

# ПРАВИЛА

## КЛАССИФИКАЦИИ И ПОСТРОЙКИ МОРСКИХ ПЛАВУЧИХ НЕФТЕГАЗОВЫХ КОМПЛЕКСОВ

### ЧАСТЬ III

#### УСТРОЙСТВА, ОБОРУДОВАНИЕ И СНАБЖЕНИЕ

НД № 2-020201-020



Санкт-Петербург  
2022

# ПРАВИЛА КЛАССИФИКАЦИИ И ПОСТРОЙКИ МОРСКИХ ПЛАВУЧИХ НЕФТЕГАЗОВЫХ КОМПЛЕКСОВ

---

Правила классификации и постройки морских плавучих нефтегазовых комплексов (ПНК) Российского морского регистра судоходства (РС, Регистр) утверждены в соответствии с действующим положением и вступают в силу 1 января 2022 года.

Правила состоят из следующих частей:

часть I «Классификация»;

часть II «Корпус»;

часть III «Устройства, оборудование и снабжение»;

часть IV «Остойчивость»;

часть V «Деление на отсеки»;

часть VI «Защита от пожаров и взрывов»;

часть VII «Механические установки»;

часть VIII «Системы и трубопроводы»;

часть IX «Механизмы»;

часть X «Котлы, теплообменные аппараты и сосуды под давлением»;

часть XI «Электрическое оборудование»;

часть XII «Холодильные установки»;

часть XIII «Материалы»;

часть XIV «Сварка»;

часть XV «Автоматизация»;

часть XVI «Общие требования и принципы обеспечения безопасности».

Правила дополняют Правила классификации и постройки морских судов и Правила классификации, постройки и оборудования плавучих буровых установок и морских стационарных платформ.

**ПЕРЕЧЕНЬ ИЗМЕНЕНИЙ<sup>1</sup>**

(изменения сугубо редакционного характера в Перечень не включаются)

Изменяемые пункты/главы/разделы	Информация по изменениям	№ и дата циркулярного письма, которым внесены изменения	Дата вступления в силу
Правила классификации и постройки морских плавучих нефтегазодобывающих комплексов	Название Правил заменено на «Правила классификации и постройки морских плавучих нефтегазовых комплексов»	312-09-1837ц от 11.10.2022	01.11.2022
<a href="#">Аннотация</a>	В аннотацию внесены изменения	312-09-1837ц от 11.10.2022	01.11.2022
Часть III	Редакционная правка: термин «нефтегазодобывающий комплекс» заменен на «нефтегазовый комплекс» по всей части	—	01.11.2022

<sup>1</sup> Изменения и дополнения, внесенные при переиздании или путем выпуска новых версий на основании циркулярных писем или изменений редакционного характера.

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### 1.1 ОБЛАСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ

**1.1.1** На ПНК распространяются применимые требования части III «Устройства, оборудование и снабжение» Правил классификации и постройки морских судов<sup>1</sup> и части III «Устройства, оборудование и снабжение ПБУ/МСП» Правил классификации, постройки и оборудования плавучих буровых установок и морских стационарных платформ<sup>2</sup>, если в настоящей части Правил классификации и постройки морских плавучих нефтегазовых комплексов<sup>3</sup> не оговорено иное.

**1.1.2** Требования настоящей части не распространяются на следующие устройства, оборудование и снабжение:

промышленное оборудование, используемое для бурения или связанных с ним операций;

оборудование для добычи продукции;

оборудование для подготовки продукции;

оборудование для переработки продукции.

---

<sup>1</sup> В дальнейшем — Правила классификации.

<sup>2</sup> В дальнейшем — Правила ПБУ/МСП.

<sup>3</sup> В дальнейшем — Правила ПНК.

## **1.2 ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ПОЯСНЕНИЯ**

**1.2.1** Определения и пояснения, за исключением приведенных ниже, указаны в Общих положениях о классификационной и иной деятельности, части I «Классификация» и части III «Устройства, оборудование и снабжение» Правил классификации, в части I «Классификация» и части III «Устройства, оборудование и снабжение ПБУ/МСП» Правил ПБУ/МСП, а также в части I «Классификация» и части II «Корпус» Правил ПНК.

Длинный бридель – бридель, который во всем диапазоне расчетных нагрузок имеет примыкающий к якорю участок, лежащий на грунте.

Короткий бридель – бридель, который при расчетных нагрузках может отрываться от грунта по всей своей длине.

### 1.3 ОБЪЕМ ТЕХНИЧЕСКОГО НАБЛЮДЕНИЯ

**1.3.1** Общие положения по техническому наблюдению за устройствами, оборудованием и снабжением изложены в Общих положениях о классификационной и иной деятельности и в части I «Классификация» Правил классификации, части I «Классификация» и части III «Устройства, оборудование и снабжение ПБУ/МСП» Правил ПБУ/МСП и части I «Классификация» Правил ПНК.

**1.3.2** Техническому наблюдению подлежат изделия, входящие в состав устройств, оборудования и снабжения ПНК и соответствующие перечню изделий, указанному в 1.3 части III «Устройства, оборудование и снабжение» Правил классификации, в той степени, в какой это применимо к конкретному типу ПНК.

**1.3.3** Детали устройств, указанные в 1.3 части III «Устройства, оборудование и снабжение» Правил классификации, подлежат контролю со стороны Регистра в отношении выполнения требований части XIII «Материалы» и части XIV «Сварка» Правил классификации, а также части XIII «Материалы» и части XIV «Сварка» Правил ПНК.

**1.3.4** В процессе постройки/переоборудования ПНК устройства, оборудование и снабжение, приведенные в [табл. 1.3.4](#), подлежат техническому наблюдению Регистра согласно требованиям соответствующих разделов и глав Правил классификации, Правил ПБУ/МСП, а также Правил ПНК.

Таблица 1.3.4

Наименование	FPSO, FPO, FSO	SPM
Рулевое устройство	(+)	–
Якорное устройство	+	+
Система удержания	+	+
Швартовное устройство	+	+
Буксирное устройство	+	+
Отбойное устройство	+	+
Посадочное устройство	+	+
Сигнальные мачты	+	+
Грузоподъемные устройства	+	+
Устройство и закрытие отверстий в корпусе, надстройках и рубках	+	+
Устройство и оборудование помещений	+	+
Аварийное снабжение	+	+
Перегрузочный комплекс	+	+
Примечание. в скобках для самоходных ПНК.		

