

# ПРАВИЛА

## КЛАССИФИКАЦИИ, ПОСТРОЙКИ И ОБОРУДОВАНИЯ ПЛАВУЧИХ БУРОВЫХ УСТАНОВОК И МОРСКИХ СТАЦИОНАРНЫХ ПЛАТФОРМ

### ЧАСТЬ X ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

НД № 2-020201-019



Санкт-Петербург  
2022

# **ПРАВИЛА КЛАССИФИКАЦИИ, ПОСТРОЙКИ И ОБОРУДОВАНИЯ ПЛАВУЧИХ БУРОВЫХ УСТАНОВОК И МОРСКИХ СТАЦИОНАРНЫХ ПЛАТФОРМ**

---

Правила классификации, постройки и оборудования плавучих буровых установок (ПБУ) и морских стационарных платформ (МСП) Российского морского регистра судоходства (РС, Регистр) утверждены в соответствии с действующим положением и вступают в силу 1 июля 2022 года.

Настоящее издание Правил составлено на основе издания 2018 года с учетом изменений и дополнений, подготовленных к моменту переиздания.

Правила устанавливают требования, специфичные для ПБУ и МСП, учитывают рекомендации Кодекса постройки и оборудования плавучих буровых установок (Кодекс ПБУ), принятого Ассамблеей ИМО 2 декабря 2009 г. (резолюция ИМО А.1023(26)).

В Правилах учтены процедурные требования, унифицированные требования, унифицированные интерпретации и рекомендации Международной ассоциации классификационных обществ (МАКО) и соответствующие резолюции Международной морской организации (ИМО).

Правила состоят из следующих частей:

- часть I «Классификация»;
- часть II «Корпус»;
- часть III «Устройства, оборудование и снабжение ПБУ/МСП»;
- часть IV «Остойчивость»;
- часть V «Деление на отсеки»;
- часть VI «Противопожарная защита»;
- часть VII «Механические установки и механизмы»;
- часть VIII «Системы и трубопроводы»;
- часть IX «Котлы, теплообменные аппараты и сосуды под давлением»;
- часть X «Электрическое оборудование»;
- часть XI «Холодильные установки»;
- часть XII «Материалы»;
- часть XIII «Сварка»;
- часть XIV «Автоматизация»;
- часть XV «Оценка безопасности ПБУ/МСП»;
- часть XVI «Сигнальные средства»;
- часть XVII «Спасательные средства»;
- часть XVIII «Радиооборудование»;
- часть XIX «Навигационное оборудование»;
- часть XX «Оборудование по предотвращению загрязнения».

Настоящие Правила дополняют Правила классификации и постройки морских судов и Правила по оборудованию морских судов.

**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 |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------|
| <a href="#">Пункт 2.11.6</a>    | Уточнены требования к электрическому оборудованию и кабелям во взрывоопасных зонах                                                                                                                                     | 315-23-1876ц от 14.12.2022                              | 01.01.2023             |
| <a href="#">Пункт 7.9.1</a>     | Требования к наличию как стационарной системы сигнализации и обнаружения горючих газов, так и системы обнаружения и сигнализации сероводорода приведены в соответствие с положениями части VI «Противопожарная защита» | 315-23-1893ц от 14.02.2023                              | 14.02.2023             |
| <a href="#">Пункты 7.9.2</a>    | Уточнены функциональные требования к системам с учетом части VI «Противопожарная защита»                                                                                                                               | 315-23-1893ц от 14.02.2023                              | 14.02.2023             |
| <a href="#">Пункт 7.9.3</a>     | Пункт переработан; требования к отключению газоанализатора/луча частично перенесены из существующего пункта 7.9.2                                                                                                      | 315-23-1893ц от 14.02.2023                              | 14.02.2023             |
| <a href="#">Пункт 7.9.4</a>     | Уточнены требования к автоматической системе остановки оборудования с учетом части VI «Противопожарная защита»                                                                                                         | 315-23-1893ц от 14.02.2023                              | 14.02.2023             |

