динамические нагрузки, истирание и др.) степень агрессивного воздействия повышается на один уровень.

6.7.2 Защита от коррозионно-абразивного износа

6.7.2.1 При проектировании железобетонных конструкций ОЧ необходимо учитывать требования СП 41.13330, СП 63.13330 и дополнения, приведенные ниже.

6.7.2.2 Защиту железобетонных конструкций ОЧ от коррозии следует обеспечивать методами первичной и вторичной защиты и специальными мерами в соответствии с ГОСТ 31384 и СП 28.13330.

6.7.2.3 Бетон должен иметь требуемую прочность, водонепроницаемость, морозостойкость, химическую стойкость к данной агрессивной водной среде, иметь малое водопоглощение, а защитный слой бетона — надежно предохранять арматуру от коррозии без устройства защитных покрытий.

6.7.2.4 Стойкость бетона в агрессивной водной среде обеспечивают применением материалов, бетонных смесей и комплексом технологических факторов в соответствии с требованиями технической документации.

6.7.2.5 При проектировании конструкций ОЧ следует выделять три основные зоны, отличающиеся степенью агрессивного воздействия на конструкции:

- зона 1 — наружная поверхность конструкций, подвергающаяся воздействию переменного замораживания-оттаивания в условиях эпизодического водонасыщения в результате воздействия брызг, расположенная над зоной воздействия льда и зоной переменного уровня воды;
- зона 2 (ледовый пояс) — наружная поверхность железобетонных и сталежелезобетонных конструкций, подвергающаяся воздействию переменного замораживания-оттаивания в условиях постоянного водонасыщения в результате воздействия волн, а также абразивному воздействию льда;
- зона 3 — наружная поверхность железобетонных и сталежелезобетонных конструкций, расположенная ниже уровня абразивного воздействия льда, постоянно находящаяся под водой.

Протяженность ледового пояса платформы l, м, должна быть не менее длины, определенной по формуле

$$l = \Delta_{100} + 2\alpha_1 h_{c,100}, \quad (1)$$

где Δ_{100} — максимальный размах изменения уровня моря относительно среднего уровня, м, возможный один раз в 100 лет;

α_1 — коэффициент запаса; $\alpha_1 = 1,1$;

$h_{c,100}$ — толщина консолидированного слоя тороса, возможная один раз в 100 лет (в отсутствие торосов толщина ровного или наслоенного льда), м.

В зонах 1 и 2 среду необходимо считать сильноагрессивной (класс среды XS3 по СП 28.13330), а в зоне 3 — среднеагрессивной (класс среды XS2 по СП 28.13330).

Если внутри СБМНГС предусмотрено нефтехранилище, следует учитывать зону контакта внутренних железобетонных конструкций СБМНГС с нефтью.

6.7.2.6 Для ледового пояса в зоне 2 следует рассматривать два варианта защиты железобетона от абразивного воздействия льда:

- обеспечение особо плотной структуры бетона в наружном слое конструкций и достаточного дополнительного защитного слоя бетона с учетом его износа в условиях абразивного воздействия льда (например, путем добавления защитного слоя бетона поверх расчетного бетонного покрытия);

- применение облицовок из различных износостойких материалов (например, плакированных листов стали с нержавеющим слоем) для защиты бетона от абразивного воздействия льда.

Окончательный вариант защиты железобетона от абразивного воздействия льда следует определять при проектировании с учетом данных модельных испытаний абразии бетона.

6.7.2.7 Ледовый пояс в виде облицовок из нержавеющей стали необходимо проектировать с учетом коррозионно-абразивного износа его внешней поверхности. Протяженность сварных стыков в зоне воздействия льда следует сводить к минимуму.

6.7.2.8 Элементы ледового пояса, подверженные коррозии и/или ледовой абразии, необходимо проектировать с припуском на коррозию и/или абразию.

6.7.2.9 Толщину защитного слоя бетона для ненапрягаемой рабочей стержневой арматуры следует принимать:

- в зоне 1 — не менее 65 мм;
- в зоне 2 — не менее 65 мм при использовании стальной облицовки. В случае использования дополнительного защитного слоя бетона — не менее 80 мм;
- в зоне 3 — не менее 55 мм.

6.7.2.10 Для преднапряженных железобетонных конструкций ОЧ СБМНГС толщину защитного слоя бетона для постнапряженной арматуры следует принимать для всех зон не менее 80 мм.

6.7.2.11 Толщина защитного слоя для арматуры во всех случаях должна быть не менее 50 мм.

6.7.2.12 Для повышения коррозионной стойкости арматуры подводной зоны и зоны переменного уровня воды рекомендуется предусматривать систему электрохимической защиты арматуры, включая ее в единую систему защиты от коррозии всех металлических элементов корпуса.

6.7.2.13 Все открытые металлические поверхности композитных конструкций, а также выступающие наружу металлические детали соединений должны иметь антикоррозионные покрытия.

6.7.2.14 Каналы системы постнапряжения, отверстия для скользящей опалубки и другие относительно небольшие отверстия в железобетонных конструкциях необходимо заполнять цементным раствором на основе портландцемента. Физико-механические характеристики используемых растворов должны быть не ниже характеристик основного бетона.

6.7.2.15 Следует учитывать опасность электрокоррозии конструкций СБМНГС от утечек, блуждающих токов, а также от электрических полей, возникающих при разломе льдов. Опасность коррозии блуждающими токами следует устанавливать по значениям потенциала «арматура-бетон» или по значениям плотности тока утечки с арматуры в соответствии с СП 28.13330.2017 (таблица В.8).

В соответствии с СП 28.13330.2017 (подпункт 5.7.4) следует предусматривать защиту конструкций СБМНГС от электрокоррозии, а именно:

- ограничение токов утечки, выполняемое на источниках блуждающих токов;
- пассивную защиту;
- активную (электрохимическую) защиту, выполняемую на конструкциях СБМНГС, если пассивная защита невозможна или недостаточна.

Пассивная защита включает применение бетона марки по водонепроницаемости не ниже W6 по ГОСТ 26633, бетона с повышенным электрическим сопротивлением, достигаемым за счет использования комплексных добавок пластифицирующего и уплотняющего действия, и другие способы в соответствии с СП 28.13330.2017 (пункт 5.7.5).

6.7.3 Требования к бетону и его составляющим

6.7.3.1 Бетон для СБМНГС должен удовлетворять требованиям ГОСТ 26633 и указаниям настоящего раздела. Номенклатуру показателей качества бетона принимают в соответствии с указаниями ГОСТ 4.212.

6.7.3.2 Выбор марки и класса бетонов следует осуществлять в зависимости от степени агрессивного воздействия среды на бетон в разных зонах сооружения и расположения конструкций СБМНГС по отношению к горизонту воды.

6.7.3.3 При проектировании конструкций СБМНГС в зависимости от вида и условий работы необходимо устанавливать показатели качества бетона, основными из которых являются следующие:

а) классы бетона по прочности на сжатие, МПа, которые отвечают значению гарантированной прочности бетона, с обеспеченностью 0,95:

1) в проектах необходимо предусматривать следующие классы бетона по прочности на сжатие: В30; В35; В40; В45; В50; В55; В60,

2) при соответствующем обосновании допускается устанавливать значение класса бетона по прочности на сжатие выше В60;

б) классы бетона по прочности на осевое растяжение:

1) эту характеристику устанавливают в случаях, когда она определяет прочность конструкций и контролируется на производстве,

2) в проектах необходимо предусматривать следующие классы бетона по прочности на осевое растяжение: $B_t1,6$; $B_t2,0$; $B_t2,4$; $B_t2,8$; $B_t3,2$; $B_t3,6$;

в) марки бетона по морозостойкости.

В проектах необходимо предусматривать следующие марки бетона по морозостойкости (марки по первому базовому методу в соответствии с ГОСТ 26633): F_1100; F_1150; F_1200; F_1300; F_1400; F_1500; F_1600; F_1700; F_1800; F_11000;

г) марки бетона по водонепроницаемости.

В проектах необходимо предусматривать следующие марки бетона по водонепроницаемости: W4; W6; W8; W10; W12; W14; W16; W18; W20.

6.7.3.4 К бетону конструкций СБМНГС могут предъявляться дополнительные, устанавливаемые в проектах и подтверждаемые экспериментальными исследованиями требования: предельной растяжимости, стойкости к ледовой абразии, тепловыделению при твердении бетона, отсутствию вредного взаимодействия щелочей цемента с заполнителями и др.

6.7.3.5 Требования к бетону конструкций СБМНГС по прочности на сжатие и растяжение, морозостойкости, водонепроницаемости и т. д. необходимо устанавливать дифференцированно по зонам сооружения, при этом требования к техническим характеристикам бетона должны соответствовать фактическим условиям работы бетона различных зон и частей сооружений в период строительства и эксплуатации.

6.7.3.6 Срок твердения (возраст) бетона, отвечающий его классам по прочности на сжатие, на осевое растяжение, маркам по водонепроницаемости и морозостойкости, следует принимать 28 суток. Если известны сроки фактического нагружения конструкций, способы их возведения, условия твердения бетона, вид и качество применяемого цемента, то допускается устанавливать класс и марки бетона в ином возрасте.

Во всех случаях внешнее силовое воздействие или иное воздействие на бетон допускается лишь при достижении им не менее 70 % прочности принятого класса по прочности на сжатие.

6.7.3.7 Классы бетона по прочности на сжатие и растяжение необходимо назначать в зависимости от уровня напряжений в расчетных зонах сооружения с учетом фактического времени нагружения конструкций.

6.7.3.8 Марку бетона по морозостойкости следует назначать в зависимости от климатических условий района эксплуатации СБМНГС и числа расчетных циклов (смен) попеременного замораживания и оттаивания в течение года (по данным долгосрочных наблюдений) с учетом эксплуатационных условий.

Марку бетона по морозостойкости для конструкций, находящихся в зоне переменного уровня воды и подверженных воздействию волн (зона 2) и в зоне воздействия брызг (зона 1), следует принимать по таблице 1.

Для надводной зоны сооружений марки бетона по морозостойкости назначают с учетом атмосферных воздействий, но не ниже F_1100 — для умеренных, F_1150 — для суровых и F_1200 — для особо суровых климатических условий.

Для конструкций, не испытывающих попеременного замораживания и оттаивания в процессе строительства и эксплуатации (внутренние конструкции сооружений, не подлежащих консервации и зимнему отстою, конструкции, постоянно находящиеся под водой), требования по морозостойкости не предъявляют.

Таблица 1 — Марки бетона по морозостойкости

Климатические условия	Марка бетона по морозостойкости при числе циклов попеременного замораживания и оттаивания в год						
	До 25 включ.	Св. 26 до 50	Св. 51 до 100	Св. 101 до 150	Св. 151 до 200	Св. 201 до 250	Св. 251 до 300
Умеренные	$F_1$100	$F_1$100	$F_1$150	$F_1$200	$F_1$300	$F_1$400	$F_1$600
Суровые	$F_1$100	$F_1$150	$F_1$200	$F_1$300	$F_1$400	$F_1$600	$F_1$800
Особо суровые	$F_1$200	$F_1$300	$F_1$400	$F_1$500	$F_1$600	$F_1$800	$F_1$1000

Примечания

1 Климатические условия характеризуют среднемесячной температурой наиболее холодного месяца: умеренные — выше минус 10 °С; суровые — от минус 10 до минус 20 °С включительно; особо суровые — ниже минус 20 °С. Среднемесячные температуры наиболее холодного месяца для района строительства определяют по СП 131.13330, а также по данным гидрометеорологической службы.

2 При одновременном воздействии замораживания-оттаивания и агрессивной среды (например, воды) необходимо учитывать требования, предъявляемые к материалам и конструкциям СП 28.13330 и ГОСТ 18105, и применять бетоны более высоких марок по морозостойкости: при воздействии слабо- и среднеагрессивной среды — на одну ступень, а при воздействии сильноагрессивной среды — на две ступени.

6.7.3.9 Для наружных зон сооружений и конструкций, где при основных сочетаниях нагрузок и воздействий имеют место растягивающие напряжения (деформации), следует применять бетоны с более высокой (не менее чем на одну ступень) морозостойкостью.

6.7.3.10 Марку бетона по водонепроницаемости назначают в зависимости от градиента напора, определяемого как отношение максимального напора, м, к толщине конструкции, м, и температуры, контактирующей с сооружением воды, °С, по таблице 2 с учетом агрессивности среды-воды по СП 28.13330.

Таблица 2 — Марки бетона по водонепроницаемости

Температура воды, °С	Марки бетона по водонепроницаемости при градиентах напора			
	До 5 включ.	Св. 5 до 10	Св. 10 до 20	Св. 20 до 30 включ.
До 10 включительно	W4	W4	W6	W8
Свыше 10 до 30 включительно	W4	W6	W8	W10
Свыше 30	W6	W8	W10	W12

Примечание — Для конструкций с градиентом напора свыше 30 следует назначать марку бетона по водонепроницаемости W14 и выше.

6.7.3.11 При соответствующем технико-экономическом обосновании для конструкций СБМНГС допускается использовать бетоны на напрягаемом цементе, а для снижения нагрузки от собственного веса конструкции — легкие бетоны.

6.7.3.12 Мелкозернистый бетон без специального экспериментального обоснования не допускается применять для конструкций, подвергающихся воздействию многократно повторяющейся нагрузки.

6.7.3.13 Для массивных конструкций СБМНГС (толщиной более 1 м), где бетон используют преимущественно в качестве твердого балласта, и он участвует в восприятии лишь локальных нагрузок, допускается использование тяжелых бетонов более низких классов по прочности на сжатие: В20 и В25.

6.7.3.14 Для омоноличивания стыков и элементов сборных конструкций следует применять бетоны классов по прочности и марок по морозостойкости и водонепроницаемости не ниже принятых для стыкуемых элементов.

6.7.3.15 Класс бетона по прочности на сжатие и на осевое растяжение следует принимать по таблицам 3 и 4 в зависимости от значений расчетных сопротивлений бетона, определенных в соответствии с СП 41.13330.2012 (разделы 8—10).

Таблица 3 — Нормативные и расчетные сопротивления бетона

Класс бетона по прочности на сжатие	Нормативные и расчетные сопротивления бетона, МПа			
	Нормативные сопротивления; расчетные сопротивления для предельных стояний второй группы		Расчетные сопротивления для предельных состояний первой группы	
	Сжатие осевое R_{bn}; $R_{b,ser}$	Растяжение осевое R_{btn}; $R_{bt,ser}$	Сжатие осевое R_b	Растяжение осевое R_{bt}
1	2	3	4	5
B20	15,0	1,35	11,5	0,90
B25	18,5	1,55	14,5	1,05
B30	22,0	1,75	17,0	1,15
B35	25,5	1,95	19,5	1,30
B40	29,0	2,10	22,0	1,40
B45	32,0	2,25	25,0	1,50
B50	36,0	2,45	27,5	1,60
B55	39,5	2,60	30,0	1,70
B60	43,0	2,75	33,0	1,80

Таблица 4 — Нормативные и расчетные сопротивления бетона при осевом растяжении

Класс бетона по прочности на растяжение	Нормативные и расчетные сопротивления бетона при осевом растяжении, МПа	
	Нормативные сопротивления, расчетные сопротивления для предельных состояний второй группы R_{btn}; $R_{bt,ser}$	Расчетные сопротивления для предельных состояний первой группы R_{bt}
B_t1,6	1,6	1,25
B_t2,0	2,0	1,55
B_t2,4	2,4	1,85
B_t2,8	2,8	2,15
B_t3,2	3,2	2,45
B_t3,6	3,6	2,75

6.7.3.16 Расчетные сопротивления бетона для предельных состояний первой группы R_b и R_{bt} снижают (или повышают) путем умножения на коэффициенты условий работы бетона γ_{bi}. Данные коэффициенты учитывают влияние на его прочность:

- сочетания нагрузок;
- различия в возрасте бетона в конструкции ко времени ее нагружения эксплуатационными нагрузками и в возрасте бетона, соответствующем его классу по прочности;
- различия в прочности бетона в сооружении и в контрольных образцах;
- схемы нагружения;
- градиента деформаций по сечению;
- формы поперечного сечения;
- сложного напряженного состояния;
- типа и размеров конструкций;
- строительных швов;
- многократного повторения нагрузок;
- схемы, коэффициента и дисперсности армирования;
- других факторов.