#### **1.4 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ**

**1.4.1** Установка механизмов непосредственно на палубах ПНК, являющихся верхом грузовых емкостей и топливных цистерн, должна выполняться в соответствии с 1.4.1 части III «Устройства, оборудование и снабжение» Правил классификации.

## **1.5 МАТЕРИАЛЫ И СВАРКА**

**1.5.1** Стальные конструкции должны отвечать требованиям части II «Корпус» и части XIII «Материалы».

**1.5.2** Сварка элементов конструкции устройств, оборудования и снабжения должна быть выполнена в соответствии с требованиями части II «Корпус» и части XIV «Сварка».



## **1.6 РАСЧЕТНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ УСКОРЕНИЙ ВСЛЕДСТВИЕ ВОЛНЕНИЯ**

**1.6.1** Для ПНК, имеющих судовые обводы или обводы понтона, эксплуатируемых в неограниченных районах плавания и районах ограниченного плавания **R1**, для расчета нагрузок в устройствах и оборудовании следует применять расчетные безразмерные коэффициенты ускорения, приведенные в 1.7 части III «Устройства, оборудование и снабжение» Правил классификации.

**1.6.2** Для ПНК несудовой формы и судовой формы других районов плавания допускается применять иные коэффициенты ускорений, которые необходимо подтвердить соответствующими расчетами, признанными Регистром.

## **2 РУЛЕВОЕ УСТРОЙСТВО**

**2.1** Рулевое устройство и средства активного управления должны соответствовать требованиям разд. 2 части III «Устройства, оборудование и снабжение» Правил классификации.

### 3 ЯКОРНОЕ УСТРОЙСТВО

#### 3.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

**3.1.1** Якорное устройство на самоходных ПНК должно соответствовать требованиям разд. 3 части III «Устройства, оборудование и снабжение» Правил классификации применительно к транспортным судам.

**3.1.2** Якорное устройство на обитаемом FSPM должно соответствовать требованиям разд. 3 части III «Устройства, оборудование и снабжение ПБУ/МСП» Правил ПБУ/МСП.

**3.1.3** Якорное устройство на SSPM или необитаемом FSPM может быть временным.

С учетом наличия персонала, механизма и источника энергии временное якорное устройство должно обеспечивать:

стоянку ПНК при его достройке на плаву (загрузка твердым балластом, испытание систем);

удержание ПНК (в дополнение к работе буксира) при его отстое во время перегона в случае возникновения условий, превышающих допустимые;

позиционирование и удержание ПНК во время установки на грунт.

**3.1.4** Цепные ящики и цепные трубы должны быть расположены вне опасной зоны. Если такое расположение практически невозможно, то эти конструкции должны быть защищены от проникновения газа.

## 3.2 ВРЕМЕННОЕ ЯКОРНОЕ УСТРОЙСТВО

### 3.2.1 Общие требования.

**3.2.1.1** Якорное устройство можно устанавливать не только на корпусе ПНК, но и на временных навесных (выносных) площадках, а отдельные элементы якорного устройства (клюзы, киповые планки, соединительные скобы и т.п.) располагать таким образом, чтобы их можно было использовать для других устройств (буксирного, швартовного и т.п.) с учетом возможности их дальнейшего применения при последующем перегоне ПНК к новому месту эксплуатации или для утилизации.

**3.2.1.2** Разработка и использование временного якорного устройства допускаются при предоставлении:

данных о грунте, сейсмичности и гидрометеорологических условиях в конкретном районе;

необходимых данных и расчетов, характеризующих условия работы всех элементов якорного устройства;

чертежей с указанием расположения временного якорного устройства, включая якоря, якорные линии, состоящие из цепей, стальных, синтетических или комбинированных тросов, механизмы и любые другие элементы;

расчетов якорных устройств при выполнении конкретных операций.

### 3.2.2 Принципы расчета временного якорного устройства.

**3.2.2.1** Якорное снабжение ПНК должно определяться специальным расчетом, исходя из внешних условий и соответствующих нагрузок при проведении конкретных операций с учетом дополнительного удержания и позиционирования ПНК вспомогательными судами буксирного ордера.

Якорное снабжение может выбираться согласно 3.1.5 и 3.1.6 части III «Устройства, оборудование и снабжение ПБУ/МСП» Правил ПБУ/МСП по характеристике  $N_e$ , определяемой по формуле

$$N_e = K_1 K_2 \Delta^{2/3} + K_3 A, \quad (3.2.2.1)$$

где  $K_1, K_2, K_3$  – коэффициенты, учитывающие форму корпуса, волновое воздействие и ветровые условия якорной стоянки соответственно;

$\Delta$  – объемное водоизмещение ПНК при проведении операции, м<sup>3</sup>;

$A$  – суммарная площадь парусности проекции конструкций, возвышающихся над ватерлинией, на плоскость, перпендикулярную горизонтальной проекции якорной линии, м<sup>2</sup>.

Коэффициент  $K_1$  рекомендуется принимать из соотношения  $R/R'$ , где  $R'$  и  $R$  сопротивления погруженной части обычного судна и ПНК при равных водоизмещениях и скорости буксировки соответственно.

Коэффициенты  $K_2$  и  $K_3$  должны приниматься в соответствии с табл. 3.2.2 части III «Устройства, оборудование и снабжение ПБУ/МСП» Правил ПБУ/МСП.

Регистр может принять иные значения коэффициентов, если будет доказано, что они соответствуют реальным условиям строительства, эксплуатации и ремонта.

**3.2.2.2** Элементы якорного устройства должны проектироваться с учетом 4.3.3 части III «Устройства, оборудование и снабжение ПБУ/МСП» Правил ПБУ/МСП.

**3.2.2.3** Коэффициенты запаса прочности в каждом отдельном элементе якорного устройства рекомендуется принимать аналогично якорным устройствам в соответствии с 3.1.5 и 3.3.4 части III «Устройства, оборудование и снабжение ПБУ/МСП» Правил ПБУ/МСП.