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

| Изменяемые<br>пункты/главы/<br>разделы                        | Информация по<br>изменениям                                                                                                                                                                       | № и дата<br>циркулярного<br>письма,<br>которым<br>внесены<br>изменения | Дата вступления<br>в силу |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| <a href="#">Пункт 7.9.5</a>                                   | Внесена редакционная правка для приведения в соответствие с новыми требованиями к системам в пункте 7.9.1                                                                                         | 315-23-1893ц<br>от 14.02.2023                                          | 14.02.2023                |
| <a href="#">Пункт 9.2.1</a>                                   | Уточнены требования к доступу в помещения аварийных источников энергии с учетом части XI «Электрическое оборудование» Правил классификации и постройки морских судов, Кодекса ПБУ 2009 и СОЛАС-74 | 315-23-1846ц<br>от 07.11.2022                                          | 01.01.2023                |
| <a href="#">Пункт 9.2.3</a>                                   | Уточнены требования к размещению помещений аварийных источников энергии с учетом части XI «Электрическое оборудование» Правил классификации и постройки морских судов и Кодекса ПБУ 2009          | 315-23-1893ц<br>от 14.02.2023                                          | 14.02.2023                |
| <a href="#">Пункт 9.6.7</a>                                   | Уточнены требования к перечню электрического оборудования, которое должно продолжать действовать после аварийного отключения                                                                      | 315-23-1815ц<br>от 05.09.2022                                          | 01.10.2022                |
| Пункты <a href="#">16.8.1.1</a><br>и <a href="#">16.8.1.2</a> | Уточнены требования к минимальным значениям площади поперечного сечения жил и общие требования к кабелям                                                                                          | 315-23-1876ц<br>от 14.12.2022                                          | 01.01.2023                |
| <a href="#">Пункт 18.1.1</a>                                  | Уточнены требования к минимальным значениям площади поперечного сечения жил и общие требования к кабелям                                                                                          | 315-23-1876ц<br>от 14.12.2022                                          | 01.01.2023                |

## **1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

### **1.1 ОБЛАСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ**

**1.1.1** Требования настоящей части распространяются на электрическое оборудование механических (энергетических) установок, а также систем и устройств плавучих буровых установок и морских стационарных платформ (ПБУ и МСП), подлежащих техническому наблюдению Регистра, а также на отдельные виды электрического оборудования в соответствии с [1.3](#).

**1.1.2** Применимые требования настоящей части следует распространять также на стационарно установленное электрическое оборудование, не указанное в [1.3](#), но способное отрицательно повлиять на работу ответственных механизмов и устройств, в случаях их неисправностей или аварий.

## **1.2 ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ПОЯСНЕНИЯ**

**1.2.1** Определения и пояснения, относящиеся к общей терминологии Правил ПБУ/МСП, указаны в Общих положениях о классификационной и иной деятельности.

В настоящей части приняты следующие определения.

**Аварийное освещение** – освещение помещений и пространств ПБУ или МСП светильниками, получающими питание от аварийного или аварийного переходного источника электрической энергии.

**Аварийный источник электрической энергии** – источник электрической энергии, предназначенный для питания необходимых потребителей при исчезновении напряжения на главном распределительном щите (ГРЩ).

**Аварийный переходный источник электрической энергии** – источник электрической энергии, предназначенный для питания необходимых потребителей с момента исчезновения напряжения на шинах ГРЩ до момента включения на шины АРЩ аварийного генератора.

**Безопасное напряжение** – напряжение, не представляющее опасности для персонала. Это условие считается выполненным, если обмотки трансформаторов, преобразователей и других устройств для понижения напряжения являются электрически раздельными и пониженное напряжение этих устройств или источников электрической энергии не превышает:

50 В между полюсами при постоянном токе; или

50 В между фазами или между фазами и корпусом при переменном токе.