Значения коэффициентов условий работы бетона следует принимать в соответствии с СП 41.13330.2012 (таблица 5).

Расчетные сопротивления бетона для предельных состояний второй группы $R_{b,ser}$ и $R_{bt,ser}$ вводят в расчет с коэффициентом условий работы бетона γ_{bi} = 1, за исключением случаев, указанных в СП 41.13330.2012 (пункты 9.2, 9.3 и 10.13).

6.7.3.17 Начальный модуль упругости бетона естественного твердения при сжатии и растяжении E_b следует принимать по таблице 5.

Таблица 5 — Значения начального модуля упругости бетона

Бетон	Значения начального модуля упругости бетона при сжатии и растяжении $E_b \cdot 10^{-3}$, МПа, при классе бетона по прочности на сжатие								
	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60
Тяжелый	27,5	30,0	32,5	34,5	36,0	37,0	38,0	39,0	39,5
Мелкозернистый	—	—	26,0	27,5	28,5	—	—	—	—

Модуль сдвига бетона G_b следует принимать равным 0,4 E_b.

6.7.3.18 Начальный коэффициент поперечной деформации v (коэффициент Пуассона) принимают равным 0,2.

6.7.3.19 Коэффициент линейной температурной деформации бетона α_{bt} (при изменении температуры от минус 40 °С до плюс 50 °С) в расчетах следует принимать 1×10^{-5} °C^{-1}.

6.7.3.20 Плотность тяжелого бетона при отсутствии опытных данных следует принимать по таблице 6.

Таблица 6 — Средняя плотность бетона

Плотность заполнителя, г/см^3	Средняя плотность бетона ρ, г/см^3, при максимальной крупности заполнителя, мм		
	10	20	40
2,60—2,65	2,26	2,32	2,37
2,65—2,70	2,30	2,36	2,40
2,70—2,75	2,33	2,39	2,44

6.7.3.21 Материалы и составы бетона необходимо выбирать таким образом, чтобы удовлетворялись все требования, предписанные для бетонной смеси и затвердевшего бетона, включая удобоукладываемость, плотность, тепловыделение, прочность, долговечность, защиту закладных деталей и металлической арматуры от коррозии, принимая во внимание технологию приготовления и доставки смеси на строительную площадку, используемые методы выполнения бетонных работ.

6.7.3.22 Цементы, крупный и мелкий заполнители, вода и добавки должны соответствовать требованиям стандартов и технических условий к данным строительным материалам с учетом ГОСТ 31384.

6.7.3.23 Цементы необходимо выбирать в зависимости от места расположения зоны сооружения и агрессивности среды:

- для конструкций зон 1 и 2 СБМНГС (см. 6.7.2.3) следует применять: СС портландцемент ЦЕМ I СС по ГОСТ 22266; портландцемент ПЦ Д0-Н и портландцемент ЦЕМ I по ГОСТ 31108;
- для конструкций зоны 3 (внутренние конструкции, конструкции постоянно находящиеся под водой) следует применять: СС цементы по ГОСТ 22266; портландцемент, шлакопортландцемент и цементы типов ЦЕМ I-ЦЕМ III по ГОСТ 31108.

6.7.3.24 Для приготовления тяжелого бетона следует использовать фракционированный щебень из плотных горных пород с размером зерна от 5 до 40 мм согласно ГОСТ 8267 и ГОСТ 26633.

Заполнители с зернами крупностью, превышающей 40 мм, могут быть примененгы при соответствующем технико-экономическом обосновании в каждом отдельном случае.

6.7.3.25 В качестве мелкого заполнителя необходимо применять природный кварцевый песок по ГОСТ 8736 или песок из отсевов плотных горных пород по ГОСТ 31424 с размером зерна от 0,16 до 5,0 мм. Мелкий заполнитель также должен удовлетворять ГОСТ 26633.

6.7.3.26 Для конструкционных легких бетонов следует применять пористые заполнители по ГОСТ 32496.

6.7.3.27 Вода для затворения бетонной смеси, приготовления растворов химических добавок и увлажнения твердеющего бетона должна отвечать ГОСТ 23732.

Для приготовления бетонных и растворных смесей, ухода за бетоном и промывки заполнителей не допускается применение сточной, болотной и торфяной воды.

6.7.3.28 Следует предусматривать широкое применение добавок поверхностно-активных веществ (пластифицирующего действия, воздухововлекающего действия и др.), а также применение тонкодисперсных минеральных добавок. Добавки должны соответствовать ГОСТ 24211, а также стандартам и техническим условиям, по которым они выпускаются.

При подборе добавок к бетону целесообразно учитывать рекомендации по областям их применения, приведенные в СП 41.13330.2012 (приложение В).

6.7.3.29 Применение добавок к бетону не должно приводить к снижению физико-механических характеристик бетона, коррозии арматуры и закладных деталей, выделению токсичных и взрывоопасных газовых смесей, увеличению газовыделения (по водороду).

6.7.3.30 Общее количество добавок при их применении для приготовления бетона не должно составлять более 5 % массы цемента, если отсутствует надежное подтверждение обеспечения долговечности бетона при повышенных дозировках добавок.

6.7.4 Требования к арматуре

6.7.4.1 Для армирования конструкций СБМНГС следует применять арматуру следующих видов:

- в качестве ненапрягаемой — стержневую горячекатаную гладкую и периодического профиля с постоянной и переменной высотой выступов [1ф (кольцевой) и 2ф (серповидный) профиль соответственно] классов А240, А400, А400С, А500 и А500С по ГОСТ 34028 диаметром от 6 до 40 мм; проволоку из низкоуглеродистой стали холоднотянутую периодического профиля класса Вр-1 по ГОСТ 6727 диаметром от 3 до 5 мм;
- в качестве напрягаемой — арматурные канаты по ГОСТ Р 53772 или зарубежные аналоги канатной арматуры с механическими характеристиками не ниже требований по ГОСТ Р 53772;
- в качестве листовой арматуры (для сталежелезобетонных и сталебетонных конструкций) — конструкционную сталь, характеристики которой следует принимать согласно СП 16.13330.2017 (разделы 5, 6).

6.7.4.2 Нормативные и расчетные сопротивления основных видов арматуры, применяемой в железобетонных конструкциях СБМНГС, в зависимости от класса арматуры, необходимо принимать по таблице 7.

6.7.4.3 При расчете арматуры по главным растягивающим напряжениям (балки-стенки, короткие консоли и др.) расчетные сопротивления арматуры следует принимать как для продольной арматуры на действие изгибающего момента.

Таблица 7 — Нормативные и расчетные сопротивления арматуры

Вид и класс арматуры	Диаметр, мм	Нормативное сопротивление растяжению, расчетное сопротивление растяжению для предельных состояний второй группы R_{sn}; $R_{s,ser}$, МПа	Расчетные сопротивления арматуры для предельных состояний первой группы, МПа		
			растяжению		сжатию
			продольной R_{sn}	поперечной (хомутов, отогнутых стержней) R_{sw}	R_{sc}
1	2	3	4	5	6
А240	6-40	240	225	175	225
А400, А400С	6-40	390	355	285	355
А500, А500С	6-40	500	435	300	435
Вр-I	3 4 5	410 405 395	375 365 360	270 265 260	375 365 360

Примечание — В сварных каркасах для поперечных стержней (хомутов) из арматуры класса А400 и А400С, диаметр которых меньше 1/3 диаметра продольных стержней, R_{sw} принимают равными 255 МПа.

При отсутствии сцепления арматуры с бетоном R_{sc} равно нулю.

При надлежащем обосновании для железобетонных конструкций СБМНГС допускается применять стержневую и проволочную арматуру других классов, их нормативные и расчетные характеристики следует принимать по действующим нормативным документам.

6.7.4.4 Коэффициенты условий работы ненапрягаемой арматуры следует принимать по таблице 8, напрягаемой арматуры — по действующим нормативным документам (см. СП 63.13330, СП 52-102), а листовой арматуры — по таблице 9.

Таблица 8 — Коэффициенты условий работы ненапрягаемой арматуры

Фактор, обуславливающий введение коэффициента условий работы стержневой арматуры	Коэффициенты условий работы арматуры γ_s
Многократно повторяющиеся нагрузки при коэффициенте асимметрии цикла ρ_s:	
От 1,0 до 0 включ.	0,6*
Св. 0 до 0,4 включ.	0,7*
Св. 0,4 до 0,8 включ.	0,9*
Св. 0,8 до 1,0 включ.	1,0*
Железобетонные элементы	1,05
Сталежелезобетонные элементы	1,0

Примечания:

1 Коэффициент асимметрии цикла ρ_s равен отношению наименьшего к наибольшему напряжению в арматуре в пределах цикла изменения нагрузки.

2 При наличии нескольких факторов, действующих одновременно, в расчет вводят произведение соответствующих коэффициентов условий работы.

* При наличии сварных соединений арматуры следующих типов:

- контактное стыковое без механической зачистки;
- стыковое, выполненное способом ванной одноэлектродной сварки на стальной подкладке при ее длине 3 и более диаметра наименьшего из стыкуемых стержней;
- стыковое с парными симметричными накладками.

Коэффициент условий работы арматуры при расчете по предельным состояниям второй группы принимают равным единице.

Таблица 9 — Коэффициенты условий работы листовой арматуры

Фактор, обуславливающий введение коэффициента условий работы листовой арматуры	Коэффициенты условий работы листовой арматуры, γ_{sl}
Листовая арматура без специальной обработки поверхности контакта с бетоном и без анкеров	0,5
Листовая арматура с рифленой поверхностью контакта с бетоном без анкеров	0,7
Листовая арматура с анкеровкой в бетон	0,9

6.7.4.5 Минимальная толщина листовой арматуры: для сталежелезобетонных конструкций — 10 мм, для сталебетонных конструкций — 15 мм.

6.7.4.6 Все несущие части корпуса СБМНГС необходимо проектировать без резких изменений сечений и искривлений. Площадь сечения арматуры целесообразно изменять за счет уменьшения диаметра стержней без изменения их количества. В одном сечении конструкции допускается соединять в растянутой зоне не более 30 % стержней, а в сжатой зоне — не более 50 % стержней.

6.7.4.7 Модули упругости ненапрягаемой арматуры принимают по таблице 10, а арматуры других видов — по действующим нормативным документам.

Таблица 10 — Модули упругости ненапрягаемой арматуры

Вид и класс арматуры	Модуль упругости арматуры $E_s \cdot 10^5$, МПа
А240	2,05
А400, А400С	2,00
А500, А500С	2,00
Вр-I	1,70

6.7.5 Требования к закладным деталям

6.7.5.1 Для пластин закладных деталей и соединительных элементов следует применять, как правило, прокатную углеродистую сталь. Характеристики стали для закладных деталей следует принимать согласно СП 16.13330.2017 (разделы 5, 6).

6.7.5.2 Закладные детали и соединительные элементы, эксплуатируемые в условиях воздействия агрессивных сред, предпочтительно изготовлять из коррозионностойких видов сталей или с защитой металлическими протекторными покрытиями.

6.7.5.3 В обетонируемых стыках и узлах сопряжений конструкций закладные детали и соединительные элементы из обычных сталей без защитных покрытий должны иметь защитный слой бетона и марку бетона по водонепроницаемости не ниже, чем в стыкуемых конструкциях.

Незащищенные закладные детали перед установкой в формы для бетонирования должны быть очищены от пыли, ржавчины и других загрязнений.

6.7.5.4 Толщину пластин закладных деталей и соединительных элементов (листа, полосы, профиля) следует принимать не менее 10 мм, а анкерных стержней — не менее 12 мм.

6.7.5.5 Закладные детали должны быть закреплены в бетоне не менее чем двумя анкерными стержнями. Закладные детали, воспринимающие сдвигающие усилия, должны иметь не менее четырех анкерных стержней, располагающихся в два ряда.

6.7.5.6 Анкерные стержни необходимо, как правило, выполнять из арматуры периодического профиля, указанной в 6.7.4.1. Анкеры из гладкой арматуры допускается применять только при наличии усилений на их концах в виде пластинок, высаженных головок и поперечных стержней-коротышей.

6.7.5.7 Анкерные стержни в виде отогнутых стержней (уток), а также укороченных стержней с отогнутыми концами (лапками) допускается применять только в тех случаях, когда их ставят по конструктивным соображениям и закрепляют конструкции, не подвергающиеся действию отрывающих, вибрационных или динамических нагрузок.

6.7.5.8 Сварные соединения пластин закладных деталей и соединительных элементов с анкерными стержнями необходимо выполнять в соответствии с ГОСТ 14098.

6.7.5.9 По своим размерам закладные детали и их анкерные стержни не должны препятствовать качественной укладке бетона.

6.7.5.10 В пластинах закладных деталей, располагающихся при бетонировании в горизонтальном положении, при размере наименьшей стороны более 25 см и в пластинах, закрывающих полностью или большую часть поверхности бетонируемого элемента, рекомендуется предусматривать отверстия для выхода воздуха при укладке и уплотнении бетона и для контроля качества бетонирования.

6.7.6 Требования к испытаниям бетона и его составляющих

6.7.6.1 Испытания бетона на прочность проводят в соответствии с ГОСТ 10180, ГОСТ 28570, ГОСТ 22690, ГОСТ 17624, ГОСТ 31914.

Прочность бетона контролируют и оценивают по ГОСТ 18105 и ГОСТ 31914.

6.7.6.2 Испытания бетона на морозостойкость выполняют по ГОСТ 10060.

6.7.6.3 Испытания бетона на водонепроницаемость проводят в соответствии с ГОСТ 12730.5, при классе по прочности на сжатие В60 и выше — по ГОСТ 31914.

6.7.6.4 Испытания на истираемость бетона выполняют по ГОСТ 13087.

6.7.6.5 Среднюю плотность бетона определяют по ГОСТ 12730.1, ГОСТ 17623.

6.7.6.6 Испытания бетона по дополнительно установленным показателям качества (деформация усадки, ползучесть, тепловыделение при твердении, призменная прочность, модуль упругости, выносливость, трещиностойкость и др.) проводят по методам, установленным в ГОСТ 24544, ГОСТ 24316, ГОСТ 24452, ГОСТ 24545, ГОСТ 29167 соответственно или в других нормативных и технических документах, утвержденных в установленном порядке.

6.7.6.7 В случае отсутствия стандартных методов на определение дополнительных показателей качества методы испытаний разрабатывают в специализированных исследовательских организациях в установленном порядке, согласовывают с проектной организацией и указывают в технической документации.

6.7.6.8 Оценку подвижности и жесткости бетонной смеси проводят в соответствии с ГОСТ 10181.

6.7.6.9 Испытания крупного заполнителя проводят по ГОСТ 8269.0, ГОСТ 8269.1.

6.7.6.10 Испытания мелкого заполнителя выполняют по ГОСТ 8735.

6.7.6.11 Испытания воды проводят в соответствии с ГОСТ 23732. Питьевую воду, соответствующую ГОСТ Р 51232, применяют по любому назначению без дополнительных анализов.

6.7.6.12 Удельную эффективную активность естественных радионуклидов $A_{эфф}$ в материалах для приготовления бетонной смеси определяют по ГОСТ 30108.

6.8 Требования к определению нагрузок и расчетам

6.8.1 Классификация нагрузок

6.8.1.1 Определение нагрузок, действующих на СБМНГС или их отдельные части, необходимо осуществлять в соответствии с СП 58.13330, СП 20.13330, СП 38.13330, СП 14.13330, ГОСТ Р 57123, ГОСТ Р 57148.

6.8.1.2 По своей природе все нагрузки, действующие на конструкцию СБМНГС, подразделяют на две категории:

- вызываемые воздействием окружающей среды (волнения, ветра, течения, льда, сейсмоактивности, грунта, температуры и т. п.);
- создаваемые весом СБМНГС, а также работой механизмов, устройств, систем и другие, связанные с функционированием СБМНГС (функциональные).

6.8.1.3 Каждая из этих категорий может включать постоянные и переменные во времени нагрузки; последние по характеру реакции конструкции на внешние воздействия подразделяют, в том числе, на статические и динамические.