Расчетные усилия в отдельных элементах якорного устройства определяются исходя из величины разрывного усилия якорных линий в соответствии с требованиями 3.6 части III «Устройства, оборудование и снабжение» и 6.3 части IX «Механизмы» Правил классификации.

### **3.2.3 Состав временного якорного устройства.**

#### **3.2.3.1** Рекомендуется снабжать ПНК не менее чем двумя якорями.

В состав временного якорного устройства должны входить, как правило:

становые якоря;

якорные линии;

устройства для крепления и отдачи коренных концов якорных цепей (жвако-галсы и т.п.);

механизмы для отдачи и подъема станových якорей и позиционирования ПНК при отданных якорях (при использовании якорного устройства для позиционирования ПНК);

стопоры, обеспечивающие стоянку ПНК на якорях;

цепные ящики или площадки для хранения якорных канатов и цепей и другое специальное оборудование, необходимое для выполнения конкретной морской операции.

Количество отдельных элементов якорного устройства определяется на основании расчетов.

**3.2.3.2** В качестве станových якорей допускаются якоря следующих типов — Холла, Грузона и адмиралтейские.

**3.2.3.3** В качестве якорных линий рекомендуется использование цепей различной категории прочности. При наличии обоснования, учитывая небольшую продолжительность операций, вместо цепей могут использоваться стальные и синтетические канаты необходимой прочности.

**3.2.3.4** Характеристики якорных линий должны определяться на основании специальных расчетов, исходя из обеспечения требуемой держащей силы и нагрузок на якоря в конкретных условиях при расчетных внешних воздействиях. Якорные линии и их комплектация должны соответствовать требованиям разд. 7 части XIII «Материалы» Правил классификации. При использовании комбинированных якорных линий, включающих цепные и тросовые участки, комплектация должна обеспечивать постоянное натяжение тросовых вставок (за счет веса цепных участков), исключая образование колышек на тросовых вставках.

**3.2.3.5** Для каждой становой якорной цепи или троса должен быть предусмотрен стопор, предназначенный для стоянки ПНК на якорю. При фиксированной длине якорных линий и отсутствии необходимости якорного позиционирования вместо стопора может использоваться устройство для крепления и отдачи коренного конца якорной цепи.

При необходимости якорного позиционирования ПНК в процессе его установки в дополнение к стопорам должны устанавливаться устройства для крепления и отдачи коренных концов якорных цепей или тросов.

**3.2.3.6** Проводка якорных линий должна обеспечивать их бесперебойное движение при отдаче и подъеме якорей в соответствии с требованиями 3.6.3 части III «Устройства, оборудование и снабжение» Правил классификации.

Цепные ящики должны соответствовать требованиям 3.6.4 части III «Устройства, оборудование и снабжение» Правил классификации.

Площадки для укладки цепей или канатов должны иметь размеры и расположение, обеспечивающие свободную укладку заданной длины якорных цепей грузовыми средствами ПНК, свободное прохождение цепей через клюзы и беспрепятственное вытравливание их при отдаче якорей.

**3.2.3.7** Допускаются перевозка, отдача и подъем якорей и якорных цепей или канатов на вспомогательных судах буксирного ордена, имеющих соответствующее оборудование.

**3.2.3.8** Якорные механизмы должны быть установлены для отдачи и подъема станových якорей, а также якорного позиционирования в процессе установки ПНК. в случае отсутствия необходимости якорного позиционирования ПНК, а также осуществления перевозки, отдачи и подъема якорей на вспомогательных судах буксирного ордена якорные механизмы на ПНК могут не устанавливаться.

Мощность якорных механизмов должна определяться исходя из фактических массогабаритных характеристик якорного снабжения, требований к позиционированию ПНК, условий проведения операций и т.п.

При оборудовании ПНК якорными механизмами или при использовании лебедок, имеющих на ПНК, для операций с якорями и якорными цепями они должны удовлетворять требованиям, указанным в Правилах классификации и Правилах ПБУ/МСП. При использовании для операций с якорями механизмов вспомогательных судов буксирного ордена необходима проверка их соответствия Правилам ПБУ/МСП с учетом характеристик якорного устройства ПНК. Конструкция якорных механизмов должна соответствовать требованиям 6.3 части IX «Механизмы» Правил классификации.

**3.2.3.9** При значительной продолжительности морской буксировки на ПНК рекомендуется предусматривать один запасной комплект якорного снабжения (якорь, якорная линия и соединительные элементы). Под значительной продолжительностью морской буксировки понимается рейс более недели.

## **4 СИСТЕМЫ УДЕРЖАНИЯ**

### **4.1 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ**

**4.1.1** Требования данного раздела распространяются на системы, предназначенные для удержания ПНК в определенном месте с ограничением смещений в заданных пределах и обеспечением нормальных условий для выполнения технологических процессов на точке.

**4.1.2** Требования распространяются на следующие системы:

- .1** якорные системы, включающие якоря и гибкие якорные линии;
- .2** якорные системы, включающие якоря и натяжные якорные линии;
- .3** динамические системы позиционирования;
- .4** комбинированные системы, включающие якорные системы и подруливающие устройства.

**4.1.3** Система удержания, включая лебедки и цепные стопоры, должна быть расположена на открытой палубе во взрывоопасных зонах, если не обеспечены специальные меры предосторожности во избежание риска воспламенения во время обычной эксплуатации и аварийного разъединения.

## 4.2 СИСТЕМА ЯКОРНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

**4.2.1** Система якорного позиционирования ПНК должна обеспечивать их удержание:

в эксплуатационных условиях при расчетных внешних нагрузках, с ошвартованным транспортным судном (ТС) (в том числе с одной оборванной якорной линией при уменьшенных коэффициентах безопасности в соответствии с требованиями 4.3.10 и 4.3.11 части III «Устройства, оборудование и снабжение» Правил ПБУ/МСП);

в экстремальных условиях без ошвартованного судна, при шторме, который может быть 1 раз в 100 лет (в том числе с одной оборванной якорной линией при уменьшенных коэффициентах безопасности).

**4.2.2** Система якорного позиционирования должна обеспечить ограничение горизонтальных перемещений ПНК в расчетных условиях.