**Главные механизмы ПБУ или МСП** – приводные механизмы генераторов основного источника электрической энергии ПБУ или МСП.

**Закрытые пространства** – пространства, ограниченные перекрытиями и/или палубами и переборками, которые могут иметь двери или окна.

**Заземление** – преднамеренное электрическое соединение заземляемой части электрического оборудования с корпусом платформы, имеющее сопротивление не выше 0,02 Ом.

**Зона защиты молниезащитного устройства** – область, внутри которой пространство платформы защищено от прямых ударов молнии.

**Корпус ПБУ или МСП** – все металлические части ПБУ или МСП, имеющие надежное электрическое соединение с наружной металлической обшивкой.

**Молниеуловитель** – верхняя часть молниезащитного устройства, предназначенная для непосредственного восприятия атмосферных разрядов.

**Минимальные комфортные условия обитаемости на ПБУ или МСП** – условия, при которых обеспечивается работа электрических вспомогательных механизмов и устройств для:

освещения;

приготовления пищи;

обогрева;

сохранения пищевых продуктов (бытовое холодильное оборудование);

системы принудительной вентиляции;

обеспечения санитарной водой;

обеспечения пресной водой.

**Неответственные устройства** – электрическое оборудование, временное отключение которого не снижает уровень безопасности ПБУ или МСП, безопасности находящихся на них людей и экологической безопасности окружающей среды.

**Основной источник электрической энергии** – источник электрической энергии, предназначенный для питания всех электрических механизмов, устройств и систем, необходимых для поддержания нормального функционирования ПБУ или МСП и нормальных

условий обитаемости на них, не прибегая при этом к использованию аварийного источника электрической энергии.

Ответственные устройства – электрическое оборудование, нормальная работа которого обеспечивает безопасность эксплуатации ПБУ или МСП, безопасность находящихся на них людей и экологическую безопасность окружающей среды. К таким устройствам относятся устройства, перечисленные в [1.3.2.1](#).

Полузакрытые пространства – пространства, где естественные условия вентиляции значительно отличаются от условий на открытых палубах из-за наличия таких конструкций, как перекрытия, ветроотбойники и переборки, которые так установлены, что естественное рассеивание (дисперсия) газа может не происходить.

Посты управления – помещения и пространства, в которых должно располагаться следующее оборудование и устройства (в полной или неполной комплектации):

- системы управления и нормальной остановки механизмов и устройств технологических процессов;

- система аварийной остановки механизмов и устройств (включая технологические механизмы и устройства);

- пульта управления основным источником электрической энергии;

- пульт управления вспомогательными механизмами и дистанционно управляемыми клапанами трубопроводов;

- система радиосвязи и система внутренней связи, включая систему авральной сигнализации;

- центральная станция пожарной сигнализации и сигнализация обнаружения взрывоопасных концентраций газов;

- пост дистанционного управления средствами объемного пожаротушения;

- пост непосредственного управления средствами объемного пожаротушения;

- пост управления аварийным источником электрической энергии.

Специальные электрические помещения – помещения, предназначенные исключительно для электрического оборудования и доступные только для обслуживающего персонала.

### 1.3 ОБЪЕМ ТЕХНИЧЕСКОГО НАБЛЮДЕНИЯ

#### 1.3.1 Общие положения.

Общие положения, относящиеся к порядку классификации, техническому наблюдению за постройкой ПБУ или МСП и изготовлением оборудования и освидетельствованиям, изложены в части I «Классификация».