6.8.1.4 Постоянными статическими являются нагрузки, не изменяющиеся по величине, положению или направлению при изменении внешних условий. Для конструкций, находящихся в состоянии покоя, вес собственно конструкции и всего постоянно закрепленного оборудования, а также силы поддержания, противодавления на подошву сооружения (взвешивание), грунтовые нагрузки и вес грунта в объеме, зависящем от схемы взаимодействия сооружения и основания, являются постоянными статическими нагрузками. Кроме того, к постоянным нагрузкам следует относить:

- вес балласта;
- гидростатическое давление;
- усилия от постнапряжения и пр.

6.8.1.5 Переменными статическими являются нагрузки, изменяющиеся во времени, по величине и направлению. Однако скорость изменения этих нагрузок настолько мала, что она не оказывает динамического эффекта на конструкцию. Переменные статические нагрузки могут быть длительными, кратковременными и особыми.

6.8.1.6 К длительным следует относить нагрузки, приведенные в СП 20.13330 и СП 58.13330 со следующими дополнениями:

- нагрузки от буксировки СБМНГС или их отдельных частей;
- нагрузки при транспортировании СБМНГС и его отдельных частей на специализированном плавсредстве;
- перепады гидростатического давления в отсеках ОЧ;
- нагрузки на ВС от стоянки вертолетов.

6.8.1.7 К кратковременным следует относить нагрузки по СП 20.13330 и СП 58.13330 со следующими дополнениями:

- монтажные нагрузки, возникающие при изготовлении СБМНГС или их отдельных частей;
- нагрузки, возникающие при проверке герметичности отсеков ОЧ;
- транспортные нагрузки в пределах СБМНГС или их отдельных частей;
- давление растворов при цементации;
- нагрузки от удерживающих связей при установке СБМНГС или их отдельных частей;
- нагрузки от посадки и взлета вертолетов и др.

6.8.1.8 К особым следует относить нагрузки по СП 20.13330 со следующими дополнениями:

- от аварийного затопления отсеков ОЧ при буксировке;
- нагрузки от падения объектов;
- нагрузки от дрейфующих торосов и айсбергов или их частей.

6.8.1.9 Динамическими являются нагрузки, изменяющиеся по величине, положению и направлению достаточно быстро, чтобы вызвать динамический эффект в поведении конструкции.

6.8.1.10 Динамические эффекты в конструкциях способны создавать порывы ветра, волнение, лед, сейсмика.

6.8.1.11 Следует учитывать нагрузки, возникающие при бурении, и нагрузки, вызванные деформациями сооружений вследствие температурных изменений, относя их к категории длительных или кратковременных нагрузок в зависимости от продолжительности.

6.8.1.12 При определении нагрузок на СБМНГС или их отдельные части следует учитывать следующие расчетные условия, связанные с повторяемостью нагрузок:

- экстремальные, требующие учета нормативных нагрузок (например, для оценки устойчивости, прочности конструкции и грунтового основания на основе расчетов с использованием коэффициентов надежности);
- особые, требующие учета особых климатических нагрузок при рассмотрении особых сочетаний нагрузок.

6.8.1.13 По зоне воздействия нагрузки следует подразделять на глобальные (общие) и локальные (местные).

6.8.1.14 Климатические нагрузки необходимо определять для наиболее неблагоприятного направления распространения природных явлений (льда, волн, течений, ветра и др.).

6.8.2 Ветровые нагрузки

6.8.2.1 Нормативные значения ветровых нагрузок на СБМНГС или их отдельные части следует определять с учетом СП 20.13330.2016 (раздел 11).

6.8.2.2 Нормативное значение ветрового давления w_0 необходимо определять на основе данных репрезентативных станций наблюдательной сети в соответствии со скоростью ветра на уровне 10 м, определяемой с 10-минутным интервалом осреднения. Нормативные ветровые нагрузки определяют для характеристик ветра с повторяемостью один раз в 100 лет.

6.8.2.3 При воздействии ветра необходимо производить проверку динамической прочности конструкций с учетом возникновения вибраций из-за периодического срыва вихрей с соответствующими резонансными явлениями.

6.8.3 Нагрузки от волн и течений

6.8.3.1 Осредненную по времени нагрузку от течений F_D/L на единицу длины обтекаемого элемента подводной части СБМНГС при отсутствии волн следует вычислять по формуле

$$F_D/L = \frac{1}{2}\,\rho\, C_D\, V^2\, A_n, \qquad (2)$$

где ρ — плотность воды, кг/м^3;

L — длина по оси элемента подводной части, м;

C_D — коэффициент сопротивления (C_D принимают равным: 1,05 — для цилиндрических элементов; 2,0 — для прямоугольных элементов при направлении потока, параллельном стороне элемента; 1,6 — для прямоугольных элементов при направлении потока под углом 45° к стороне элемента);

V — проекция вектора скорости течения на плоскость, ортогональную оси обтекаемого элемента, м/с;

A_n — площадь проекции единицы длины обтекаемого элемента подводной части СБМНГС на плоскость, ортогональную направлению потока, м^2/м.

Сила F_D, Н, направлена по нормали к оси обтекаемого элемента в плоскости, в которой лежат ось элемента и вектор скорости течения. Суммарную нагрузку от течений определяют интегрированием нагрузок по элементам подводной части СБМНГС.

6.8.3.2 При расчете площади A_n следует учитывать обрастание подводной части СБМНГС на основе рассмотрения натурных данных по конструктивным аналогам.

6.8.3.3 Частоту пульсации нагрузок (из-за срыва вихрей) f_l, 1/с, для цилиндрической формы подводной части СБМНГС вычисляют по формуле

$$f_l = V S_h / D, \quad (3)$$

где S_h — число Струхаля (S_h = 0,2 при R_e < 200000, R_e — число Рейнольдса);

D — диаметр ОЧ СБМНГС, м.

6.8.3.4 Изменяющиеся во времени силы могут представлять опасность при условии, что их частота близка к собственной частоте колебаний сооружения. Поэтому при проектировании СБМНГС необходимо обеспечить такое условие, чтобы собственная частота колебаний была значительно более частоты изменения вынуждающей силы, действующей на СБМНГС и его элементы.

6.8.3.5 Волновую нагрузку на СБМНГС F_w, Н, определяют в соответствии с СП 38.13330.2018 (раздел 5).

6.8.3.6 Для различных расчетных ситуаций необходимо определить:

- горизонтальные и вертикальные волновые силы и их моменты, действующие на подводную часть СБМНГС;
- локальные волновые давления на поверхности конструкций и грунтовых оснований СБМНГС в пределах призмы выпора грунта;
- возвышение волновой поверхности у СБМНГС;
- волновые вертикальные фильтрационные нагрузки на подошвы СБМНГС;
- местные размывы дна и волновые воздействия на конструкции защиты дна от размывов.

6.8.3.7 При проверке динамической прочности несущих конструкций и грунтового основания СБМНГС с учетом циклического воздействия волн следует распределять волновые нагрузки по группам с различными высотами волн и определением количества волновых циклов, их длительности, амплитуд и частот циклической нагрузки.

6.8.3.8 При совместном воздействии волн и течения определение нагрузки на сооружение следует производить с помощью уравнения, приведенного в 6.8.3.1 при учете векторного сложения скоростей волнового движения и скорости течения.

6.8.3.9 Нормативные значения волновых нагрузок определяют в соответствии с СП 38.13330.

6.8.3.10 Расчеты нормативных значений нагрузок от течений производят для характеристик течений с повторяемостью один раз в 100 лет.

6.8.4 Ледовые нагрузки

6.8.4.1 Нормативные значения ледовых нагрузок на СБМНГС или их отдельные части необходимо определять с учетом СП 38.13330.2018 (раздел 7).

6.8.4.2 Ледовые нагрузки необходимо определять с учетом положения уровня воды, температуры воздуха, скорости ветра и течения. При этом следует принимать сочетания толщин и прочности льда, уровня воды, температуры воздуха, скорости ветра и течения в соответствии с заданной повторяемостью ледовых нагрузок. При определении ледовых нагрузок учитывать увеличение размера преграды за счет обмерзания ОЧ СБМНГС не требуется.

6.8.4.3 При обосновании необходимости к особым ледовым нагрузкам для арктических регионов следует относить нагрузки от ледовых образований для следующих основных случаев:

- при толщине льда и параметров для торосов с годовой вероятностью 0,0001 (0,01 %-ной обеспеченности) с осреднением по ширине преград в сочетании со средней многолетней прочностью льда для этого периода;
- прочности льда с годовой вероятностью 0,0001 (0,01 %-ной обеспеченности) в сочетании со средней многолетней толщиной ровного льда и средними многолетними параметрами для торосов для этого периода с осреднением по ширине преград (при условии возможности подвижек льда в этот период);
- характеристиках айсбергов с годовой вероятностью воздействия 0,0001 (0,01 %-ной обеспеченности).

Эти ледовые нагрузки следует учитывать при рассмотрении особых сочетаний нагрузок.

6.8.4.4 Нормативные и особые ледовые нагрузки необходимо определять по детерминистической модели с учетом всех возможных сценариев ледового воздействия.

6.8.4.5 Для различных сценариев ледового воздействия следует определять:

- горизонтальные и вертикальные ледовые силы, действующие на СБМНГС или их отдельные части, и моменты этих сил;
- локальные ледовые давления на поверхности конструкций СБМНГС и грунтовое основание в пределах призмы выпора грунта;
- возвышения нагромождений льда у СБМНГС;
- размеры местных пропахиваний льдом дна и ледовые нагрузки на конструкции защиты дна от размывов.

6.8.5 Гололедные и снеговые нагрузки

6.8.5.1 Нормативные значения гололедных нагрузок на СБМНГС или их отдельные части следует определять с учетом СП 20.13330.2016 (раздел 12), снеговых нагрузок — в соответствии с СП 20.13330.2016 (раздел 10).

6.8.5.2 При проектировании необходимо учитывать гололедные нагрузки от обледенения сооружений при воздействии брызг и осадков (ледяного дождя или измороси, ледяного тумана или капель).

Обледенение приводит к увеличению диаметра конструктивных элементов СБМНГС или их отдельных частей и соответственно к увеличению нагрузок, вызываемых собственным весом, а также ветровых нагрузок.

6.8.5.3 Гололедные нагрузки необходимо учитывать при проектировании узлов соединения ВС с ОЧ, верхних палуб ВС и других необогреваемых наружных конструкций.

Толщины стенок гололеда и плотности льда для вертикальных необогреваемых поверхностей СБМНГС или их отдельных частей следует принимать по таблице 11.

Таблица 11 — Значения толщины стенок гололеда и плотности льда на вертикальных необогреваемых поверхностях

Возвышение центра тяжести над средним уровнем моря, м	Толщина стенки гололеда от брызг, м	Плотность льда, т/м^3	Толщина стенки гололеда от осадков, м	Плотность льда, т/м^3
От 5 до 10 включ.	0,15	0,85	0,10	0,90
От 10 до 25 включ.	Уменьшается линейно от 0,15 до 0,00 включ.	0,85	0,10	0,90

6.8.6 Сейсмические нагрузки

6.8.6.1 Нормативные значения сейсмических нагрузок на СБМНГС или их отдельные части необходимо определять с учетом СП 14.13330.2018 (раздел 8).

6.8.6.2 В соответствии с СП 14.13330 при оценке сейсмической опасности следует исходить из двухуровневого подхода:

- нижний уровень — для проектных землетрясений, действие которых СБМНГС или их отдельные части должны воспринимать без угрозы для безопасности людей и с сохранением собственной ремонтопригодности. При этом допускаются остаточные смещения, деформации, трещины и иные повреждения, не приводящие к разрушению с катастрофическими последствиями и не нарушающие нормальную эксплуатацию СБМНГС. Допускаемые повреждения, допускаемая ширина раскрытия трещин железобетонных конструкций или величина допускаемой деформации стальных элементов должны быть обоснованы по специальной методике;
- верхний уровень — для МРЗ, которые СБМНГС или их отдельные части должны воспринимать без угрозы как собственного разрушения, так и повреждений, приводящих к выбросу в окружающую среду углеводородов. При этом допускаются иные повреждения конструкции и грунтового основания, включая повреждения, нарушающие нормальную эксплуатацию СБМНГС.

6.8.6.3 Исходную сейсмичность площадки расположения СБМНГС для проектных землетрясений и МРЗ следует определять по результатам детального сейсмического районирования или уточнения исходной сейсмичности.

При этом необходимо составлять сейсмотектоническую модель сейсмического района расположения СБМНГС, включающую карту и характеристики основных зон возможных очагов землетрясений, а также сведения о наличии или отсутствии активных разломов и возможности склоновых смещений большого объема и их параметрах.

6.8.6.4 Расчетную сейсмичность площадки расположения СБМНГС для проектных землетрясений и МРЗ необходимо устанавливать на основе исходной сейсмичности и уточнять по результатам

сейсмического микрорайонирования. Для СБМНГС исследования сейсмического микрорайонирования следует выполнять инструментальными и расчетными методами, и при этом глубину слоя исследования сейсмических свойств грунта определяют исходя из особенностей геологического строения площадок, но не менее 40 м от подошвы ОЧ.

6.8.6.5 Расчеты СБМНГС или их отдельных частей на сейсмические нагрузки уровня проектных землетрясений следует производить по динамической теории в соответствии с СП 14.13330.

6.8.6.6 Расчеты СБМНГС или их отдельных частей на сейсмические нагрузки уровня МРЗ следует производить по динамической теории в соответствии с СП 14.13330.

6.8.6.7 Для повышения сейсмостойкости СБМНГС или их отдельных частей (например, для ослабления горизонтальных колебаний конструкций ВС) рекомендуется между ОЧ и ВС предусматривать фрикционные маятниковые подшипники, изолирующие ВС от ОЧ.

6.8.7 Нагрузки от верхнего строения

Нормативные значения нагрузок от ВС на ОЧ, включая нагрузки от собственного веса, людей, складируемых грузов и стационарного технологического и бурового оборудования, нагрузки, возникающие при бурении, снеговые и ветровые нагрузки и пр., необходимо устанавливать при проектировании ВС с учетом СП 20.13330.

6.8.8 Нагрузки от судов

6.8.8.1 Расчеты нагрузок от судов на СБМНГС следует определять с учетом соответствующей повторяемости условий по ветру, течениям и волнам в соответствии с СП 38.13330.2018 (раздел 6).

6.8.8.2 Рассмотрение особых нагрузок от удара судна при подходе к СБМНГС следует производить в тех случаях, когда кинетическая энергия от навала судна, приводящая к деформациям СБМНГС, превышает 11000 кДж при подходе судна носом или кормой или 14000 кДж при подходе судна бортом.

6.8.9 Нагрузки от волн цунами

6.8.9.1 При расчете нагрузок от волн цунами рекомендуется руководствоваться [4].

6.8.9.2 Для сложных форм подводной части СБМНГС нагрузки от волн цунами следует определять на основе физического моделирования в лабораторных условиях или численного моделирования с помощью современных специализированных программно-вычислительных комплексов.

6.8.9.3 Нормативные значения нагрузок от волн цунами принимают при их повторяемости один раз в 100 лет; особые нагрузки от волн цунами принимают при их повторяемости один раз в 1000 лет.

6.8.10 Сочетания нагрузок

6.8.10.1 Сочетания нагрузок могут быть основными и особыми. Основные сочетания состоят из постоянных, длительных и кратковременных нагрузок. Особые сочетания состоят из постоянных, длительных, кратковременных нагрузок и одной из особых.

6.8.10.2 Сочетания нагрузок на СБМНГС или их отдельные части необходимо определять в зависимости от рассматриваемых предельных состояний в соответствии с ГОСТ 27751, СП 20.13330 и СП 58.13330.

6.8.10.3 При проектировании СБМНГС или их отдельных частей следует рассматривать все наихудшие, но реально возможные сочетания нагрузок, при которых имеют место наибольшие реакции в конструкциях сооружений.

6.8.11 Общие требования к проведению расчетов

6.8.11.1 СБМНГС в соответствии с ГОСТ 27751, СП 58.13330 и СП 63.13330 необходимо проектировать таким образом, чтобы они удовлетворяли требованиям по предельным состояниям, включающим:

- предельные состояния первой группы, приводящие к полной непригодности эксплуатации конструкций;
- предельные состояния второй группы, затрудняющие нормальную эксплуатацию конструкций или уменьшающие долговечность сооружения по сравнению с предусматриваемым сроком службы.