**4.2.3** Раскладка якорных линий для удержания ПНК не должна приводить к ограничениям по маневрированию и осадке ТС.

**4.2.4** Системы якорного позиционирования делятся по способу удержания на два типа:

I тип: на позиционирующих якорных линиях, обеспечивающих удержание над заданной точкой дна моря под воздействием горизонтальных нагрузок;

II тип: на натяжных якорных линиях, обеспечивающих как удержание над заданной точкой дна моря, так и минимизацию изменения расстояния от днища сооружения до дна моря под воздействием горизонтальных и вертикальных нагрузок при максимальном понижении уровня моря (от волнения, отлива и естественного понижения уровня).

**4.2.5** Для удержания рассматриваемых ПНК рекомендуется использовать многоякорные (распределенные) и одноякорные системы I типа.

**4.2.6** Система якорного позиционирования должна проектироваться в соответствии с разд. 4 части III «Устройства, оборудование и снабжение ПБУ/МСП» Правил ПБУ/МСП.

**4.2.7** Определение параметров системы якорного позиционирования рекомендуется выполнять методом последовательных приближений по следующей схеме:

по аналогам, сообразуясь с уровнем внешних нагрузок от действия природных факторов, и с учетом распределения глубин моря в месте размещения системы якорного позиционирования определяются схема раскладки, масса и количество якорей (якорных линий), длина, калибр и категория прочности бриделей;

определяются масса якорей и усилия предварительной обтяжки якорных линий;

выполняются расчеты максимальных усилий в бриделях под действием внешних нагрузок от природных факторов, возможных 1 раз в 100 лет;

определяются коэффициенты безопасности, и выполняется их сравнение с нормируемыми;

по результатам сравнения корректируются параметры системы якорного позиционирования и, в случае необходимости, производится повторный расчет;

расчеты выполняются до тех пор, пока не будет достигнута хорошая сходимость значений действующих и допускаемых усилий.

**4.2.8** Для проведения расчетов системы якорного позиционирования следует использовать программное обеспечение, имеющее Свидетельство о типовом одобрении Регистра.

**4.2.9** Регистру должна быть представлена документация в соответствии с требованиями 4.2.2 и 4.2.3 части III «Устройства, оборудование и снабжение ПБУ/МСП» Правил ПБУ/МСП.



**4.2.10** Конструкция системы должна соответствовать требованиям 4.3 части III «Устройства, оборудование и снабжение ПБУ/МСП» Правил ПБУ/МСП.

**4.2.11** Оборудование (лебедки, устройства для натяжения, киповые планки и направляющие устройства) и посты управления системы должны отвечать требованиям 4.4 и 4.8, соответственно, части III «Устройства, оборудование и снабжение ПБУ/МСП» Правил ПБУ/МСП.

### 4.3 ЯКОРЯ

**4.3.1** Для удержания ПНК в зависимости от грунта могут использоваться свайные, плужные, вакуумные, гравитационные, выстреливаемые и взрывные якоря, а также якоря судового типа.

**4.3.1.1** Свайные якоря обеспечивают противодействие вертикальной и горизонтальной нагрузкам, их устанавливают с использованием молотов, бурением и вымыванием струей воды под давлением.

**4.3.1.2** Плужные якоря изготавливаются методом сварки из листовых деталей, они обладают высокой держащей силой в глинистых и илистых грунтах.

**4.3.1.3** Вакуумные якоря – кессоны используют на мягких и средних грунтах, они заглубляются откачкой воды из кессона.

**4.3.1.4** Гравитационные якоря представляют собой железобетонные/стальные и бетонные массивы, держащая сила которых по всем направлениям примерно равна весу в воде.

**4.3.1.5** Взрывные якоря используются на мелководье, они внедряются в грунт выстрелом или серией взрывов и разворачиваются натяжением якорной линии в положение наибольшего сопротивления нагрузке.

**4.3.1.6** Якоря судового типа, заглубляемые при волочении, применяются для нетвердых грунтов.

**4.3.2** Якоря подразделяются:

по направлению действия (кругового и направленного);

по принципу действия (гравитационные, свайные и кольцевые);

по материалу (стальные и железобетонные);

по конструкции (монолитные, сборные, понтоны, фермы и составные).

В свою очередь, гравитационные якоря подразделяются:

по форме поперечного сечения (пирамидальные, сегментные, грибовидные, плитовидные и «лягушка» с одним или двумя ножами);

по массе: малые (до 50 т), средние (от 50 до 100 т), большие (от 100 до 300 т) и сверхбольшие (от 300 до 900 т).

**4.3.3** Характеристики якорей должны выбираться в зависимости от величины передаваемой на них нагрузки, свойств грунта, коэффициентов запаса устойчивости против сдвига (1,05 — 1,3) и опрокидывания (1,1 — 1,4). При этом учитываются недопустимость смещения якоря в процессе эксплуатации и требования к точности установки (как правило, 5 % глубины моря, если нет дополнительных требований к точности установки).

При выборе типа якоря должны быть учтены также характеристики технических средств, которые могут быть применены при его транспортировке и установке.

**4.3.4** Масса якоря должна определяться величиной держащей силы с учетом коэффициента надежности, принимаемого по нормативной документации, и зависит от типа и формы якоря, характеристик грунта и действующей нагрузки.

**4.3.5** Держащая сила якоря должна обеспечивать сопротивление его сдвигам и поворотам под действием внешних сил за счет его конструкции и схемы передачи усилий на якорь от бриделя.

**4.3.6** Нагрузка, передаваемая на якорь, характеризуется величиной расчетного усилия в бриделе на уровне дна и углом подхода его к поверхности грунта, которые определяются расчетом системы удержания ПНК.

#### 4.4 БРИДЕЛИ

**4.4.1** Бридели, служащие для передачи нагрузки к якорю, могут состоять из якорной цепи, стального троса, синтетических тросов или их сочетания. Для удержания крупных ПНК, как правило, используются цепные бридели, иногда — с вставками из стального троса.

**4.4.2** Для цепных бриделей могут применяться цепи категорий 1, 2, 3, а также R3, R3S, R4, R4S и R5 согласно разд. 7 части XIII «Материалы» Правил классификации.