#### 1.3.2 Техническое наблюдение за электрическим оборудованием на ПБУ или МСП.

1.3.2.1 Техническому наблюдению на ПБУ или МСП подлежат следующие виды ответственного оборудования, систем и устройств:

- .1 гребная электрическая установка самоходной ПБУ и электрическое и электронное оборудование систем динамического позиционирования;
- .2 основные, аварийные и аварийные переходные источники электрической энергии, а также источники бесперебойного электрического питания для ответственных систем;
- .3 силовые трансформаторы и преобразователи электрической энергии, применяемые в оборудовании, системах и устройствах, перечисленных в [1.3.2.1](#);
- .4 распределительные устройства и пульты управления и контроля;
- .5 электрические приводы механизмов, обслуживающих работу главных механизмов, приводы механизмов подъема и спуска самоподъемных ПБУ, рулевых устройств, винтов регулируемого шага, подруливающих устройств, насосов систем погружения и всплытия полупогружных ПБУ, погружных насосов СПБУ и подъемных устройств забортных трубопроводов этих насосов, якорных и швартовых механизмов, механизмов спусковых устройств шлюпок и плотов, компрессоров пускового воздуха и воздуха для систем управления и звуковых сигналов, осушительных и балластных насосов, насосов и устройств систем пожаротушения, механизмов водонепроницаемых и противопожарных дверей, вентиляторов машинных помещений, коффердамов, жилых и служебных помещений, вентиляторов взрывоопасных помещений и пространств, вентиляторов оборудования с видом взрывозащиты «оболочка под избыточным давлением»;
- .6 основное и аварийное освещение помещений и мест расположения ответственных устройств, путей эвакуации и низкорасположенное аварийное освещение;
- .7 габаритные и сигнально-отличительные и сигнально-проблесковые фонари;
- .8 электрические машинные телеграфы самоходных ПБУ;
- .9 служебная телефонная и громкоговорящая связь;
- .10 авральная сигнализация;
- .11 системы сигнализации обнаружения пожара и предупреждения о пуске средств объемного пожаротушения; системы обнаружения и сигнализации высоких концентраций взрывоопасных паров и газов, неисправности систем вентиляции взрывоопасных помещений и электрооборудования, находящегося под избыточным давлением воздуха, неисправности устройств подъема и спуска корпуса самоподъемных ПБУ;
- .12 сигнализация положения водонепроницаемых и противопожарных дверей; положения дистанционно управляемых клапанов систем погружения и всплытия ПБУ, опорных колонн самоподъемных ПБУ на грунте или положения основания стационарной платформы;
- .13 электрическое оборудование во взрывоопасных помещениях и пространствах;
- .14 кабельная сеть;
- .15 устройства заземления корпуса ПБУ или МСП;
- .16 молниезащитные устройства;
- .17 электрические приводы классифицируемых холодильных установок;
- .18 электрические подогреватели топлива и масла;
- .19 стационарные нагревательные и отопительные приборы;
- .20 пусковая, защитная, регулировочная и коммутационная аппаратура;

.21 другие, не перечисленные выше механизмы и устройства, – по требованию Регистра.

**1.3.2.2** Электрическое оборудование хозяйственного, бытового, технологического назначения и электрооборудование механизмов, систем и устройств, непосредственно предназначенных для бурения скважин, и не перечисленное в [1.3.2.1](#), подлежит техническому наблюдению на ПБУ или МСП в отношении:

.1 влияния работы этого оборудования на качество электрической энергии электростанции;

.2 выбора типов и сечения кабелей и проводов, а также способов прокладки кабельных трасс;

.3 сопротивления изоляции и устройств защиты.

Кроме того, в отношении выполнения требований по взрывозащищенному исполнению электрооборудования, размещаемого во взрывоопасных помещениях и пространствах, техническое наблюдение должно осуществляться в соответствии с требованиями настоящей части.