Расчеты должны обеспечивать надежность сооружений в течение всего срока их службы.

6.8.11.2 Предельные состояния первой группы следует рассматривать для исключения разрушения сооружений или появления на них больших неупругих осадок или деформаций разрушительного характера.

Расчеты по предельным состояниям первой группы включают:

- расчет по прочности;
- расчет по устойчивости формы (для тонкостенных конструкций);
- расчет по устойчивости положения (опрокидывание, скольжение, всплывание).

Расчеты по прочности следует производить из условия, по которому усилия, напряжения и деформации в конструкциях от различных воздействий с учетом начального напряженного состояния (преднапряжение, температурные и другие воздействия) не должны превышать соответствующих значений, установленных нормативными документами.

Расчеты по устойчивости формы конструкции, а также по устойчивости положения (с учетом совместной работы конструкции и основания, их деформационных свойств, сопротивления сдвигу по контакту с основанием и других особенностей) следует производить согласно указаниям нормативных документов на отдельные виды конструкций.

В необходимых случаях в зависимости от вида и назначения конструкции должны быть произведены расчеты по предельным состояниям, связанным с явлениями, при которых возникает необходимость прекращения эксплуатации сооружения (чрезмерные деформации, сдвиги в соединениях и другие явления).

В состав предельных состояний первой группы необходимо также включать неконтролируемое затопление СБМНГС или их отдельных частей при буксировке.

6.8.11.3 Предельные состояния второй группы следует рассматривать для исключения достижения таких характеристик деформаций и/или трещин, которые могут воспрепятствовать нормальной эксплуатации или снизить долговечность СБМНГС.

Расчеты по предельным состояниям второй группы включают:

- расчет по образованию трещин;
- расчет по раскрытию трещин;
- расчет по деформациям.

В состав предельных состояний второй группы необходимо также включать:

- коррозию, которая уменьшает долговечность СБМНГС, а также оказывает влияние на свойства и геометрические параметры ее конструктивных или других элементов;
- чрезмерные вибрации, приводящие к дискомфорту для персонала или затрагивающие неконструктивные элементы и/или технологическое оборудование СБМНГС (особенно при резонансе);
- смещения, которые превышают ограничения для технологического оборудования СБМНГС.

Расчет бетонных и железобетонных конструкций по образованию трещин следует производить из условия, по которому усилия, напряжения или деформации в конструкциях от различных воздействий не должны превышать соответствующих их предельных значений, воспринимаемых конструкцией при образовании трещин.

Расчет железобетонных конструкций по раскрытию трещин производят из условия, по которому ширина раскрытия трещин в конструкции от различных воздействий не должна превышать предельно допустимых значений, устанавливаемых в зависимости от требований, предъявляемых к конструкции, условий ее эксплуатации, воздействия окружающей среды и характеристик материалов с учетом особенностей коррозионного поведения арматуры.

Расчет бетонных и железобетонных конструкций по деформациям следует производить из условия, по которому прогибы, углы поворота, перемещения и амплитуды колебания конструкций от различных воздействий не должны превышать соответствующих предельно допустимых значений.

Для конструкций, в которых не допускается образование трещин, должны быть обеспечены требования по отсутствию трещин. В этом случае расчет по раскрытию трещин не производят.

Для остальных конструкций, в которых допускается образование трещин, расчет по образованию трещин производят для определения необходимости расчета по раскрытию трещин и учета трещин при расчете по деформациям.

Предельно допустимую ширину раскрытия трещин в конструкциях следует назначать по СП 28.13330 и СП 41.13330 в зависимости от степени опасности коррозионного повреждения применяемой арматурной стали в зависимости от степени агрессивности внешней среды.

Предельно допустимые ширины раскрытия трещин w_d следует принимать для железобетонных конструкций с арматурой:

- группы I по степени опасности коррозионного повреждения в зонах 1 и 2 — $w_d < 0{,}3$ мм, в зоне 3 — $w_d < 0{,}4$ мм;
- группы II по степени опасности коррозионного повреждения в зонах 1, 2 и 3 — $w_d < 0{,}2$ мм.

6.8.11.4 Особые сочетания нагрузок и воздействий следует рассматривать для исключения полного разрушения, свободного дрейфа, опрокидывания или затопления СБМНГС или их отдельных частей при особых нагрузках. Местные разрушения несущих конструкций не должны приводить к прогрессирующему обрушению сооружений.

Для особых сочетаний нагрузок и воздействий следует обеспечивать достаточность сопротивления несущих конструкций СБМНГС с учетом местных повреждений от нагрузок, включающих особые нагрузки.

В расчетах следует учитывать только одну особую нагрузку, если другие подобные нагрузки с ними не связаны.

6.8.11.5 При расчетах СБМНГС или их отдельных частей надлежит соблюдать условие, установленное в СП 58.13330.2019 (пункт 8.16) и обеспечивающее недопущение наступления предельных состояний при основных и особых сочетаниях нагрузок, которое удовлетворяет условию

$$\gamma_{lc} F \le \frac{R}{\gamma_n}, \tag{4}$$

где γ_{lc} — коэффициент сочетания нагрузок, принимаемый согласно СП 58.13330;

F — расчетное значение обобщенного силового воздействия (сила, момент, напряжение), деформации или другого параметра, по которому производят оценку предельного состояния и определенное с учетом коэффициента надежности по нагрузке γ_f;

R — расчетное значение обобщенной несущей способности, деформации или другого параметра (при расчетах по первой группе предельных состояний — расчетное значение; при расчетах по второй группе предельных состояний — нормативное значение), устанавливаемого нормами проектирования отдельных видов гидротехнических сооружений, определенное с учетом коэффициентов надежности по материалу γ_m или грунту γ_g и условий работы γ_c;

γ_n — коэффициент надежности по ответственности сооружения.

Минимальное значение коэффициента надежности по ответственности для сооружения класса КС-3 следует принимать равным 1,1 согласно ГОСТ 27751. На коэффициент надежности по ответственности следует умножать эффекты воздействия (нагрузочные эффекты), определяемые при расчете на основные сочетания нагрузок по первой группе предельных состояний. При расчете по второй группе предельных состояний коэффициент надежности по ответственности допускается принимать равным единице.

6.8.11.6 При назначении коэффициентов сочетания нагрузок следует учитывать совместимость тех или иных нагрузок, в особенности для кратковременных ситуаций в период изготовления, транспортирования и установки СБМНГС или их отдельных частей.

6.8.11.7 Расчет конструкций ОЧ по предельным состояниям следует производить по напряжениям и деформациям, вычисленным от внешних нагрузок в конструкциях и образуемых ими системах.

6.8.11.8 Для обоснования надежности и безопасности конструкций СБМНГС должны быть выполнены расчеты их напряженно-деформированного состояния на основе применения современных, главным образом, численных, методов механики сплошной среды с учетом реальных свойств материалов и в соответствии с последовательностью изготовления.

6.8.11.9 При расчетах конструкций следует учитывать особенности свойств бетона и арматуры, влияния на них характера нагрузки и окружающей среды, способов армирования, совместность работы арматуры и бетона (при наличии и отсутствии сцепления арматуры с бетоном), технологию изготовления элементов конструкций. При расчетах сталежелезобетонных конструкций необходимо также учитывать особенности свойств стальных элементов.

6.8.11.10 Расчет постнапряженных конструкций следует производить с учетом начальных (предварительных) напряжений и деформаций в арматуре и бетоне, потерь постнапряжения и особенностей передачи предварительного напряжения на бетон.

6.8.11.11 При проектировании конструкций необходимо учитывать перепады давлений в отсеках ОЧ и временные потери этих перепадов в период эксплуатации.

6.8.11.12 При расчете оснований следует руководствоваться СП 22.13330, СП 23.13330 и СП 58.13330.

6.8.12 Требования к моделированию конструкций

6.8.12.1 При моделировании конструкций из железобетона его следует рассматривать как композиционный материал, состоящий из двух совместно работающих материалов: бетона и стали.

6.8.12.2 Расчетные модели (расчетные схемы) должны отражать действительные условия работы сооружений и соответствовать рассматриваемой расчетной ситуации. При этом должны быть учте-

ны конструктивные особенности сооружений, особенности их поведения вплоть до достижения рассматриваемого предельного состояния, а также действующие нагрузки и воздействия, в том числе влияние внешней среды, а также возможные геометрические и физические несовершенства.

6.8.12.3 Расчетная схема включает:

- расчетные модели нагрузок и воздействий;
- расчетные модели, описывающие напряженно-деформированное состояние элементов конструкций и оснований;
- расчетные модели сопротивления.

6.8.12.4 Расчетные модели нагрузок должны включать интенсивность (величину) нагрузок, место приложения, направление и продолжительность действия. Для динамических воздействий, кроме того, должны быть заданы закон изменения нагрузки во времени или характерные частоты и, при необходимости, фазовые углы и спектральные характеристики (энергетический спектр, авто- и взаимные корреляционные функции).

В случае если невозможно точно описать параметры нагрузок, целесообразно проведение нескольких расчетов с различными допущениями.

6.8.12.5 Расчетные модели напряженно-деформированного состояния должны включать определяющие соотношения, описывающие:

- реакцию сооружений и их конструктивных элементов при динамических и статических нагрузках;
- условия взаимодействия конструктивных элементов между собой и с основанием.

При этом должны быть установлены:

- упругие или неупругие характеристики конструктивных элементов и основания;
- параметры, характеризующие геометрически линейную или нелинейную работу конструкций;
- физические и реологические свойства, эффекты деградации.

6.8.12.6 Расчетные модели сопротивления должны включать в себя:

- расчетные модели местной прочности и устойчивости, модели прочности и устойчивости элемента, модели общей устойчивости;
- расчетные модели мгновенной прочности и модели, учитывающие накопление повреждений во времени;
- расчетные модели прочности и деформирования основания.

6.8.12.7 В некоторых случаях, устанавливаемых в задании на проектирование, расчет необходимо выполнять с использованием данных экспериментальных исследований реальных конструкций или моделей. Подготовку и проведение подобных испытаний, а также оценку полученных результатов следует осуществлять так, чтобы условия эксперимента были подобны условиям работы проектируемого сооружения (во время его эксплуатации и возведения). Условия, которые не моделируют в процессе проведения эксперимента (например, долговременные характеристики), необходимо учитывать при проектировании на основе анализа полученных результатов и, при необходимости, за счет использования коэффициентов надежности.

6.8.12.8 При моделировании необходимо учитывать такие свойства бетона, как нелинейная зависимость деформаций от напряжений, трещинообразование, различная работа на растяжение/сжатие, дилатация, взаимодействие бетона с арматурой и др.

6.8.13 Характеристика грунтового основания

6.8.13.1 Требования к исследованиям морских грунтов приведены в ГОСТ Р 59996. Требования к планированию и выполнению геотехнических исследований морских грунтов приведены в ГОСТ Р 59995.

6.8.13.2 Оценку состояния и свойств грунтового основания следует проводить по результатам инженерно-геологических изысканий, выполненных на площадке размещения СБМНГС, и необходимых лабораторных исследований. Общие технические требования к инженерно-геологическим изысканиям, касающиеся применяемого оборудования, состава, объемов и методов полевых и лабораторных исследований, а также требования к содержанию инженерно-геологического отчета приведены в СП 47.13330 и СП 11-114.

6.8.13.3 Необходимые для проектирования характеристики грунтов и методы их определения должны быть указаны в программе полевых и/или лабораторных исследований, руководствуясь СП 23.13330.

6.8.13.4 При подготовке программы и в ходе выполнения специальных лабораторных исследований по определению деформационных и прочностных характеристик грунтов следует учитывать показатели их природного напряженного состояния: давление предуплотнения p'_c, коэффициент пере-

уплотнения *OCR*, коэффициент бокового давления в массиве грунта ξ, природную степень плотности песчаных грунтов I_D.

6.8.13.5 Лабораторные испытания грунтов следует проводить в соответствии с СП 23.13330, СП 47.13330, а также ГОСТ 5180, ГОСТ 12071, ГОСТ 12536, ГОСТ 22733, ГОСТ 25584, ГОСТ 30416 и ГОСТ Р 56353. Процедуры проведения лабораторных испытаний приведены в СП 11-114.

6.8.13.6 Нормативные и расчетные значения физических и статических механических параметров, определяемых лабораторными методами, следует устанавливать согласно СП 23.13330 и ГОСТ 20522 путем статистической обработки частных значений, полученных в одноименных опытах. Классификацию грунтов следует выполнять в соответствии с ГОСТ 25100.

6.8.13.7 Для определения показателей физико-механических свойств грунтов наряду с результатами лабораторных испытаний необходимо использовать результаты статического зондирования. Интерпретацию данных статического зондирования следует выполнять на основании известных теоретико-эмпирических и корреляционных зависимостей согласно СП 23.13330. Данные статического зондирования приведены в СП 11-114.

6.8.13.8 В тех случаях, когда для определения одноименных характеристик грунтов использованы различные полевые и лабораторные методы, геотехническое обоснование расчетных значений для целей проектирования необходимо выполнять путем обобщения и анализа всех полученных согласно ГОСТ 20522 расчетных величин с учетом данных статического зондирования, технических параметров сооружения и особенностей его взаимодействия с грунтовым основанием при различных расчетных ситуациях.

6.8.13.9 Определение прочностных и деформационных характеристик грунтов при динамических нагрузках необходимо выполнять с учетом СП 23.13330.

6.8.13.10 Оценку динамических деформационных характеристик в условиях природного сложения (без учета веса сооружения) следует выполнять на основе результатов полевых геофизических исследований (путем прямого измерения скоростей продольных и поперечных волн v_p и v_{sv}, v_{sh}, соответственно).

6.8.13.11 За нормативные значения динамической прочности следует принимать предельные амплитудные значения циклической составляющей осевых напряжений в условиях недренированного нагружения. Расчетные значения прочности следует определять с учетом рассматриваемых моделей внешних нагрузок и, при необходимости, условий диссипации порового давления, а также коэффициента надежности по грунту γ_g, полученного для статических характеристик прочности.

6.8.13.12 Инженерно-геологическую и расчетную схематизации оснований следует выполнять в соответствии с СП 23.13330. Расчетные геомеханические схемы (модели) основания разрабатывают применительно к конкретному методу расчета с наделением каждого расчетного грунтового элемента комплексом характеристик, необходимых для возможности использования этого метода.

6.8.14 Свайные фундаменты

6.8.14.1 Проектирование свайных фундаментов следует осуществлять в соответствии с положениями ГОСТ Р 59995 и ГОСТ Р 59996.

6.8.14.2 Способы погружения предварительно изготовленных свай: забивка, вибропогружение, вдавливание и завинчивание.

6.8.14.3 При проектировании свайных фундаментов необходимо определять: диаметр свай, глубину их погружения, толщину стенки сваи, угол наклона, тип нижнего конца, расстояние между сваями, количество свай и схему их размещения, характер сопряжения с конструкцией, прочность материала, способ установки.

6.8.14.4 Для обоснования надежности конструкции сопряжения СБМНГС с грунтовым основанием необходимо выполнять следующие расчеты и исследования:

- несущей способности грунтового основания;
- прочности материала свай и других элементов конструкции фундамента;
- осадок и перемещений свайного фундамента;
- деформаций свай (перемещений, углов поворота) совместно с грунтовым основанием от действия расчетных нагрузок;
- возможности разжижения несвязных грунтов при динамических нагрузках в соответствии с СП 23.13330 и разделом 6.8.13 (характеристика грунтового основания);
- возможности установки свай на проектную глубину.

6.8.14.5 Расчеты следует производить с учетом взаимного влияния свай в кусте, характера приложения нагрузки, способа установки свай, размывов морского дна вблизи опор и др.

6.8.14.6 Несущую способность одиночной сваи по грунту основания следует определять исходя из требований по 6.8.11.5, принимая коэффициент условий работы γ_c = 0,85.

6.8.14.7 Продольные усилия, возникающие в сваях от действия нагрузок, следует определять с учетом собственного веса свай и взвешивающего действия воды.