**4.4.3** Калибр бриделя определяется из максимальных расчетных нагрузок на ПНК.

**4.4.4** В системе якорного позиционирования могут использоваться длинные и короткие бридели.

**4.4.5** Для железобетонных гравитационных якорей угол между бриделем и горизонтальной плоскостью в точке его крепления к якорю  $\alpha \leq 15 - 20^\circ$ . При этом в расчете необходимо учитывать вертикальную составляющую усилия, передаваемого на якорь, и соответствующее снижение его держащей силы.

**4.4.6** Для уменьшения угла  $\alpha$  и для увеличения демпфирующих свойств бриделя возможно использование подвесных грузов.

**4.4.7** Жесткость бриделя определяется как отношение приращения горизонтальной силы к вызванному им перемещению верхнего конца бриделя. Жесткость зависит от глубины места, длины бриделя, его начального натяжения и погонного веса.

#### 4.5 РАСЧЕТНЫЕ НАГРУЗКИ

**4.5.1** Расчетные внешние нагрузки для проектирования системы якорного позиционирования определяются в соответствии с разд. 3 части II «Корпус».

**4.5.2** Реакция ПНК на внешние воздействия может быть условно разделена на четыре диапазона частот:

квазистатический или нулевой частоты, обусловленный уровнем моря, осредненным ветром и течением;

медленно меняющийся (низкочастотный), вызванный порывами ветра и волновыми силами второго порядка (силами дрейфа) и течения;

среднечастотный, обусловленный волновыми силами первого порядка и дифракцией;

высокочастотный (включая резонансы вертикальной, килевой и бортовой качек), связанный с волновыми эффектами высшего порядка и выражающийся в продольной и поперечной вибрациях линий.

Первые два процесса могут быть условно причислены к статическим, а последние два – к динамическим. При статической постановке задачи принимается, что натяжение линии зависит только от координат концов линии, при динамической – дополнительно от их скоростей и ускорений.

**4.5.3** Для ПНК следующие параметры являются критическими:

максимальные и минимальные натяжения линий;

горизонтальные, вертикальные и угловые перемещения ПНК и его ускорения при воздействии ветра, течения и волнения;

перемещения подвижного соединения магистрального трубопровода с ПНК;

параметры, влияющие на усталостную прочность линий (моменты спектров перемещений нулевого, второго и четвертого порядков).

**4.5.4** В целях длительного удержания угла изгиба и поворота донного гибкого узла жесткой трубы в пределах  $1—2^\circ$  рекомендуется обеспечить в первом приближении горизонтальное среднее перемещение (статика + дрейф), равное  $2—4\%$  глубины моря под днищем ПНК (меньшая цифра относится к глубинам  $600—1000$  м, большая — к глубинам менее  $100$  м, на глубинах  $100—600$  м — линейное интерполирование).

В целях исключения выхода на ограничение по углам деформаций скользящих соединений трубы от горизонтальной и вертикальной качек, а также обеспечения амплитуды угловых колебаний донного гибкого соединения в пределах  $4,5—6^\circ$  рекомендуется в первом приближении обеспечить горизонтальное максимальное перемещение (динамика) под днищем  $8—12\%$  глубины моря с теми же соотношениями глубин.

При наличии гибкой трубы допустимые горизонтальные смещения (% от глубины под днищем, при тех же соотношениях глубин):

средние:  $3—5$  и  $5—10$ ;

максимальные:  $10—15$  и  $15—30$ .

**4.5.5** Помимо факторов и внешних нагрузок, представленных в части II «Корпус», должны учитываться температуры воздуха и воды, обрастание микроорганизмами, а также все виды качки ПНК и комплекса FSPM-ПНК (вертикальная, бортовая, килевая, поперечно-горизонтальная, продольно-горизонтальная, рыскание).

**4.5.6** Для комплекса FSPM-ПНК должны дополнительно рассматриваться различные состояния загрузки ПНК (разное количество продукции и жидкого балласта) и рассчитываться предельные условия швартовки и отгрузки, т.е. стоянки ТС на точке.

**4.5.7** Учитывая особую чувствительность системы якорного позиционирования к резонансным колебаниям на частотах внешних природных воздействий, особое

внимание должно уделяться оценке резонансных колебаний при определении расчетных нагрузок, в частности:

поперечно-горизонтальных колебаний и рыскания пришвартованного ТС;

продольно-горизонтальной качки ТС;

килевой качки корпуса и комплекса FSPM-ПНК, которая может вызвать образование «змеек» в цепях с провесом;

вертикальной качки FSPM с пришвартованным ТС (или без него), вызывающей изменение натяжения якорной линии;

рыскания FSPM с пришвартованным ТС (или без него), включая мгновенные нагрузки на туго натянутую якорную линию.

Кроме того, должны быть учтены вторичные факторы, которые могут вызвать резонанс:

удар о встречную волну при расчете волновых нагрузок в прибрежной полосе в зоне всплеска (FSPM полностью находится в зоне всплеска);

изменение направления скоростей частиц воды при совместном действии течения и волнения;

динамические возбуждения, возникающие из-за вихреобразований при высоких скоростях течения.

**4.5.8** В связи со сложностью разработки теоретических методов таких расчетов рекомендуется наряду с расчетными способами определять качку и нагрузку путем модельных испытаний. При этом должно быть учтено следующее:

уменьшение влияния демпфирования в натуральных условиях по сравнению с модельным экспериментом;

влияние обрастания на волновое сопротивление и силы инерции;

влияние резонанса на провис якорных цепей.

**4.5.9** Конструкция системы якорного позиционирования должна быть такой, чтобы неожиданный выход из строя какой-либо из якорных линий не приводил к последовательному выходу из строя остальных линий и системы удержания в целом.

**4.5.10** Элементы системы якорного позиционирования должны проектироваться с учетом соответствующих коэффициентов безопасности и с использованием методик, позволяющих выявить экстремальные условия нагрузки для каждого элемента.

Коэффициенты безопасности должны приниматься в соответствии с режимами и состояниями, указанными в 1.2.2 и 1.2.3 части IV «Остойчивость» Правил ПБУ/МСП.