### **1.3.3 Техническое наблюдение за изготовлением электрического оборудования для ПБУ или МСП.**

**1.3.3.1** Техническому наблюдению при изготовлении подлежат следующие виды электрического оборудования, предназначенного для установок и систем, перечисленных в [1.3.2.1](#):

- .1 генераторные агрегаты;
- .2 электрические машины;
- .3 трансформаторы;
- .4 распределительные щиты;
- .5 пульты управления и контроля;
- .6 электрические муфты и тормоза;
- .7 пусковая, защитная, регулировочная и коммутационная аппаратура;
- .8 аппараты и устройства внутренней связи и сигнализации;
- .9 силовые статические преобразователи, полупроводниковые установки;
- .10 подогреватели топлива и масла;
- .11 аккумуляторы;
- .12 кабели и провода;
- .13 стационарные электрические измерительные приборы;
- .14 электрические приборы и устройства для измерения неэлектрических величин;
- .15 нагревательные и отопительные приборы;
- .16 установочная арматура;
- .17 стационарные светильники и прожекторы;
- .18 электрическое оборудование систем динамического позиционирования;
- .19 другие, не перечисленные выше виды электрического оборудования, – по требованию Регистра.

**1.3.3.2** Электрическое оборудование взрывозащищенного исполнения подлежит техническому наблюдению в отношении его взрывозащищенности со стороны компетентной организации, документы которой признаются Регистром, независимо от того, подвергается или нет данное оборудование техническому наблюдению, согласно требованиям [1.3.3.1](#).

**1.3.3.3** Объем и нормы испытаний электрического оборудования после изготовления указаны в разд. 10 части IV «Техническое наблюдение за изготовлением изделий» Правил технического наблюдения за постройкой судов и изготовлением материалов и изделий для судов. Для механизмов и устройств неотчетственного назначения возможно применение оборудования общепромышленного назначения.

## **1.4 ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ**

**1.4.1** Общие принципы, касающиеся порядка одобрения Регистром технической документации, изложены в Общих положениях о классификационной и иной деятельности. Объем технической документации по электрическому оборудованию, предъявляемый на рассмотрение Регистру по установке в целом, содержится в части I «Классификация».

**1.4.2** До начала технического наблюдения за изготовлением электрического оборудования должна быть представлена на рассмотрение Регистру по каждому виду оборудования следующая документация:

- .1** описание принципа действия и основные характеристики оборудования;
- .2** спецификация (перечень изделий), в которой указаны все используемые элементы, приборы и материалы с их техническими характеристиками;
- .3** чертежи общего вида с разрезами;
- .4** принципиальные схемы;
- .5** программа испытаний;
- .6** результаты расчета вала ротора (якоря); чертежи узлов крепления полюсов, активного железа, коллектора и т.д., а также мест сварных соединений конструкции с валом – для электрических машин с номинальным током более 1000 А;
- .7** расчет шин на динамическую и термическую устойчивость при коротких замыканиях – для распределительных щитов, если номинальный ток отдельно работающих генераторов или сумма токов параллельно работающих генераторов превышает 1000 А;
- .8** данные динамической и статической помехоустойчивости или указание способа испытания электромагнитной совместимости;
- .9** указание конкретных мер подавления помех;
- .10** чертежи общего расположения электрического оборудования во взрывоопасных зонах с указанием вида взрывозащиты, типа применяемых кабелей, их сечений и деталей соединительных коробок;
- .11** электрические схемы оборудования взрывозащищенного исполнения, схемы относящихся к ним цепей, документация, подтверждающая вид взрывозащиты;
- .12** чертежи и спецификация электрического оборудования с видом взрывозащиты «оболочка под избыточным давлением», системы сигнализации о потере избыточного давления воздуха и соответствующие схемы.

## 2 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Электрическая установка ПБУ или МСП должна быть такой, чтобы обеспечивать:

питание от основного источника электрической энергии всех электрических механизмов и устройств, обеспечивающих нормальное функционирование ПБУ или МСП, включая нормальные условия обитаемости персонала без применения аварийного источника электрической энергии;

в случае выхода из строя основного источника электрической энергии питание ответственных электрических механизмов и устройств, обеспечивающих безопасность ПБУ или МСП, от аварийного источника электрической энергии в течение заданного периода времени;

безопасность экипажа и установки в целом в условиях нормального и аварийного функционирования ПБУ или МСП.