6.8.14.8 Несущую способность забивной стальной трубчатой сваи, погружаемой с открытым нижним концом, следует определять по результатам статических испытаний согласно методике, изложенной в СП 369.1325800.2017 (пункты 12.1.5—12.1.8).

6.8.15 Фундаменты гравитационного типа

6.8.15.1 Проектирование фундаментов гравитационного типа следует осуществлять в соответствии с ГОСТ Р 59995 и ГОСТ Р 59996.

6.8.15.2 При проектировании фундаментов СБМНГС гравитационного типа необходимо выполнять следующие оценки:

- устойчивости (несущей способности) системы «сооружение-основание»;
- вертикальных и горизонтальных перемещений и кренов сооружений;
- напряжений, передаваемых от грунтового основания на юбку и днище ОЧ (результаты этих расчетов следует использовать при проектировании элементов задавливаемого контура);
- недопущения отрыва подошвы ОЧ от грунтового основания;
- размывов грунтов дна вблизи сооружений с разработкой соответствующих конструктивных мероприятий;
- разжижения примыкающего к подошве ОЧ грунтового слоя при динамических нагрузках с разработкой соответствующих конструктивных мероприятий;
- установки СБМНГС при вдавливании в грунтовое основание юбки.

6.8.15.3 Требования по 6.8.15.1 могут быть достигнуты благодаря следующим мероприятиям и условиям:

- обеспечение достаточной площади опирания подошвы ОЧ;
- обеспечение достаточной вертикальной нагрузки, передаваемой от СБМНГС на грунтовое основание;
- обеспечение требуемого коэффициента трения подошвы ОЧ по контакту с грунтовым основанием;
- подбор оптимальных геометрических параметров юбки (ее периметр, высоту и площадь сечения);
- устройство вокруг ОЧ насыпки (например, в виде слоя камня с необходимой толщиной и гранулометрическим составом) для предотвращения размывов и повышения устойчивости;
- дренирование основания;
- подбор конструкционных материалов требуемой прочности для всех элементов подземного контура;
- цементация отсеков юбки и др.

6.8.15.4 При проектировании СБМНГС с юбкой следует учитывать необходимость вдавливания юбки в грунтовое основание на всю высоту юбки.

6.8.15.5 Критерии несущей способности системы «сооружение-основание», предельного эксцентриситета в приложении равнодействующей нагрузки (опрокидывание), предельных смещений, обеспечения условий установки (вдавливания в юбки в грунт) определяют в соответствии с СП 369.1325800.2017 (пункт 12.2) и [1] (пункт 4.3.1).

6.8.16 Защита от размывов

6.8.16.1 Необходимость устройства защиты дна вблизи СБМНГС от размыва под воздействием волн и течений следует определять в соответствии с СП 38.13330.2018 (раздел 5).

6.8.16.2 При расчете местных размывов основной характеристикой несвязных грунтов является средний диаметр частиц, а для связных — расчетное удельное сцепление. Характерные значения следует определять по СП 32-102.

6.8.16.3 Проектирование защиты дна от размыва следует проводить для условий штормов повторяемостью не чаще одного раза в 100 лет с учетом различных сочетаний с течениями повторяемостью не реже одного раза в 10 лет. В качестве защиты от размыва дна вблизи основания СБМНГС следует использовать наброску из камня.

6.8.16.4 При использовании в качестве защиты от размыва дна наброски из камня выбор крупности защитного слоя наброски следует проводить в соответствии с СП 38.13330.2018 (раздел 5).

6.8.16.5 Крупность и гранулометрический состав подстилающих слоев, а также толщина этих слоев приведены в СП 11-114.

6.8.16.6 Предварительный выбор плановых линейных размеров защиты от размыва следует выполнять на основе известных аналогов. Высоту защитного слоя следует выбирать в диапазоне от двух до четырех средних диаметров камня защитного слоя.

6.8.16.7 Выбранную конструкцию защиты от размыва дна вблизи основания СБМНГС следует проверять и дорабатывать на основе физического моделирования в лабораторных условиях. При проведении экспериментальных исследований защиты от размыва дна вблизи СБМНГС необходимо обеспечить воспроизведение при экспериментальных исследованиях нерегулярного волнения с заданным спектром, правильный учет масштабных явлений.

6.8.16.8 Следует проводить экспериментальные исследования защиты от размывов для всех этапов ее возведения с целью определения возможных деформаций при соответствующих расчетных условиях.

6.8.16.9 Следует разрабатывать критерии состояния защиты дна от размывов и требования по проведению периодических обследований ее состояния, а также своевременных ремонтных работ для поддержания ее работоспособного состояния.

7 Морские операции

7.1 Категории морских операций со стационарными бетонными морскими сооружениями

7.1.1 Морские операции в соответствии с положениями [5] подразделяют на следующие типы:

- заводские операции на плаву – ограниченные в пространстве морские операции, совершаемые у достроечной набережной (пирса) или на заводской полностью защищенной акватории;
- неограниченные морские операции – неограниченные в пространстве операции на плаву, совершаемые в полузащищенной акватории или открытом море.

7.1.2 Морские операции подразделяют на четыре категории в зависимости от уровня риска (см. таблица 12).

Таблица 12 — Категории морских операций

Категория операции	Характеристика операции	Критерии отнесения
1	Простые операции	Грузоподъемные и монтажные операции при весе поднимаемого объекта от 35 до 300 т
2	Хорошо контролируемые операции или операции с низкой зависимостью от погодных условий	Грузоподъемные и монтажные операции при весе поднимаемого объекта свыше 300 т в защищенной акватории. Спуск объекта на воду в защищенной акватории. Короткая буксировка. Транспортирование объекта на специализированном плавсредстве
3	Сложные операции или операции особо чувствительные к погодным условиям	Грузоподъемные и монтажные операции при весе поднимаемого объекта свыше 300 т в открытом море. Стыковка блоков на плаву. Накатка объекта на фиксированное или плавучее основание. Длительная буксировка. Спуск объекта на воду в открытом море. Установка на грунт опорного основания
4	Операции с высокой степенью риска	Дальняя океанская буксировка. Монтаж верхнего строения в сборе

7.1.3 В зависимости от расчетной продолжительности морские операции подразделяют (см. ГОСТ Р 58772):

- на операции, не ограниченные по погодным условиям, — продолжительностью свыше 72 ч;
- операции, ограниченные по погодным условиям, — операции продолжительностью менее 72 ч.

Операции продолжительностью свыше 72 ч следует рассматривать как ограниченные по погодным условиям, если операция может быть прервана в процессе выполнения, а объект может быть отведен в защищенное место при превышении допускаемых критериев ГМУ.

7.1.4 Для морских операций, ограниченных по погодным условиям, расчетные условия необходимо устанавливать в каждом конкретном случае в задании на проектирование исходя из конструктивных особенностей объекта, технических возможностей имеющихся судов, обеспечения и т. п. Учитывая нестабильность гидрометеорологической обстановки и неточность прогнозов погоды, допускаемые критерии погодных условий для фактического начала и проведения морских операций необходимо принимать меньше расчетных, принятых в проекте. Допускаемые для проведения морских операций критерии погодных условий определяют в соответствии с [5].

7.1.5 Расчетные условия для операций на плаву, не ограниченных по погодным условиям, необходимо принимать исходя из статистических данных по экстремальным условиям для конкретного района проведения операции. Критерии допускаемых погодных условий для проведения операций следует принимать равными проектным.

7.2 Общие требования к технической документации

7.2.1 До начала проведения морских операций следует предъявить РС на рассмотрение и одобрение техническую документацию, которая включает план и проект морских операций. Для операций 1-й категории должен быть представлен план операции, для остальных категорий — план и проект операции.

7.2.2 План операции описывает организацию проведения морской операции. План операции должен в общем случае включать следующие разделы: пояснительную записку; организационную схему; график проведения.

7.2.3 Проект операции описывает детали и порядок осуществления операции, используемые плавсредства, конструкции, устройства и оборудование. В проекте должны быть рассмотрены все важные аспекты операции как для нормальных условий ее проведения, так и для возможных критических ситуаций.

7.2.4 Проект операции должен в общем случае включать следующие разделы: описание внешних условий и воздействий; ограничения, обусловленные внешними условиями; ограничения, обусловленные прочностью и остойчивостью объекта и используемых средств и конструкций; навигационное обеспечение и связь; руководство по проведению операции; расчеты; описания (чертежи и спецификации) конструкций, узлов и деталей; охрана окружающей среды.

7.3 Общие требования к плавучим и техническим средствам, экипажу и персоналу, задействованным в морских операциях

7.3.1 Все привлекаемые к морским операциям плавучие и технические средства, их оборудование, механизмы, машины и устройства должны соответствовать требованиям международных конвенций, уполномоченных органов государственного контроля (надзора) и классификационных обществ, на соответствие которым они рассчитаны.

7.3.2 Все привлекаемые к морским операциям плавучие и технические средства должны соответствовать ГОСТ Р 58772—2019 (пункт 7.5).

7.3.3 Характеристики всех привлекаемых к морским операциям плавучих и технических средств, участвующих в морской операции, должны соответствовать заложенным в проекте морских операций или быть выше этих характеристик.

7.3.4 Все члены экипажей плавучих средств, предназначенных для работы в море, должны обладать необходимой квалификацией и опытом, полностью отвечать требованиям и иметь все необходимые действующие дипломы, сертификаты и другие документы в соответствии с [6].

7.3.5 Все члены экипажей и персонал, привлекаемые к морским операциям, должны пройти инструктаж по выполнению морских операций, включая действия в аварийных ситуациях. Для операций со сложными системами коммуникации и для наиболее важных систем необходимо предусматривать предварительную подготовку и тренировку персонала в условиях, аналогичных реальным условиям проведения операции. Основной персонал, участвующий в операции, должен быть подробно ознакомлен с порядком проведения операции в части их касающейся. Остальной персонал, участвующий в операции, должен быть кратко проинструктирован об операции в целом и специально по вопросам техники безопасности, борьбы за живучесть, конкретных обязанностей и ответственности.

7.4 Строительство стационарных бетонных морских сооружений на плаву

7.4.1 Указанные требования относят к СБМНГС, блоки которых спускают на воду, достраивают и стыкуют на плаву.

7.4.2 Для СБМНГС в неповрежденном состоянии в периоды нахождения на плаву надводный борт должен быть не менее 2 м или равен сумме значительной высоты волны (13 %-ной обеспеченности) плюс 0,5 м — принимают большую величину.

7.4.3 Для СБМНГС в поврежденном состоянии, при поступлении воды в один из отсеков, сооружение должно оставаться на плаву, при этом должны выполняться требования, предъявляемые к аварийной ватерлинии согласно [1] (часть V, пункт 2.5.1).

7.4.4 Сооружение должно оставаться на плаву в устойчивом равновесии после затопления одного любого отсека при воздействии расчетных условий окружающей среды для проведения операции. Высота надводного борта в поврежденном состоянии с креном от воздействия ветра должна быть как минимум равна значительной высоты волны (13 %-ной обеспеченности).

7.4.5 Для сооружения в неповрежденном состоянии при длительном строительстве на плаву начальная метацентрическая высота (с учетом свободных поверхностей и воздушных подушек в отсеках) должна быть не менее 1 м.

Для поврежденного сооружения с затопленным отсеком начальная метацентрическая высота должна быть положительной.

При наличии систем удержания: якорной системы, швартовов (от судов, бочек), стропов — начальная метацентрическая высота должна быть рассчитана с учетом влияния указанных систем связей.

7.4.6 Для сооружения в процессе нахождения на плаву во всем диапазоне осадок: от начальной осадки (в начале строительства) до осадки, соответствующей массе при выводе с места постройки, должны быть построены диаграммы остойчивости относительно самых неблагоприятных осей наклонения.

Плечи кривой восстанавливающих моментов должны быть положительными от 0° до угла, определяющего второе пересечение указанной кривой с кривой кренящего момента или до угла крена, соответствующего входу в воду ближайшего отверстия, считающегося открытым (см. [1] (часть IV, пункт 1.2.1)).

7.4.7 При выполнении операций по балластировке СБМНГС и установке или переносу тяжеловесных грузов (блоков) необходимо уделять особое внимание статической остойчивости и, при наличии систем удержания, натяжению и, при необходимости, регулировке швартовов и якорно-швартовных связей.

7.4.8 Для определения положения центра тяжести на разных стадиях строительства СБМНГС могут проводиться опыты кренования. Это необходимо в тех случаях, когда рассчитанная величина метацентрической высоты близка к минимальному значению, и она может уменьшиться в результате установки или переноса тяжеловесных грузов (блоков).

Кренованию подвергают ОЧ после ее строительства до установки верхнего строения (при его наличии). Масса и центр тяжести верхнего строения необходимо определять надежным расчетным способом, который подтверждается физическим взвешиванием. Если есть сомнение в точности расчетов, то допускается проведение кренования СБМНГС в сборе с верхними строениями, обеспечивая безопасность проведения опыта и не допуская накренения более чем на 0,5°. Точность проведения кренования в этом случае обеспечивают применением высокоточных угломерных приборов.

7.4.9 В течение всех стадий постройки должна быть обеспечена достаточная защита сооружения от ударных нагрузок от падающих предметов и от судов, используемых во время строительства.

Количество судов, одновременно пришвартованных рядом с сооружением, необходимо сводить к минимуму. Любое избыточное оборудование должно быть удалено из зоны швартовки. Должны быть разработаны схемы швартовки для каждого строительного района.

Плавсредства с грузами и оборудованием, пришвартованные к СБМНГС, должны удовлетворять требованиям аварийной посадки и остойчивости при затоплении одного отсека.

Оборудование и материалы на плавсредствах необходимо размещать и раскреплять таким образом, чтобы минимизировать риск падения за борт или скольжения в стороны.

При других условиях, ограничивающих проектные и эксплуатационные гидрометеорологические параметры, схему швартовки определяют с учетом этих ограничений. План предусматривает прекращение использования оборудования и удаление его в безопасное место прежде, чем будет достигнуто его критическое состояние. Соответствующие сцепки и швартовы обеспечивают выполнение этих операций.

Оборудование и материалы на баржах размещают таким образом, чтобы минимизировать риск падения за борт или скольжения в стороны.

7.5 Стыковка на плаву отдельных блоков

7.5.1 Сращивание частей корпуса СБМНГС на плаву из отдельно построенных плавучих блоков допускается при условии, что принятые конструкция и технология выполнения соединения блоков в единое целое обеспечивают прочность и водонепроницаемость омоноличенного корпуса в соответствии с проектом.

7.5.2 Работы по стыковке на плаву отдельных блоков СБМНГС необходимо проводить при волнении не более 2 баллов (высота волны не более 0,75 м) и ветре не более 4 баллов (скорость ветра не более 7,4 м/с) согласно [7].

7.5.3 Для стыкуемых блоков в неповрежденном состоянии в периоды нахождения на плаву и при перемещениях на операционной акватории надводный борт должен быть не менее 2 м или равен сумме значительной высоты волны (13 %-ной обеспеченности) плюс 0,5 м — принимают большую величину.

Блоки, в случае их повреждения и поступления воды в один из отсеков или танков, должны оставаться на плаву, при этом выполняют требования, предъявляемые к аварийной остойчивости согласно [1] (часть V, пункт 2.5.1).

7.5.4 Для блоков в неповрежденном состоянии при длительном нахождении на плаву начальная метацентрическая высота (с учетом свободных поверхностей и воздушных подушек в отсеках или танках) должна быть не менее 1 м.

Для поврежденного блока (с затопленным отсеком или танком) начальная метацентрическая высота должна быть положительной.

При наличии систем удержания: якорной системы, швартовов (от судов, бочек), стропов и т. п. — начальная метацентрическая высота должна быть рассчитана с учетом влияния указанных систем связей.

7.5.5 Для СБМНГС в процессе нахождения на плаву во всем диапазоне осадок: от начальной осадки (в начале сращивания корпуса из отдельных блоков) до осадки, соответствующей массе после завершения формирования сооружения, должны быть построены диаграммы остойчивости относительно самых неблагоприятных осей наклонения.

Плечи кривой восстанавливающих моментов должны быть положительными от 0° до угла, определяющего второе пересечение указанной кривой с кривой кренящего момента или до угла крена, соответствующего входу в воду ближайшего отверстия, считающегося открытым (см. [1] (часть IV, пункт 1.2.1)).