В первом приближении можно воспользоваться коэффициентами, приведенными в табл. 4.3.10 и 4.3.11 части III «Устройства, оборудование и снабжение ПБУ/МСП» Правил ПБУ/МСП, которые могут быть уменьшены с учетом условий эксплуатации, назначения ПНК и типа якорной линии.

При этом коэффициенты безопасности для бриделей должны приниматься в зависимости от статической разрывной прочности. Коэффициенты безопасности для якорей должны приниматься в зависимости от их держащей способности.

**4.5.11** Максимальное натяжение  $T_{max}$  при значении коэффициента безопасности  $SF$  определяется по формуле

$$SF = PB/T_{max}, \quad (4.5.11-1)$$

где  $PB$  – минимальный расчетный предел прочности якорной линии.

Максимальные перемещения ПНК должны удовлетворять условию

$$x_{ult}/x \geq k, \quad (4.5.11-2)$$

- где  $x_{ult}$  – предельные значения перемещений ПНК, устанавливаемые требованиями проекта и инструкциями по эксплуатации оборудования;
- $x$  – максимальные расчетные перемещения для рассматриваемого расчетного режима эксплуатации;
- $k$  – коэффициент безопасности, значения которого допускается принимать при квазистатическом методе расчета равным 1,15 и при динамическом методе расчета равным 1,05.

**4.5.12** Определенный расчетами уровень усталостной долговечности элементов якорных линий должен быть не менее трехкратного расчетного срока службы системы якорного позиционирования.

**4.5.13** Расчет суммарных усилий от ветра, течения и волнения должен производиться при различных углах между ними и с учетом динамики действия волн. Расчеты углов поворота корпусов и горизонтальных перемещений при качке ПНК и ТС, а также отклонения горизонтальной силы, действующей на бридель, должны производиться по признанной Регистром методике и сертифицированной им программе.

**4.5.14** Кроме вышеуказанных нагрузок необходимо учитывать начальное натяжение якорных линий.

**4.5.15** С учетом воздействия на бридель максимальных суммарных нагрузок от начального натяжения, ветра, волнения и течения должен быть выбран калибр якорной цепи, запас прочности которой следует принимать не менее 1,5.

**4.5.16** Прочность элементов крепления системы якорного позиционирования (цепные клюзы и стопоры) комплекса должна на 30 % превышать прочность самого слабого звена в составе якорной линии.

**4.5.17** При глубинах менее 70 м расчет высокочастотных колебаний ПНК должен учитывать жесткость системы якорного позиционирования, при глубинах более 450 м должен быть выполнен динамический расчет поведения системы якорного позиционирования. в особых случаях выполнение такого расчета может потребоваться и для меньших глубин воды.

Характеристика жесткости системы якорного позиционирования должна быть определена по методике, одобренной Регистром, а программа вычислений должна быть одобрена Регистром.

#### **4.6 СИСТЕМА ДИНАМИЧЕСКОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ**

**4.6.1** Система динамического позиционирования должна соответствовать требованиям 4.9 части III «Устройства, оборудование и снабжение ПБУ/МСП» Правил ПБУ/МСП.

#### 4.7 ШВАРТОВНЫЙ ВЕРТЛЮГ

**4.7.1** Швартовный вертлюг должен обеспечить свободный поворот ПНК относительно вертикальной оси и отслеживать перемещение ошвартованного ТС.

**4.7.2** Конструкция швартовного вертлюга должна выдерживать воздействие следующих нагрузок:

швартовной линии;

собственного веса;

динамических нагрузок, возникающих в результате качки ПНК, воздействий ветра и течения.

**4.7.3** Подшипники швартовного вертлюга/турели должны иметь достаточную жесткость для исключения недопустимых отклонений.

**4.7.4** При проектировании подшипников должны учитываться следующие факторы:

пластическая деформация элементов качения и дорожек качения (несущая способность);

усталость в критических местных сечениях внешнего и внутреннего колец;

усталость болтов;

несущая способность подшипника в целом, определяемая несущей способностью болтов и поперечных сечений колец, с учетом жесткости конструкций, поддерживающих кольца (неподвижное и вращающееся).

**4.7.5** Несущая способность подшипника должна определяться с учетом равновесия сил, действующих на элементы качения, и следующих нагрузок, действующих на элементы кольца:

усилий от болтов, включая возможные усилия среза;

возможного давления в месте соединения рассматриваемого элемента и конструкции, поддерживающей кольцо;

усилий в поперечном сечении кольца (т.е. на концевых поверхностях рассматриваемого элемента).

**4.7.6** Коэффициент запаса прочности для колец подшипника должен быть не менее:

1,7 по максимальной несущей способности кольца и болтов;

1,5 по усталостной прочности (90 % вероятности) при коэффициенте нагрузки 0,7.

**4.7.7** Усилие затяжки болтов должно составлять 65 — 80 % от их предела текучести.

**4.7.8** Для болтов, используемых в условиях сильного растяжения, должно учитываться растрескивание вследствие коррозии под напряжением.

**4.7.9** Прижимные болты должны быть насколько возможно равномерно распределены по окружности.



## 4.8 ТУРЕЛЬ

**4.8.1** Турель должна обеспечить свободный поворот ПНК относительно вертикальной оси, закрепление ряда якорных линий и надежное соединение неподвижной и подвижной частей грузового трубопровода (см. 4.7.1).

**4.8.2** Дополнительно к нагрузкам, приведенным в 4.7.5, должны учитываться силы, возникающие в результате неблагоприятных условий эксплуатации якорных линий. Следует обращать особое внимание на расчетные допуски и напряжения при передаче критической нагрузки.

Конструкция опоры направляющих блоков должна выдерживать нагрузку, равную минимальной прочности при разрыве якорных линий. Номинальное эквивалентное напряжение в опорной конструкции не должно превышать 0,8 предела текучести материала.

Должны быть представлены расчеты прочности и расчеты методом конечных элементов (МКЭ), выполненные для неблагоприятной нагрузки на якорные линии.

**4.8.3** Ответственные механизмы турели должны рассматриваться в качестве основных. Компоненты и системы должны быть выбраны с запасом для того, чтобы неисправность отдельного компонента не стала причиной потери работоспособности турели.