### 2.1 УСЛОВИЯ РАБОТЫ

#### 2.1.1 Климатические условия.

2.1.1.1 В качестве номинальных рабочих температур окружающего воздуха и охлаждающей воды для электрического оборудования должны применяться указанные в [табл. 2.1.1.1](#).

Таблица 2.1.1.1

| №<br>п/п | Место расположения<br>оборудования                     | Температура окружающего воздуха и охлаждающей воды, °С |      |                        |      |
|----------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------|------------------------|------|
|          |                                                        | Неограниченный р-н                                     |      | Вне тропической зоны   |      |
|          |                                                        | воздух                                                 | вода | воздух                 | вода |
| 1        | Машинные, специальные электрические помещения, камбузы | +45 – 0                                                | + 32 | +40 – 0                | + 25 |
| 2        | Служебные, жилые и другие помещения                    | +45 – 0                                                |      | +40 – 0                |      |
| 3        | Открытые палубы                                        | +45 – –251                                             |      | +40 – –25 <sup>1</sup> |      |

<sup>1</sup> Рабочая температура для электрооборудования, устанавливаемого на открытых палубах, должна соответствовать району использования ПБУ или МСП.

Примечание. Электрические и электронные элементы и устройства, предназначенные для установки в распределительные щиты, пульты, шкафы, должны надежно работать при температуре окружающей среды до 55 °С. Температура до 70 °С не должна вызывать повреждений элементов, устройств и систем.

2.1.1.2 Электрическое оборудование должно надежно работать в условиях относительной влажности воздуха  $75 \pm 3$  % при температуре  $+ 45 \pm 2$  °С или  $80 \pm 3$  % при температуре  $+ 40 \pm 2$  °С, а также при относительной влажности воздуха  $95 \pm 3$  % при температуре  $+ 25 \pm 2$  °С.

Электрическое оборудование, устанавливаемое на открытых палубах ПБУ или МСП в районах с холодным климатом, должно надежно работать в условиях относительной влажности воздуха 85 % при температуре – 6 °С.

2.1.1.3 Конструктивные части электрического оборудования должны изготавливаться из материалов, устойчивых к воздействию морской атмосферы, или должны быть надежно защищены от вредного воздействия этого фактора.

**2.1.1.4** Если электрическое оборудование устанавливается в помещения или пространства, защищенные от воздействия окружающей среды, то допустимая окружающая температура для такого оборудования может быть снижена с 45 °С до 35 °С, при условии, что: оборудование не является аварийным и расположено вне машинных помещений;

управление температурой в помещении осуществляется, как минимум, двумя охлаждающими блоками, оборудованными таким образом, что в случае выхода из строя одного из блоков, оставшиеся способны удовлетворительно поддерживать заданную температуру в помещении;

оборудование способно в первоначальный период безопасно работать при окружающей температуре 45 °С до тех пор, пока окружающая температура не достигнет заданной меньшей величины, безопасной для оборудования. Сами охлаждающие блоки должны быть рассчитаны на окружающую температуру 45 °;

на постах с постоянным присутствием персонала обеспечена звуковая и световая сигнализация о неисправностях охлаждающих блоков.

**2.1.1.5** Для оборудования с меньшей чем 45 °С допустимой окружающей температурой, должно быть обеспечено, чтобы кабели питания этого оборудования были рассчитаны на максимальную окружающую температуру, которая может быть зафиксирована (или ожидаема) при прокладке кабеля на протяжении всей его длины.

**2.1.1.6** Оборудование, устанавливаемое для охлаждения и поддержания более низкой температуры окружающей среды (для оборудования, указанного в [2.1.1.4](#) и [2.1.1.5](#)), должно классифицироваться, как ответственное оборудование и быть объектом технического наблюдения Регистра, в соответствии с требованиями Правил ПБУ/МСП.