7.5.6 Плавучесть и остойчивость отдельных блоков и сформированного сооружения в период нахождения на плаву должны удовлетворять [5] (часть III, пункт 1.2).

7.5.7 Для омоноличивания стыков блоков, соединяемых на плаву, следует применять бетоны класса по прочности и проектных марок по морозостойкости и водонепроницаемости не ниже принятых для стыкуемых конструкций.

7.5.8 При проектировании операции стыковки на плаву отдельных блоков необходимо учитывать следующие параметры:

- ограничивающие условия окружающей среды;
- конструктивные особенности блоков, формируемого сооружения и технических средств, привлекаемых для выполнения операций по стыковке блоков;
- производительность балластной системы блоков;
- плавучесть и остойчивость отдельных блоков и сформированного сооружения;
- технологические допуски на точность совмещения стыкуемых блоков в горизонтальной и вертикальной плоскостях;
- нагрузку от перекоса и сохранение ее после окончания стыковки блоков.

7.5.9 Должна быть обеспечена достаточная защита стыкуемых блоков от ударных нагрузок.

7.6 Транспортирование

7.6.1 Основные требования к операции транспортирования/буксировки

7.6.1.1 Документация (проект морских операций) по буксировке/транспортированию должна включать:

- результаты определения буксировочного сопротивления и необходимого тягового усилия;

- перечень выбранных судов буксирного ордера и буксиров, тактико-технические характеристики буксиров, чертежи общего расположения;
- описание имеющихся штатных и дополнительно устанавливаемых для морской операции систем, оборудования и механизмов, калибровочные таблицы балластных танков и чертежи трубопроводов и клапанов;
- описание и расчет (если требуется) буксирных устройств, включая аварийное;
- выбор буксирных линий/тросов;
- описание аварийно-спасательного имущества буксиров;
- расчет необходимых запасов топлива, смазочного масла и пресной воды для производства морской операции, включая аварийный запас;
- проработку планируемого маршрута;
- места убежища при ухудшении ГМУ;
- результаты анализа гидрометеорологической обстановки по пути следования;
- выбор благоприятного времени проведения морской операции;
- навигационные опасности по пути следования;
- график перехода, включая расчеты по следованию в места убежища;
- гидрометеорологическое обеспечение морской операции;
- организацию связи;
- инструкцию для руководителя буксировки/транспортирования;
- инструкцию для капитанов буксиров и судов, участвующих в морской операции;
- планы действий при чрезвычайных ситуациях.

7.6.1.2 Морскую операцию буксировки необходимо проводить в соответствии с одобренным РС проектом, учитывающим хорошую морскую практику. Ответственность за соблюдение необходимых условий, рекомендаций и требований проекта проведения операции буксировки несет руководитель операции.

7.6.1.3 В ходе проведения операции необходимо осуществлять наблюдение и контроль за ее выполнением, в том числе: за поведением буксируемого объекта, работой отдельных узлов и механизмов, работой вспомогательных и обеспечивающих судов и т. п. Результаты наблюдений следует регистрировать. В случаях отклонения от одобренных РС проектных решений, необходимо анализировать причины отклонений и принимать меры по их ликвидации.

7.6.1.4 Весь комплекс мероприятий по морским и технологическим операциям необходимо осуществлять в соответствии с рабочими инструкциями по обеспечению безопасности персонала, разработанными судовладельцами судов-буксировщиков согласно инструкции [8] (подпункт 2.13.5).

В процессе выполнения операции необходимо обеспечивать:
- наличие долгосрочного и краткосрочного прогнозов погоды;
- постоянный радиообмен между обеспечивающими судами;
- распределение ответственности между участниками операции.

7.6.1.5 Руководитель по морским операциям несет полную ответственность за все действия, связанные с буксировкой, включая разработку, планирование и выполнение морской операции.

7.6.1.6 СБМНГС, подготовленные к перегону, должны быть предъявлены инспекции РС к освидетельствованию для проверки выполнения намеченных в проекте мероприятий и работ, а также для проверки их технического состояния.

7.6.1.7 Необходимый объем освидетельствования устанавливает инспектор в зависимости от технического состояния перегоняемых сооружений и работ по подготовке их к операции.

В случае положительного результата освидетельствования выдается акт освидетельствования, в котором отражают выполненные мероприятия и работы, оценивают техническое состояние объектов.

Готовность к буксировке подтверждают выдачей свидетельства, в котором указывают условия буксировки.

7.6.1.8 Разрешение на отход (начало морской операции) выдает капитан порта (завода), в ведении которого находится акватория, откуда планируют производить операцию, при наличии свидетельства на разовую буксировку и благоприятных метеорологических условий, с учетом ограничений, указанных в проекте.

7.6.2 Остойчивость и непотопляемость

7.6.2.1 СБМНГС, плавающие самостоятельно или с помощью временных башен плавучести, должны соответствовать требованиям [5] (часть III, пункт 1.2.1).

7.6.2.2 Для сооружения в поврежденном состоянии, при поступлении воды в один из отсеков или в один из танков, или одну из башен, сооружение должно оставаться на плаву, при этом должны выполняться требования, предъявляемые к аварийной ватерлинии, согласно [1] (часть V, пункт 2.5.1).

7.6.2.3 Буксируемый объект должен иметь исправленную начальную метацентрическую высоту не менее 0,3 м и надводный борт не менее 1 м на всех этапах буксировки.

7.6.2.4 Кренящий и восстанавливающий моменты должны быть рассчитаны с учетом действия ветра, волнения, течения, обледенения и усилий буксиров.

7.6.3 Буксировочное сопротивление и требуемое тяговое усилие

7.6.3.1 Полное буксировочное сопротивление буксируемого объекта в общем случае состоит из гидродинамической составляющей (сопротивления на тихой воде и дополнительного сопротивления на волнении) и аэродинамического сопротивления, вызванного ветром.

7.6.3.2 Наиболее точным методом определения буксировочного сопротивления являются модельные испытания в опытовом бассейне (для аэродинамической составляющей — испытания в аэродинамической трубе), которые позволяют учесть все особенности формы корпуса СБМНГС, с последующим пересчетом результатов испытаний для полноразмерных буксируемых объектов.

7.6.3.3 При невозможности проведения модельных испытаний допускается определение буксировочного сопротивления методом пересчета с прототипа. Пересчет с прототипа следует вести с использованием результатов испытаний и расчетов для объектов, наиболее близких по размерам и форме к буксируемому СБМНГС.

7.6.3.4 Для определения приближенной величины буксировочного сопротивления допускается использование стандартных формул, эмпирических зависимостей, статистических методов и т. д. с учетом [5] (часть III, пункт 4.3) и с обязательным обоснованием возможности применения избранного способа расчета для рассматриваемого объекта.

7.6.3.5 Требуемое тяговое усилие, необходимое для удержания буксируемого СБМНГС на месте относительно морского дна в открытом море, должно быть рассчитано при параметрах ГМУ согласно [5] (часть III, пункты 4.4.1—4.4.5).

7.6.3.6 Буксировку необходимо осуществлять буксирами, обладающими достаточной мощностью, чтобы обеспечить надлежащую скорость буксировки, управляемость ордера и удержание СБМНГС в расчетных условиях.

Результаты расчетов должны подтверждать достаточность имеющегося тягового усилия буксира (ов) для каждой стадии буксировки.

7.6.3.7 Расчеты требуемого тягового усилия и выбор состава буксирного ордера следует выполнять с учетом [5] (часть III, пункт 4.5).

7.6.4 Буксирное устройство

7.6.4.1 Буксирное устройство СБМНГС должно быть спроектировано так, чтобы обеспечить надежное соединение его с буксиром и предусмотреть возможность маневрирования при выполнении операции.

Устройство должно обеспечивать:

- восприятие требуемого тягового усилия для удержания буксируемого объекта в штормовых условиях, оговоренных в проекте буксировки;
- демпфирование динамических нагрузок, возникающих в процессе буксировки;
- исключение перетирания канатов (тросов) о конструкции и ограждения корпуса;
- быструю отдачу буксирной линии в случае необходимости;
- подъем на борт буксируемого объекта буксирной линии.

7.6.4.2 Элементы буксирного устройства должны иметь свидетельства или иную документацию, обладающую юридической силой и подтверждающую их пригодность на требуемое усилие буксировки.

7.6.4.3 На СБМНГС необходимо иметь аварийное буксирное устройство для уменьшения степени риска потери буксируемого объекта в случае аварийной ситуации, связанной с обрывом элементов буксирного устройства. Основным его назначением является обеспечение возможности продолжения буксировочной операции.

7.6.4.4 Проектирование буксирного устройства и оценку прочности элементов основной и аварийной буксирной линии необходимо выполнять в соответствии с [5] (часть III, пункты 4.6—4.9).

7.7 Установка на морское дно

7.7.1 Общие требования

7.7.1.1 Установка СБМНГС на морское дно включает следующие операции:

- подготовку рабочей площадки;
- установку якорной системы позиционирования;
- позиционирование объекта над местом установки и его ориентацию в пространстве;
- погружение объекта;
- раскрепление объекта (свайное или гравитационное крепление на грунте);
- стыковку частей объекта (если применимо).

7.7.1.2 Проект морских операций по установке и закреплению СБМНГС в точке эксплуатации должен содержать:

- результаты предпроектного исследования морского дна и результаты анализа грунтов;
- описание метода закрепления СБМНГС на грунте, выбор необходимых средств;
- описание метода и средств позиционирования объекта;
- расчет балластировки для погружения СБМНГС и описание балластной операции;
- описание операций по установке объекта на грунт или установке системы удержания;
- описание методов обследования после установки на грунт.

7.7.1.3 Координаты точки установки должны быть заданы заказчиком и определены в проекте морских операций (или проекте организации строительства).

При разработке проекта морских операций следует учитывать:

- необходимость соблюдения заданных допустимых отклонений;
- преобладающие направления волнения, ветра, течений;
- возможности использования существующих технических средств применительно к особенностям конструкции сооружения;
- объем и производительность балластировочных работ;
- необходимость контроля положения объекта на дне при помощи водолазов и/или НПА и период времени, когда следует осуществлять этот контроль, а также его продолжительность.

7.7.1.4 Точность установки СБМНГС должна быть обоснована в проекте морских операций. При разработке проекта морских операций необходимо выполнять требования и рекомендации к точности установки сооружения согласно [5] (часть III, пункт 6.1).

7.7.1.5 Оператор морской операции должен контролировать ее проведение и убедиться, что допуски на установку объекта выдерживают на протяжении каждого этапа установки.

7.7.2 Подготовка рабочей площадки

7.7.2.1 Подготовка рабочей площадки должна предшествовать установке СБМНГС и осуществляться в соответствии с требованиями проектируемого сооружения. При определении размеров рабочей площадки следует предусмотреть необходимые допуски, учитывающие погрешности:

- позиционирования;
- КИП, используемого при установке.

7.7.2.2 Подготовка рабочей площадки включает следующие операции, но не ограничивается ими:

- осмотр дна и удаление с его поверхности посторонних предметов, наличие которых признано недопустимым;
- выравнивание площадки;
- удаление, при необходимости, слабого и непригодного грунта, ила и т. п.;
- укладку качественного грунта (при необходимости).

Непосредственно перед установкой необходимо осуществлять контрольный осмотр рабочей площадки с целью подтверждения возможности установки объекта.

7.7.2.3 В проекте морских операций по установке объекта должны быть отражены вопросы, касающиеся:

- навигационного оборудования и рекомендаций по подводному обследованию места установки объекта;
- технологии подготовки площадки под объект;
- состава технических средств и оборудования для подготовки площадки;
- состава технических средств, оборудования и приборов для подводно-технических и водолазных работ;
- точности установки объекта;

- допусков на геометрические параметры площадки;
- мер безопасности при проведении работ, в т. ч. водолазных.

7.7.2.4 Инженерные изыскания на точке установки сооружения необходимо выполнять в соответствии с СП 11-114.

7.7.3 Установка якорной системы позиционирования

7.7.3.1 Якорную систему позиционирования устанавливают до прихода СБМНГС на место установки в следующей последовательности:

- определяют координаты постановки якорей повышенной держащей силы;
- устанавливают якоря с прикрепленными к ним бриделями и буйками для обозначения места укладки якорей;
- с помощью буксиров производят обтяжку якорей повышенной держащей силы и после этого проверяют окончательное положение якорей и бриделей.

7.7.3.2 В случае, если якорную систему позиционирования устанавливают в районе, где уже имеются морские сооружения, рекомендуется, чтобы расчетные клиренсы, определенные с учетом воздействия на объект окружающей среды и обрыва одной якорной линии, были не менее расстояний от этих сооружений до элементов якорной системы позиционирования согласно [5] (часть III, пункт 6.5.3.2).

7.7.4 Позиционирование

7.7.4.1 При подходе к месту установки СБМНГС буксирный ордер должен быть перестроен так, чтобы наибольшая тяга действовала в направлении, противоположном преобладающему действию нагрузок от окружающей среды в данном районе.

7.7.4.2 СБМНГС на плаву должно быть установлено в проектное положение и удерживаться в этом положении с помощью собственных якорей, буксиров, якорной системы позиционирования (установленной заранее) или комбинацией этих технических средств.

7.7.4.3 Технические средства должны обеспечивать удержание сооружения с определенной в проекте точностью при расчетных ГМУ, определенных проектом, но не ниже следующих:

- расчетная высота волны 3 % обеспеченности — не менее 2 м;
- расчетная скорость ветра — не менее 10 м/с;
- течение — 0,5 м/с.

7.7.5 Погружение и установка на грунт

7.7.5.1 Способ погружения СБМНГС (на ровный киль, с креном/дифферентом или с первоначальным креном/дифферентом и последующим выравниванием сооружения на ровный киль) должен быть определен в проектной документации сооружения в постройке и отражен в проекте морских операций.

7.7.5.2 В проекте морских операций следует рассмотреть:

- ограничивающие условия окружающей среды;
- ограничения во времени, определяемые «окном погоды»;
- конструктивные особенности объекта;
- производительность балластной системы;
- плавучесть и остойчивость сооружения;
- характеристики грунта и показатели устойчивости объекта на грунте.

7.7.5.3 Допустимые параметры качки сооружения во время установки могут быть определены посредством модельных экспериментов. Во время установки значительная качка (одиночная амплитуда) должна быть менее ± 0,1° для бортовой и килевой качки и менее ± 0,2 м для вертикальной качки.

7.7.5.4 В проекте морских операций должно быть показано, что остойчивость СБМНГС во время операции установки будет обеспечена. Во время операций начальная метацентрическая высота с учетом поправки на влияние свободных поверхностей должна быть не менее 1 м.

7.7.5.5 Перед началом операции установки необходимо получить устойчивый прогноз погоды, предсказывающий не менее благоприятные условия, чем проектные ГМУ на удвоенную планируемую продолжительность операции.

7.7.5.6 Балластная система СБМНГС должна обеспечивать:

- проектное время погружения объекта на грунт;
- скорость погружения, в первую очередь при приближении ОЧ к морскому дну, исключающую удары о грунт, которые могут вызвать повреждения конструкций ОЧ, особенно «юбки», если она предусмотрена проектом;
- безопасное погружение сооружения в воду с проектными значениями крена/дифферента, особенно в момент скачкообразного изменения площади ватерлинии, которое может вызвать резкое увеличение крена/дифферента;

- создание необходимого прижимного усилия для обеспечения устойчивости на грунте при воздействии внешних нагрузок во время установки сооружения до его окончательного закрепления;

- возможность выравнивания объекта в горизонтальной плоскости посредством несимметричной балластировки с учетом параметров грунта и рельефа морского дна.

7.7.5.7 В проекте морских операций должны быть выполнены расчеты, подтверждающие обеспечение устойчивости объекта после касания днищем грунта при погодных условиях, принятых для операции до окончания приема балласта и/или забивки свай.

7.7.5.8 В проекте морских операций необходимо указать требования:

- к расстановке и позиционированию судов, участвующих в морских операциях, и последовательности выполнения работ;

- оснащению швартовных и якорных устройств системами контроля натяжения канатов (если применимо);

- составу и характеристикам систем позиционирования;

- средствам контроля перемещений, осадки, крена и дифферента сооружения;

- средствам связи между командным центром, постами управления судами;

- действиям участников операции в изменившихся ГМУ в случае превышения расчетных параметров внешних воздействий и в аварийных ситуациях.