Механизм турели в случае обесточивания должен получать питание от аварийного источника в течение 18 ч.

Система аварийного отключения должна срабатывать автоматически при обнаружении пожара и наличии предельно допустимой концентрации паров продукции до 50 % допустимого уровня в районе турели.

**4.8.4** Для контроля и управления механизмами турели или всплывающего бúa для STL необходимо представить документацию, приведенную в табл. 4.8.4.

Таблица 4.8.4

Наименование	Механизмы турели	Механизмы STL
Описание функций	+	+
Блок-схемы системы (Т)	–	+
Схема системы	–	+
Расположение источника питания (Т)	+	+
Чертеж расположения (Т)	+	+
Список приборов и оборудования (Т)	+	+
Таблицы данных об окружающей среде	+	+
Программа испытаний применяемого производителем программного обеспечения (Т)	+	+
Руководство по эксплуатации <sup>1</sup>	–	+
Принципиальные схемы входных и выходных цепей	–	+

<sup>1</sup> Копия должна быть представлена только для информации.  
Примечание. Т – также требуется для типовых одобренных схем.

## 5 ШВАРТОВНОЕ УСТРОЙСТВО

### 5.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

**5.1.1** Швартовное устройство на самоходных ПНК должно соответствовать требованиям разд. 4 части III «Устройства, оборудование и снабжение» Правил классификации.

**5.1.2** Должны быть обеспечены следующие виды швартовки ТС:

кормовая с гибкими швартовными тросами;

бортовая с гибкими швартовными тросами.

**5.1.3** На каждом ПНК должно иметься швартовное устройство, обеспечивающее подтягивание ТС и его удержание на определенном расстоянии.

**5.1.4** При определении характеристик швартовного устройства рекомендуется учитывать следующие условия:

комплексное решение вопросов швартовки и грузовых операций (подход, удержание ТС у ПНК, ограничение перемещений при выполнении грузовых операций);

постоянный контроль швартовных и грузовых операций с учетом динамических воздействий внешних сил;

простоту, технологичность и ремонтпригодность конструкции, наличие «слабого звена»;

размеры и расположение швартовного устройства, обеспечивающие передачу воспринимаемых нагрузок на конструкцию корпуса ПНК;

взаимное расположение устройств на ПНК, способствующее более эффективному обеспечению безопасности системы «ПНК – ТС», в том числе — снижению риска травматизма обслуживающего персонала.

**5.1.5** Состав и расположение швартовного устройства, действующие нагрузки должны определяться исходя из характеристик ТС, внешних нагрузок, ограничений условий эксплуатации, конструктивных особенностей ПНК и взаимодействующих судов.

**5.1.6** Швартовное устройство должно обеспечивать удержание пришвартованного судна при воздействии следующих факторов:

ветра;

течения;

приливов и отливов;

волн;

льда;

изменений осадки;

сгонов и нагонов.

**5.1.7** Силы, возникающие в результате изменения осадки, приливно-отливных колебаний и в ходе проведения грузовых операций, должны компенсироваться надлежащим обслуживанием швартовов, в частности, за счет установки соответствующих лебедок.

**5.1.8** Воздействие волн и льда рекомендуется принимать по результатам модельных испытаний, натурных измерений или компьютерных расчетов.

## **5.2 ИСХОДНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ РАСЧЕТОВ**

**5.2.1** Расчеты прочности швартовного устройства и подкрепляющих его конструкций корпуса должны производиться по методике, согласованной с Регистром.

## **6 БУКСИРНОЕ УСТРОЙСТВО**

**6.1** Буксирное устройство на самоходных ПНК должно соответствовать требованиям разд. 5 части III «Устройства, оборудование и снабжение» Правил классификации.

**6.2** ПНК должны быть оборудованы устройством для аварийной буксировки в соответствии с 5.7 части III «Устройства, оборудование и снабжение» Правил классификации.

## 7 ОТБОЙНОЕ УСТРОЙСТВО

**7.1** Отбойное устройство должно выдерживать скользящие удары ТС в грузу или в балласте и обеспечивать отсутствие образования искр при контакте.

**7.2** Размеры и расположение отбойного устройства рекомендуется выбирать таким образом, чтобы оно обеспечивало защиту от ТС разных типов с учетом высоты прилива.

**7.3** На ПНК, если предполагается швартовка вспомогательных судов, должны быть предусмотрены кранцы, предохраняющие корпус ПНК от повреждений.

**7.4** Характеристики, конструкция и расположение отбойного устройства и кранцев должны соответствовать требованиям 4.1.3.2 части XV «Оценка безопасности ПБУ/МСП» Правил ПБУ/МСП.

**7.5** В качестве отбойных устройств рекомендуется использовать конструкции из резиновых амортизаторов повышенной энергоемкости различного типа, например, цилиндрических амортизаторов торцевого сжатия или амортизаторов специального профиля (V-образных, M-образных).

**7.6** Узлы крепления отбойных устройств должны включать предохранительный элемент («слабое звено»), исключающий повреждения этих устройств при случайных перегрузках.

**7.7** Прочность отбойного устройства должна определяться в соответствии с указаниями, изложенными в [5.2](#).

**7.8** Параметры отбойных устройств следует принимать с учетом следующих принципов:

- энергоемкости, силы реакции и деформации отбойного устройства, учитывающих ударную энергию, определенную в соответствии с 3.17.1 части II «Корпус»;

- необходимости индивидуального проектирования для конкретных условий;

- применения медленно восстанавливаемых конструкций, обладающих высокой энергоемкостью при небольшой силе реакции и низком давлении на борт швартуемого судна, а также способности к рассеиванию (диссипации) энергии удара судна с передачей нагрузок на конструкции корпуса ПНК;

- низкого коэффициента трения и устойчивости к срезающим нагрузкам;

- простоты, технологичности и ремонтпригодности;

- оборудования системой контроля условий швартовки судна и средствами, предотвращающими повреждения его корпуса при случайных перегрузках.

## 8 ПОСАДОЧНОЕ УСТРОЙСТВО

**8.1** Каждый ПНК должен быть оборудован посадочным устройством, обеспечивающим доступ на ПНК и его покидание в любое время с учетом соответствующих ограничений (высота волны, скорость ветра и т.д.).