## **2.1.2 Механические воздействия.**

**2.1.2.1** Электрическое оборудование должно надежно работать при вибрациях с частотами от 2 до 80 Гц, а именно: при частотах от 2 до 13,2 Гц с амплитудой перемещений  $\pm 1$  мм и при частотах от 13,2 до 80 Гц с ускорением  $\pm 0,7g$ .

Электрическое оборудование, установленное на источниках вибрации (дизели, компрессоры и т.п.) или в румпельном отделении на ПБУ, должно надежно работать при вибрациях от 2 до 100 Гц, а именно: при частотах от 2 до 25 Гц с амплитудой перемещения  $\pm 1,6$  мм и при частотах от 25 до 100 Гц с ускорением  $\pm 4,0g$ .

Электрическое оборудование должно надежно работать также при ударах с ускорением  $\pm 5,0g$  и частоте в пределах от 40 до 80 уд./мин.

**2.1.2.2** Электрическое оборудование должно безотказно работать при крене:

ППБУ – до 15° длительном и до 22,5° кратковременном в любом направлении;

СПБУ – до 10° длительном и до 15° кратковременном в любом направлении;

ПБУ – до 15° длительном и дифференте на нос или корму до 5°, а также при бортовой качке до 22,5° и килевой до 7,5° от вертикали.

Аварийное электрическое оборудование должно, кроме того, надежно работать при длительном крене:

ППБУ – до 25° в любом направлении;

СПБУ – до 15° в любом направлении;

ПБУ – до 22,5° и дифференте до 10°, а также при одновременном крене и дифференте в указанных выше пределах.

**2.1.2.3** Электрическое оборудование должно обладать соответствующей механической прочностью и устанавливаться в таком месте, где нет опасности механического повреждения (см. также [2.7.4](#)).

## **2.1.3 Допускаемые отклонения параметров питания.**

**2.1.3.1** Электрическое оборудование должно быть такой конструкции, чтобы во всех случаях в установившихся режимах оно оставалось работоспособным при отклонениях напряжения питания и частоты от номинальных значений, указанных в [табл. 2.1.3.1](#) (см. также [3.1.2.2](#) и [16.8.3.3](#)).

Таблица 2.1.3.1

| Параметр электрической<br>сети | Отклонение от номинальных значений |                 |                    |
|--------------------------------|------------------------------------|-----------------|--------------------|
|                                | Длительное                         | Кратковременное |                    |
|                                | %                                  | %               | Время процесса (с) |
| Напряжение                     | + 6... -10                         | ±20             | 1,5                |
| Частота                        | ±5                                 | ±10             | 5                  |

П р и м е ч а н и е . При питании от аккумуляторной батареи: длительное изменение напряжения должно находиться в пределах от + 30 до – 25 % для оборудования, подключенного к аккумуляторной батарее и не отключаемого при ее зарядке;  
длительное изменение напряжения должно находиться в пределах от +20 до –25 % для оборудования, отключаемого от батареи во время ее зарядки.

**2.1.3.2** Для механизмов и устройств на ПБУ или МСП, за исключением механизмов и устройств ответственного назначения, допускается применение электрического оборудования общепромышленного исполнения.

## 2.2 ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ

### 2.2.1 Общие требования.

**2.2.1.1** Настоящие требования распространяются на электрическое оборудование, оборудование автоматизации, радиооборудование и навигационное оборудование ПБУ или МСП для обеспечения электромагнитной совместимости электрического и электронного оборудования ПБУ или МСП.