7.7.5.9 После погружения СБМНГС на морское дно/подушку должно быть произведено подводное обследование его фактического положения, включая (если применимо) замеры относительного положения объекта и концевого участка подводного трубопровода или других ранее установленных объектов.

7.7.5.10 Проектирование балластной системы СБМНГС и разработку проекта морских операций осуществляют с учетом [5] (часть III, пункт 6.4).

7.7.6 Защита грунта от размыва

7.7.6.1 В зависимости от формы ОЧ, типа грунта, местных течений могут потребоваться меры защиты от размыва грунта под ОЧ СБМНГС, например обваловкой гравием, камнем, специальными защитными материалами.

7.7.6.2 В проекте морских операций должны быть отражены следующие технологические операции по строительству защиты грунта:

- переход судна строительства защиты к сооружению и начало работ по строительству;

- транспортирование материалов защиты по мере их расходования в район работ (выполняют ТБС);

- перегрузка материалов с ТБС на судно строительства защиты;

- контроль параметров защиты по высоте и размерам в соответствии с проектными значениями (может выполняться с помощью НПА, расположенном на судне строительства защиты).

7.7.6.3 Строительство защиты выполняют по методике владельца судна строительства защиты, и ее основные положения должны быть представлены в материалах проекта строительства защиты. В этих же материалах необходимо указать допустимые ГМУ для строительства защиты и для перегрузочных операций, определить временные зоны безопасности для строительных работ, а также зоны якорных стоянок/перегрузки материалов защиты и зоны маневрирования судов при заходе/отходу с таких стоянок.

7.7.6.4 Контроль профиля защиты необходимо выполнять путем батиметрической съемки по одним и тем же профилям на начальной и конечной стадии строительства, и по разнице высот определяют фактическую высоту (толщину) защиты и сравнивают с проектной.

7.7.7 Закрепление на точке установки

7.7.7.1 Свайное крепление

Выбор оборудования для забивки свай необходимо производить на основании расчета. Расчетом должны быть установлены:

- величина сопротивления грунта погружению сваи;

- подтверждение соответствия фактических характеристик молота требуемым для забивки сваи до необходимой отметки или несущей способности сваи по грунту;

- максимальные динамические сжимающие и растягивающие напряжения в поперечных сечениях по длине сваи от удара молота;

- риск возникновения проектных отказов сваи при забивке;

- несущая способность сваи.

Должно быть обеспечено устойчивое положение сооружения на грунте во время забивки свай при воздействии расчетных внешних нагрузок. При необходимости должна быть предусмотрена временная балластировка СБМНГС.

Должен быть разработан план операции по забивке свай с учетом применимых нормативно-технических документов РФ.

7.7.7.2 Гравитационное крепление

Гравитационное крепление сооружения на грунте производят за счет приема жидкого или твердого балласта.

В случае приема жидкого балласта должна быть определена специальная группа танков, предназначенная только для создания прижимного усилия, и последовательность их заполнения, что позволит упростить контроль количества принятой воды.

В случае приема твердого балласта в виде, например песчано-гравийной смеси, заполняющей отсеки СБМНГС, в проекте производства работ следует предусмотреть:

- размещение оборудования для приготовления (при необходимости) и засыпки смеси в отсеки;
- порядок доставки исходных материалов, хранения и проверки перед использованием.

7.7.7.3 Комбинированное крепление

Вариант комбинированного крепления СБМНГС на грунте сочетает в себе элементы гравитационного и свайного креплений, если такое проектное решение принято исходя из массогабаритных характеристик СБМНГС и характеристик грунта.

7.8 Монтаж верхних строений

7.8.1 При выполнении операций соединения ВС или модулей ВС с ОЧ выполняют следующие работы:

- проектирование, изготовление и установку специальных стыковочных устройств до начала операции по стыковке;
- балластировку объектов и транспортных средств;
- позиционирование;
- совмещение стыкуемых конструкций;
- посадку ВС на ОЧ, в том числе с использованием плавучих кранов;
- закрепление ВС на ОЧ в соответствии с проектной документацией;
- предъявление контролирующим и надзорным органам.

7.8.2 При проектировании операции стыковки необходимо учитывать следующие параметры:

- ограничивающие условия окружающей среды;
- ограничения во времени, определяемые «окном» погоды;
- конструктивные особенности СБМНГС и судов/барж, участвующих в операции;
- параметры буксирного и швартовного устройств, систем динамического позиционирования судов, участвующих в морской операции;
- производительность балластной системы СБМНГС;
- плавучесть и остойчивость;
- технологические допуски на точность совмещения стыкуемых поверхностей в горизонтальной и вертикальной плоскостях;
- нагрузки от перекоса.

7.8.3 Необходимо обеспечить достаточную защиту сооружения от ударных нагрузок. Во избежание повреждений должны быть приняты направляющие, амортизаторы и компенсаторы, использующие стальные пружины, гидравлические/пневматические демпфирующие системы, полиспасты и т. д. Компенсатор должен иметь конструкцию, обеспечивающую его безопасную эксплуатацию, и изготавливаться из сертифицированных материалов.

7.8.4 На всех стадиях соединения объектов следует обеспечить достаточный надводный борт до любого открытого отсека с учетом последствий аварийного заполнения его водой. При стыковке с малым запасом плавучести рекомендуется любой открытый отдельный отсек временно закрыть.

7.8.5 Основные случаи нагрузки для ВС и ОЧ необходимо определять из анализа следующих операций:

- позиционирование баржи с находящимся на ней ВС над ОЧ;
- погружение баржи до контакта ВС с ОЧ;

- силовое деформирование конструкций ОЧ на начальной стадии переноса веса ВС с баржи на ОЧ в случае несовпадения стыкуемых поверхностей ВС и ОЧ в горизонтальной плоскости;
- перенос веса ВС с баржи на ОЧ.

7.8.6 Возможность горизонтального смещения ВС следует ограничить в период переноса веса на ОЧ до установки постоянных связей между ВС и ОЧ. Несущая способность средств, ограничивающих смещение, должна быть достаточной для удержания ВС или палубы в наихудшем случае нагружения, включая ветровой крен и нагрузки от течения и волнения. Нагрузки следует рассматривать с учетом трения.

7.8.7 Проектом морских операций должны быть предусмотрены основная и вспомогательная системы позиционирования. К основной системе позиционирования относят швартовное и буксирное устройства ОЧ и баржи, которые должны быть способны удерживать сооружение в заданном положении, если операция прервана. Основная система должна обеспечивать безопасное позиционирование баржи вблизи ОЧ.

7.8.8 Разработку проекта морских операций необходимо осуществлять с учетом [5] (часть III, пункт 6.6).

7.9 Снятие с морского дна

7.9.1 В целях обеспечения безопасности судоходства и рыболовства, а также предотвращения загрязнения морской среды, после завершения эксплуатации СБМНГС должны быть удалены (ликвидированы) их владельцем в сроки, оговоренные в разрешении на их создание.

7.9.2 Варианты демонтажа определяют во время проектирования сооружения. Выбор способа демонтажа зависит от экологических, технических и экономичных параметров, включая:

- влияние демонтажа на морскую флору и фауну, навигацию и рыбопромысловую деятельность;
- техническую выполнимость, риск и безопасность персонала.

7.9.3 Должна быть определена зона безопасности при демонтажных работах, и соответствующим извещением мореплавателям она объявляется запретной для плавания судов, не занятых работами по демонтажу. Размеры этой зоны могут быть приняты аналогично зоне безопасности, принятой при установке СБМНГС, и уточнятся с учетом размеров конкретных судов, планируемых к выполнению демонтажных работ.

7.9.4 Перед удалением (ликвидацией) на СБМНГС должен быть полностью прекращен технологический процесс, оборудование освобождено от продукции, все трубопроводы и аппараты промыты, пропарены, а при необходимости — продуты инертным газом. Необходимо принять меры по недопущению замерзания остатков жидкостей в трубопроводах и аппаратах. Взрывчатые, радиоактивные и токсичные вещества должны быть удалены с объекта с соблюдением всех требований действующих нормативных документов. Скважины следует ликвидировать или законсервировать в установленном порядке. Должны быть отсоединены от сооружения и удалены подходящие к СБМНГС снаружи трубопроводы, электрические кабели, шлангокабели.

7.9.5 Системы, обеспечивающие безопасное функционирование объекта, должны работать в штатном режиме до начала демонтажа оборудования.

7.9.6 Для снятия с морского дна СБМНГС используют как постоянные системы, так и временно устанавливаемые системы. Постоянные системы, используемые для удаления СБМНГС, должны иметь расчетную долговечность не менее всего срока эксплуатации объекта или должны быть легко заменяемыми.

7.9.7 СБМНГС демонтируют такими же методами, которыми его устанавливали, но операции следуют, в основном, в обратном порядке. Перед началом выполнения демонтажа СБМНГС работоспособность всех систем необходимо проверить.

7.9.8 Материалы и конструкции, образующиеся при демонтаже объекта, должны быть утилизированы безопасным образом. Следует определить процедуру обращения с вредными и опасными веществами.

7.9.9 Должен быть разработан проект выполнения морской операции по снятию с морского дна, содержащий последовательный план действий на всех этапах. Необходимо рассмотреть, в том числе:

- подготовительные работы по демонтажу и удалению;
- предварительный демонтаж оборудования и конструкций верхнего строения (если применимо), погрузка грузов на плавсредства и транспортирование;
- дебалластировка СБМНГС и контролируемое всплытие;

- морская операция транспортирования СБМНГС до места назначения;
- операции для завершения работ на месте демонтажа и удаления (если применимо).

7.9.10 В течение всего срока эксплуатации СБМНГС следует вести весовой контроль. Фактическая нагрузка масс и положение центра тяжести удаляемого сооружения (частей сооружения) может быть отличной от нагрузки масс построенного. Возможное изменение веса конструкции при эксплуатации, которое затрагивает центр тяжести, происходит из-за различных факторов, таких как коррозия стальных конструкций, модернизация и/или установка нового оборудования, обрастание морскими организмами и пр. Также, необходимо учитывать жидкие грузы и балласт, который может быть не удален перед демонтажем.

Основной целью контроля нагрузки и плавучести СБМНГС являются гарантированное обеспечение посадки (осадка, крен и дифферент) и остойчивости сооружения при всплытии и последующем транспортировании.

7.9.11 Дебалластировка является важнейшим этапом операции снятия с грунта. Процедуры операции по удалению твердого балласта (если применимо) должны быть подробно разработаны с анализом влияния на остойчивость на всех фазах всплытия, с учетом возможных проблем с удалением балласта после длительного хранения в отсеках.

При наличии жидкого балласта контролируемое всплытие при дебалластировке производят с постоянным мониторингом посадки СБМНГС. Должно быть обеспечено всплытие СБМНГС с посадкой, необходимой для обеспечения остойчивости, с последующей корректировкой осадки, крена и дифферента для последующей буксировки.

Балласт морской воды может быть удален за борт только после проверки и очистки.

7.9.12 Величина прикладываемого отрывающего усилия должна быть достаточной для преодоления веса СБМНГС, сил адгезии по днищу платформы и сопротивления грунта по боковым поверхностям заглубленной в грунт юбки (если применимо), а также по боковой поверхности ОЧ в пределах защиты грунта от размыва (если применимо).

При всплытии, для уменьшения эффектов адгезии сооружения к морскому грунту, а также налипания грунта к днищу, может использоваться контролируемая подача воды в «юбку»/под днище СБМНГС.

7.9.13 Для позиционирования СБМНГС при всплытии необходимо использовать преимущественно те суда, которые будут составлять дальнейший морской буксирный ордер. Целесообразно также изменить конфигурацию системы позиционирования при всплытии, с тем, чтобы морские буксиры крепились к устройствам, которые в дальнейшем будут использованы для буксировки сооружения к месту назначения.

7.9.14 О полном или частичном удалении (ликвидации) СБМНГС с указанием глубины, географических координат и размеров тех сооружений и установок, которые удалены не полностью, сообщают в ГУНиО МО РФ и федеральный орган исполнительной власти в области транспорта для опубликования в извещениях мореплавателям, лоциях и других навигационных изданиях.

8 Мониторинг и инспекция

8.1 Основные требования

8.1.1 При проведении мониторинга и инспекции СБМНГС или их отдельных частей необходимо руководствоваться ГОСТ 31937, ГОСТ 27751, СП 58.13330, СП 369.1325800, [1], [9], [10].

8.1.2 Настоящий раздел устанавливает требования и рекомендации для инспекции и мониторинга бетонных морских сооружений и указывает, как эти требования и рекомендации могут быть соблюдены. Альтернативные методы также могут быть применены при условии, что документально подтверждено обеспечение требуемого уровня безопасности и достоверности.

8.1.3 Программу инспекции и мониторинга разрабатывают в процессе проектирования, принимая во внимание безопасность, экологические последствия и прогноз состояния СБМНГС на протяжении жизненного цикла.

8.1.4 Общая цель инспекции и мониторинга СБМНГС заключается в удостоверении того, что сооружение пригодно для планируемого назначения на протяжении всего расчетного срока эксплуатации.

8.1.5 При выполнении мониторинга необходимо использовать апробированные разработки, знания и опыт, особое внимание следует уделять возможному ухудшению характеристик материалов и элементов конструкции вследствие эффектов, зависящих от времени, механических/химических воз-

действий, коррозии, воздействия нагрузок, условий морского дна, устойчивости на грунте, эрозии и повреждения от аварий.

8.1.6 При эксплуатации сооружений необходимо выполнять требования СП 58.13330.2019 (подразделы 6.1—6.13) по обеспечению безопасности.

8.2 Планирование

8.2.1 Планирование инспекции и мониторинга должно быть основано на данных:

- о категории элемента конструкции;
- вероятности повреждения;
- возможности доступа к проведению инспекции.

8.2.2 Состояние сооружения необходимо фиксировать периодическими обследованиями и, где уместно, дополнять результатами, зафиксированными КИП. Требования к периодическим инспекциям с учетом использования данных КИП должны быть определены в программе инспекции и мониторинга СБМНГС.

8.2.3 Сооружение может быть оснащено КИП для измерения параметров окружающей среды, динамических воздействий, деформаций и т. д. Кроме того, следует фиксировать значительные изменения в системах балластировки и хранения нефтепродуктов.

8.2.4 Программы для инспекции и мониторинга необходимо основывать на информации, базирующейся на подобных программах, а также на использовании современных способов и методов контроля и технического обслуживания. В связи с указанным, программы необходимо регулярно пересматривать и переиздавать.

8.2.5 Для целей планирования инспекции и мониторинга должны быть приняты во внимание следующие их виды:

- первоначальная инспекция;
- освидетельствование в процессе строительства;
- периодические инспекции и мониторинг состояния во время эксплуатации;
- инспекция и оценка конструкционной целостности на основе программы демонтажа сооружения.

8.3 Документация

8.3.1 Эффективность и реализация результатов инспекции и мониторинга зависят от полноты, своевременности и точности представляемых данных инспекции.

8.3.2 Во время периодической инспекции должна быть представлена следующая информация:

- документы со стадий проектирования, строительства и установки (предпочтительно, сводный отчет);
- основная информация о каждой ранее проведенной инспекции (например, объем работ, ключевые результаты, имеющиеся отчеты и документация).

8.3.3 Актуальные сводные отчеты инспекций необходимо хранить владельцу/оператору. Такие документы должны содержать следующее:

- применяемые средства/способы;
- фактический объем работ (включая любые дополнения на месте);
- данные, собранные в ходе инспекции, включая фотографии, результаты измерений, видеозаписи, и т. д.;
- результаты инспекции, включая полное описание и документацию любых выявленных аномалий.

8.3.4 Документацию по ремонтным работам и инспекциям в процессе эксплуатации сооружения необходимо хранить у владельца/оператора.

8.4 Специфика мониторинга и инспекции

8.4.1 Инспекция бетонных морских сооружений обычно включает обследование различных частей сооружения, в том числе атмосферную зону, зону ватерлинии и периодического смачивания, а также подводные участки и внутренние отсеки. Подразумевается, что зона ватерлинии и периодического смачивания является наиболее уязвимой к коррозии.