**8.2** Для ПНК дополнительно должны быть разработаны методы и технические средства для экстренной эвакуации в аварийных ситуациях.

**8.3** Должны быть обеспечены два способа доставки/эвакуации персонала: судами и вертолетом.

**8.4** Рекомендуется основным вариантом доступа на приподнятые над водой ПНК считать грузовой кран с клетью для транспортировки людей, на низко расположенные FSPM — вертикальный трап.

**8.5** Пересадка людей должна быть обеспечена, по крайней мере, при следующих условиях:

скорости ветра 8 — 12,5 м/с;

высоты волн 3%-ной обеспеченности 0,75 — 1,25 м (3 балла);

скорости течения до 1 уз.

**8.6** Посадочное устройство должно располагаться с двух бортов ПНК.

**8.7** Посадочное устройство не должно мешать безопасному подходу судов водоизмещением менее 2500 т при скорости до 1 уз и выдерживать соответствующие нагрузки от навала судна без повреждения отдельных элементов и конструкции в целом.

**8.8** Следует исключить воздействие льда на посадочное устройство в нерабочем положении.

## **9 СИГНАЛЬНЫЕ МАЧТЫ**

**9.1** Конструкция сигнальных мачт, предназначенных для несения сигнальных средств и антенн, должна соответствовать разд. 6 части III «Устройства, оборудование и снабжение» Правил классификации.

## **10 ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ УСТРОЙСТВА**

**10.1** Грузоподъемные устройства ПНК должны соответствовать требованиям Правил по грузоподъемным устройствам морских судов.



## 11 УСТРОЙСТВО И ЗАКРЫТИЕ ОТВЕРСТИЙ В КОРПУСЕ, НАДСТРОЙКАХ И РУБКАХ

**11.1** Требования распространяются на устройство и закрытие отверстий, расположенных выше предельной линии погружения ПНК. Предельная линия погружения является линией пересечения поверхности палубы переборок (или ее продолжения) с наружной поверхностью бортовой обшивки у борта.

**11.2** Устройство и закрытие отверстий в корпусе, надстройках и рубках ПНК, которому назначен минимальный надводный борт, должны удовлетворять требованиям Регистра для судов неограниченного района плавания, приведенным в разд. 7 части III «Устройства, оборудование и снабжение» Правил классификации и разд. 8 части III «Устройства, оборудование и снабжение» Правил ПБУ/МСП, в той мере, в которой они применимы для рассматриваемого ПНК.

**11.3** Высота комингсов отверстий для дверей, сходных, световых и вентиляционных люков, а также вентиляционных труб и средства их закрытия должны определяться с учетом требований к остойчивости ПНК как в неповрежденном, так и в поврежденном состоянии.

Крышки сходных люков должны быть водонепроницаемыми и иметь быстросрабатывающие устройства для задривания и открывания, а также систему индикации их положения.

**11.4** Для доступа в цистерны и коффердамы должны быть установлены непроницаемые горловины размером в свету не менее 500 × 600 мм.

**11.5** В посту управления швартовными и грузовыми операциями иллюминаторы должны иметь электрообогрев и стеклоочистители. Иллюминаторы в этом посту должны быть оборудованы системой обмыва стекол и светофильтрами.

**11.6** Устройства и закрытия отверстий в переборках деления ПНК на отсеки должны удовлетворять требованиям 7.12 части III «Устройства, оборудование и снабжение» Правил классификации.

Двери в этих переборках должны иметь дистанционное управление из центрального поста на палубе, находящегося над аварийной ватерлинией после затопления.

В надстройках должны быть установлены водогазонепроницаемые стальные двери, во внутренних помещениях – двери, удовлетворяющие требованиям 2.1.3.1 части VI «Противопожарная защита» Правил классификации.

Выбивные филенки дверей, используемых как аварийный выход, должны иметь размер не менее 400 × 500 мм.

## 12 УСТРОЙСТВО И ОБОРУДОВАНИЕ ПОМЕЩЕНИЙ

**12.1** Устройство и оборудование помещений должны соответствовать требованиям разд. 8 части III «Устройства, оборудование и снабжение» Правил классификации для грузовых судов.

**12.2** Ширина наклонных трапов должна быть не менее 600 мм (между тетивами), угол наклона — не более 55° (в грузовых танках — 60°), в исключительных случаях допускается 65°. Ширина вертикальных трапов должна быть не менее 300 мм, а ширина скоб-трапов — не менее 250 мм.

**12.3** Средства доступа в грузовые танки должны соответствовать требованиям 7.14.2 части III «Устройства, оборудование и снабжение» Правил классификации.

**12.4** Леерное ограждение открытых палуб и рабочих площадок должно иметь высоту 1100 мм и 4 ряда, во внутренних помещениях — высоту 1000 мм и 3 ряда.

**12.5** Палубные механизмы и приборы должны иметь чехлы.

**12.6** Запасные части и приспособления должны быть приняты в объеме, определенном поставщиками в технических условиях (ТУ) на поставку механизмов, аппаратов и другого оборудования, а по устройствам и системам — в объеме, определенном Регистром и действующими нормативными документами.

ЗИП должны быть размещены в кладовых, шкафах, ящиках и на полках, а также на берегу.

**12.7** Требования к посту управления швартовными и грузовыми операциями и центральному посту управления (ЦПУ) регламентированы в части VII «Механические установки» и части XV «Автоматизация».

### **13 АВАРИЙНОЕ СНАБЖЕНИЕ**

**13.1** Необходимость и комплектность аварийного снабжения ПНК определяются судовладельцем самостоятельно с учетом района эксплуатации ПНК, его размерений, а также требований национальных стандартов.

**13.2** Аварийное и противопожарное имущество и инвентарь должны храниться в специально оборудованных помещениях со свободным доступом.

Российский морской регистр судоходства

**Правила классификации и постройки  
морских плавучих нефтегазовых комплексов  
Часть III  
Устройства, оборудование и снабжение**

ФАУ «Российский морской регистр судоходства»  
191186, Санкт-Петербург, Дворцовая наб., 8  
[www.rs-class.org/ru/](http://www.rs-class.org/ru/)