8.4.2 Ключевые элементы процедуры мониторинга включают следующие:

- обследование участков с высокой вероятностью повреждения и участков, критических для безопасности;
- документирование необходимых сведений;
- обоснование объема и продолжительности работ;
- периодичность.

8.4.3 При установлении приоритетов мониторинга и инспекции необходимо учитывать потенциальную подверженность к повреждениям каждого элемента. Программа мониторинга должна учитывать функциональное назначение каждой части конструкции и возможность доступа к ней. Также должны быть тщательно осмотрены зоны с высокой концентрацией напряжений.

8.4.4 Важным аспектом в отношении конструктивной целостности является долговечность бетона, которую необходимо оценивать на протяжении всего жизненного цикла сооружения. Основными факторами для оценки долговечности являются:

- состояние защитного слоя арматуры с учетом его проницаемости;
- глубина истирания, ухудшение характеристик в результате замерзания/оттаивания и воздействия сульфатов в отсеках хранения нефти.

8.4.5 Кроме того, содержание хлоридов следует измерять с целью установления скорости их проникновения через бетонный защитный слой. Выбранный метод оценки должен быть одинаковым на протяжении срока службы сооружения и может быть использован для оценки времени до начала коррозионного воздействия на арматуру.

8.5 Требования к методам проведения обследований

8.5.1 Выбор методов инспекции и мониторинга можно варьировать в зависимости от месторасположения сооружения и его функционального назначения. При выборе методов инспекции особое внимание необходимо уделять снижению риска, связанного с самой инспекционной деятельностью. Основные методы подводной инспекции — это визуальный осмотр водолазами или использование НПА. В некоторых случаях необходимо выполнить очистку от обрастания поверхности морскими организмами для более подробного исследования потенциальных дефектов.

8.5.2 Необходимо рассматривать методы, пригодные для обнаружения и четкого описания любого повреждения/дефекта.

8.5.3 Следующие типы инспекции должны быть рассмотрены:

- общий визуальный осмотр;
- подробный локальный визуальный осмотр;
- инспекция/испытания методом неразрушающего контроля;
- испытания методом разрушающего контроля (например, взятие керна);
- мониторинг конструкций на основе данных КИП.

8.6 Требования к периодичности освидетельствований

8.6.1 Для СБМНГС на этапе проектирования и постройки разрабатывают программу освидетельствований, описывающую все действия по освидетельствованиям сооружений или отдельных его элементов в течение запланированного срока эксплуатации. Программа должна включать следующие основные разделы:

- принципиальное описание;
- продолжительность и методы освидетельствований;
- периодичность освидетельствований; процедуры регистрации, обобщения, анализа и накопления данных;
- процедуры оценки результатов освидетельствований;
- предложения по ремонту и модернизации (в случае необходимости).

8.6.2 Ежегодные освидетельствования проводят в период между очередными освидетельствованиями (или первоначальным и очередным) в течение трех месяцев до или после каждой ежегодной даты освидетельствования.

8.6.3 Периодичность освидетельствований подводной части следует проводить согласно [9] (часть III, раздел 19, таблица 19.2.1). Освидетельствование проводят с помощью водолазной техники и инструментальных средств оценки технического состояния корпуса, свайных оснований, железобетонных конструкций и др.

8.6.4 Промежуточные освидетельствования проводят взамен второго или третьего ежегодного освидетельствования по желанию владельца.

8.6.5 Внеочередные освидетельствования проводят во всех других случаях, кроме первоначального и периодических освидетельствований. Внеочередные освидетельствования имеют целью выявить повреждения, их причину, согласовать объем работ по устранению последствий аварийных случаев, если таковые имели место быть.

8.7 Объем освидетельствований

8.7.1 Объем периодических освидетельствований СБМНГС должен соответствовать [1] (часть I, раздел 3) в той степени, насколько это применимо к данной железобетонной конструкции.

8.7.2 При очередном освидетельствовании СБМНГС его корпус должен быть проверен в отношении сохранения им соответствия требованиям раздела 6.

8.7.3 Определение технического состояния конструктивных элементов корпуса в отношении величины износа, наличия повреждений и обеспечения непроницаемости в необходимых случаях необходимо дополнять расчетами влияния износа и повреждений на обеспечение общей и местной прочности.

8.7.4 При очередных освидетельствованиях по указанию инспектора проводят вскрытие защитных настилов и зашивок на бортах, траншевых переборках и палубах (если они имеются) для освидетельствования плит под ними. Тщательному освидетельствованию подлежат места, которые в процессе эксплуатации могут быть подвергнуты ударам (борта, траншевые переборки и т. п.), а также места, подвергающиеся нагреву и воздействию агрессивных для бетона и арматуры сред (щелочей, рассолов, нефтепродуктов).

8.7.5 Основными дефектами железобетонных конструкций корпуса, подлежащими выявлению при освидетельствовании, являются:

- пробоины в плитах обшивки и настилов;
- отколы и выкрашивания защитного слоя бетона;
- трещины в плитах обшивки, настилов и балках набора;
- фильтрация воды и нефтепродуктов через обшивку;
- коррозионный износ бетона и арматуры.

8.7.6 Пробоины, трещины, отколы и выкрашивания в железобетонных конструкциях корпуса подлежат заделке по соответствующей технологии.

8.7.7 Допускается оставлять до планового ремонта отдельные поверхностные трещины в железобетонных конструкциях без предварительного напряжения в надводной части и внутри корпуса с шириной раскрытия, не превышающей допустимую, а также местные отколы, выкрашивания и износы защитного слоя без оголения арматуры.

8.8 Инспекция особых участков

8.8.1 Бетон ненадлежащего качества или бетон со строительными дефектами следует идентифицировать в ходе первоначальной оценки состояния и осуществлять его мониторинг на последующий износ. Существенные поверхностные дефекты — это плохо уплотненный бетон и скопление зерен крупного заполнителя на поверхности бетона, а также отслаивания, расслаивания и коррозия поверхности пятнами.

8.8.2 Особое внимание при мониторинге следует уделять обнаружению и контролю повреждений, вызванных избыточными напряжениями и абразивным воздействием.

8.8.3 Свидетельством избыточных напряжений являются растрескивание, откалывание кромок у швов, дробление бетона и постоянное искривление конструкционных элементов. Не все трещины являются результатом перегрузки сооружения. Некоторые трещины могут быть результатом ползучести, ограниченной усадки при высушивании, пластичной усадки при высушивании, отделки поверхности, колебаний температуры и температурных градиентов сквозь толщу элемента. Трещины вследствие ползучести и ограниченной усадки обычно полностью проходят сквозь конструкционный элемент, но не являются результатом перегрузки. Трещины в результате пластической усадки при высушивании и отделке поверхности обычно не проникают полностью сквозь элемент и также не связаны с нагрузкой.

8.8.4 На основе проектной или иной предварительной информации инспекторам следует определить, являются ли наблюдаемые трещины «активными» или «пассивными». Активные трещины изменяются по ширине и длине по мере проявления нагрузок или деформаций. Пассивные трещины не увеличиваются интенсивно со временем. Существующие требования обеспечивают руководство по

критической ширине трещины, которая служит сигналом возможного проникновения ионов хлорида и последующей коррозии закладной арматурной стали. Активные трещины и трещины, вызванные нагрузкой или деформацией, исследуют независимо от ширины трещин. Исследование должно идентифицировать причину или причины, изменения их со временем и вероятное влияние на сооружение.

8.8.5 Дробление бетона, отслаивание и расслаивание также требуют точного определения причины. Дробление обычно связано с изгибной перегрузкой, осевым сжатием или ударом. Отслаивание и расслаивание могут быть либо связаны с нагрузкой, либо быть вызваны серьезной коррозией закладной арматурной стали. Подходящий метод ремонта для этих типов повреждений будет существенно зависеть от фактической причины повреждений.

8.8.6 К рискам и видам особых участков поверхности бетона относятся:

- зона интерфейса стальных верхних строений и бетонной ОЧ;
- рабочие швы;
- технологические углубления;
- вертикальные пересечения между различными частями конструкции;
- закладные плиты;
- участки проводимых ранее ремонтных работ и участки с дефектами строительства;
- зона переменной ватерлинии и периодического смачивания;
- зона контакта с плавающим мусором;
- зона размыва грунта;
- зоны, испытывающие гидростатическое давление;
- температура нефти, направляемой на хранение;
- сульфат-восстанавливающие бактерии.

8.9 Требования к квалификации персонала

8.9.1 Персонал, участвующий в проведении инспекции и мониторинга, а также в оценке результатов, должен иметь соответствующую компетенцию в части проектирования СБМНГС, знания свойств бетонных материалов, технологии изготовления бетонных сооружений, а также специальный опыт применения методов инспекции с использованием КИП и оборудования для проведения мониторинга. Инспекторы должны ознакомиться с основными проектировочными и эксплуатационными вопросами до проведения инспекции.

8.9.2 Инспекторы должны быть обучены как супервайзеры, водолазы или операторы НПА, в соответствии с существующими требованиями, если существует необходимость.

8.9.3 Периодические освидетельствования корпусов СБМНГС, как правило, проводят специалисты по корпусной и механической специализациям. В отдельных случаях допускается совмещение специализаций, учитывая квалификацию, опыт инспектора, подготовку его по смежным специальностям и степень сложности предъявляемого сооружения.

8.9.4 Персонал предприятия, проводящего освидетельствование, должен иметь не менее одного года практического обучения.

8.9.5 Предприятие, проводящее освидетельствование, должно иметь документы для персонала, содержащие следующие сведения:

- образование;
- профессиональная и специальная подготовка;
- квалификация;
- опыт;
- функциональные обязанности;
- возраст.

8.9.6 Предприятие должно иметь и соблюдать следующее:

- программы подготовки и переподготовки персонала;
- программы повышения квалификации персонала;
- планы и графики аттестации персонала в отношении осуществления определенных видов деятельности.

8.10 Требования к измерительной аппаратуре

8.10.1 Целесообразно оснастить сооружение КИП с целью записи данных, относящихся к давлению в порах, давлению грунта, усадкам, оседанию, подвижкам, деформации, наклону, коррозии арматуры, температуре в хранилище нефти и т. п.

8.10.2 Существующие на сооружении активные системы мониторинга необходимо инспектировать на периодической основе.

8.10.3 Кабели КИП, необходимых для системы мониторинга сооружения и фундамента, должны выдерживать гидростатическое давление морской воды. Кабели, проходящие по участкам, открытым для персонала, должны соответствовать требованиям к воспламеняемости и выбросам дыма и токсичных газов при горении (пожаре).

8.10.4 КИП, используемые инспектором для освидетельствования, замеров и испытаний должны быть индивидуально идентифицированы и откалиброваны в соответствии с требованиями соответствующих стандартов. Инспектор может применять простое оборудование для измерения (например, рулетки, метры, шаблоны для проверки катетов сварных швов, микрометры) без индивидуальной идентификации или подтверждения калибровки, если оно является стандартным, содержится должным образом и периодически поверяется (сравнивается) с другим аналогичным оборудованием или эталонами. Инспектор должен удостовериться в том, что другое оборудование (например, приборы для испытания на отрыв со скалыванием, ультразвуковые толщиномеры и т. д.) откалиброваны в соответствии с требованиями соответствующего стандарта.

8.10.5 Подлежащие поверке (калибровке) средства измерений, средства диагностирования, приборы и инструмент, применяемые для контроля параметров сооружения и проведения замеров, должны иметь клейма и/или документы о подтверждении их поверки (калибровки) компетентными органами.

8.10.6 Метрологические свойства применяемых средств измерений должны отвечать требованиям действующих нормативных документов.

8.10.7 Владельцы/операторы сооружения при предъявлении КИП к поверке (калибровке) должны указывать в заявке о том, чтобы поверяющая КИП лаборатория (организация) была аттестована (признана) национальным органом стандартизации и метрологии (Росстандартом). В документе поверяющей КИП лаборатории, выдаваемом на объект, должно быть указано, что лаборатория аккредитована (признана) Росстандартом.

8.10.8 Если на момент освидетельствования сроки поверки (калибровки) КИП ответственных объектов, влияющих на безопасность эксплуатации и охрану окружающей среды, истекли, инспектор должен потребовать выполнения поверки (калибровки) до начала освидетельствования.

8.11 Требования к мониторингу коррозии

8.11.1 Защиту конструкций МНГС от коррозии выполняют в соответствии с СП 28.13330.2017 (раздел 5).

8.11.2 Конструкции МНГС (в первую очередь, ответственные за безопасность эксплуатации) должны быть защищены от коррозии в объеме, достаточном для сохранения конструкционной целостности и пригодности к использованию по назначению на протяжении расчетного срока службы.

8.11.3 Для подтверждения функционирования системы катодной защиты в рамках ее расчетных параметров и для установления степени износа материала необходимо проводить периодические исследования с измерениями.

8.11.4 Катодную защиту используют для защиты стали, критичной для конструкционной целостности бетона.

8.11.5 Инспекцию покрытий и футеровок проводят с помощью визуального осмотра с целью оценки потребности в техническом обслуживании или в ремонтных работах. Необходимо проводить тщательное визуальное обследование конструкций для обнаружения участков с ухудшением характеристик покрытия, которое приводит к развитию коррозии до той степени, которая требует ремонта или замены элементов конструкции или трубопроводов.

8.11.6 Инспекция защиты от коррозии, основанной на применении коррозионностойких материалов, может быть также объединена с визуальным осмотром конструкционных элементов, связанных с такими материалами.

8.11.7 Для определения степени коррозионного разрушения бетона (степени карбонизации, состава новообразований, структурных нарушений бетона) используют соответствующие физико-химические методы.

8.11.8 При оценке технического состояния арматуры и закладных деталей, пораженных коррозией, определяют вид коррозии, участки поражения и источник воздействия.

8.11.9 Выявление состояния арматуры проводят удалением на контрольных участках защитного слоя бетона с обнажением рабочей арматуры.

8.11.10 Обнажение арматуры выполняют в местах наибольшего ее ослабления коррозией, которые выявляют по отслоению защитного слоя бетона и образованию трещин и пятен ржавой окраски, расположенных вдоль стержней арматуры.

8.11.11 Степень коррозии арматуры оценивают по следующим признакам: характер коррозии, цвет, плотность продуктов коррозии, площадь пораженной поверхности, глубина коррозионных поражений, площадь остаточного поперечного сечения арматуры.

8.11.12 По результатам проведения инспекции и выявления фактов коррозии или разрушения бетона может быть принято решение о необходимости проведения ремонта или замены конструктивного элемента.

Библиография

[1] Правила Российского морского регистра судоходства НД № 2-020201-019 — Правила классификации, постройки и оборудования плавучих буровых установок и морских стационарных платформ

[2] Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности» (утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 15 декабря 2020 г. № 534)

[3] Постановление Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 г. № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию»

[4] РД 31.33.07-86 — Руководство по расчету воздействия волн цунами на портовые сооружения, акватории и территории. Рекомендации для проектирования

[5] Правила Российского морского регистра судоходства НД № 2-090601-010 — Правила разработки и проведения морских операций

[6] Международная конвенция о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты 1978 года

[7] РД 52.10.842-2017 — Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 9. Гидрометеорологические наблюдения на морских станциях и постах. Часть 1. Гидрологические наблюдения на береговых станциях и постах

[8] Инструкция по безопасности морских буксировок (утверждена Федеральной службой морского флота России от 8 июля 1996 г. № МФ-35/1921)

[9] Правила Российского морского регистра судоходства НД № 2-020101-012 — Правила классификационных освидетельствований судов в эксплуатации и Приложения к ним

[10] Правила Российского морского регистра судоходства НД № 2-039901-005 — Методические рекомендации по техническому наблюдению за ремонтом морских судов

УДК 622.242.4:006.354 ОКС 75.180.01

Ключевые слова: нефтяная и газовая промышленность, стационарное бетонное морское нефтегазопромысловое сооружение, материал, мониторинг, нагрузка, опорная часть

Редактор *Е.Ю. Митрофанова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *С.И. Фирсова*
Компьютерная верстка *Е.А. Кондрашовой*

Сдано в набор 29.11.2023. Подписано в печать 12.12.2023. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 6,51. Уч.-изд. л. 5,86.

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