**2.2.1.2** Оборудование должно безотказно работать при помехах, имеющих следующие параметры:

**.1** постоянное и переменное (50 Гц) магнитное поле – в соответствии с [табл. 2.2.1.2.1](#).

Таблица 2.2.1.2.1

| Класс оборудования | Напряженность, А/м |                       |
|--------------------|--------------------|-----------------------|
|                    | Постоянное поле    | Переменное поле 50 Гц |
| 1                  | 100                | 10                    |
| 2                  | 400                | 400                   |
| 3                  | 1000               | 1000                  |

Допускается установка оборудования:

класса 1 – на расстоянии 2 м и более от мощного источника поля (шинопровод, групповой трансформатор);

класса 2 – на расстоянии 1 м и более от мощного источника поля;

класса 3 – без ограничения расстояния от любого источника поля;

**.2** гармонические составляющие напряжения по цепям питания – в соответствии с графиком высших гармоник сети, изображенным на [рис. 2.2.1.2.2](#) в логарифмическом масштабе;

**.3** электростатические разряды – с амплитудой напряжения 8 кВ;

**.4** радиочастотные электромагнитные поля в диапазоне 30 МГц – 2 ГГц со среднеквадратическим значением напряженности поля 10 В/м;

**.5** наносекундные импульсы напряжения с амплитудой 2 кВ по силовой сети питания и 1 кВ для сигнальных кабелей и кабелей управления длительностью 5/50 нс;

**.6** радиочастотные помехи по цепям проводимости в диапазоне 0,01 – 50 МГц со среднеквадратическим значением напряжения 1 В и 30 %-ной модуляцией на частоте 1 МГц;

**.7** микросекундные импульсы напряжения по цепям питания с амплитудой 1 кВ для симметричной подачи импульсов и 2 кВ для несимметричной подачи импульсов длительностью 1,2/50 мкс.

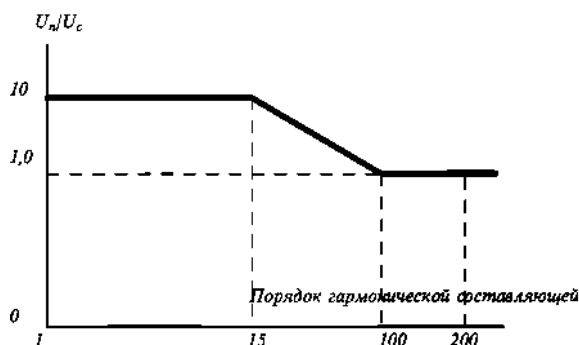


Рис. 2.2.1.2.2

График высших гармонических составляющих сети

**2.2.1.3** Значение коэффициента гармонических искажений напряжения силовой сети питания  $K_u$  не должно превышать 10 % и определяется по формуле

$$K_u = \frac{1}{U_c} \sqrt{\sum_{n=2}^{200} U_n^2} \times 100\%, \quad (2.2.1.3)$$

где  $U_c$  – действующее значение напряжения сети;  
 $U_n$  – напряжение гармонической составляющей  $n$ -го порядка;  
 $n$  – порядок высшей гармонической составляющей.

Значение  $K_u$  регламентируется для полностью укомплектованной электроэнергетической системы.

Допускается использование отдельных шин с  $K_u > 10\%$  для питания мощных источников гармонических составляющих напряжения и невосприимчивого к ним электрооборудования при условии, что указанные шины подключаются к основным шинам через фильтрующие или гальванически развязывающие устройства (см. также [2.2.2.2](#)).

**2.2.1.4** Уровни напряжения радиопомех, создаваемых оборудованием на зажимах электропитания, не должны превышать значений, указанных на [рис. 2.2.1.4](#).

**2.2.1.5** На ПБУ или МСП, для которых ограничение уровня радиопомех от силовых полупроводниковых преобразователей в соответствии с требованиями [2.2.1.4](#) не представляется возможным, сеть питания средств автоматизации, радио- и навигационного оборудования должна иметь гальваническую развязку, обеспечивающую затухание не менее 40 дБ в диапазоне частот 0,01 – 30 МГц, с сетью питания этих преобразователей.

Кабели питания оборудования с уровнями радиопомех, превышающими указанные в [2.2.1.4](#), должны прокладываться на расстоянии не менее 0,2 м от кабелей других групп оборудования при длине совместной прокладки более 1 м (см. также [2.2.2.8](#)).

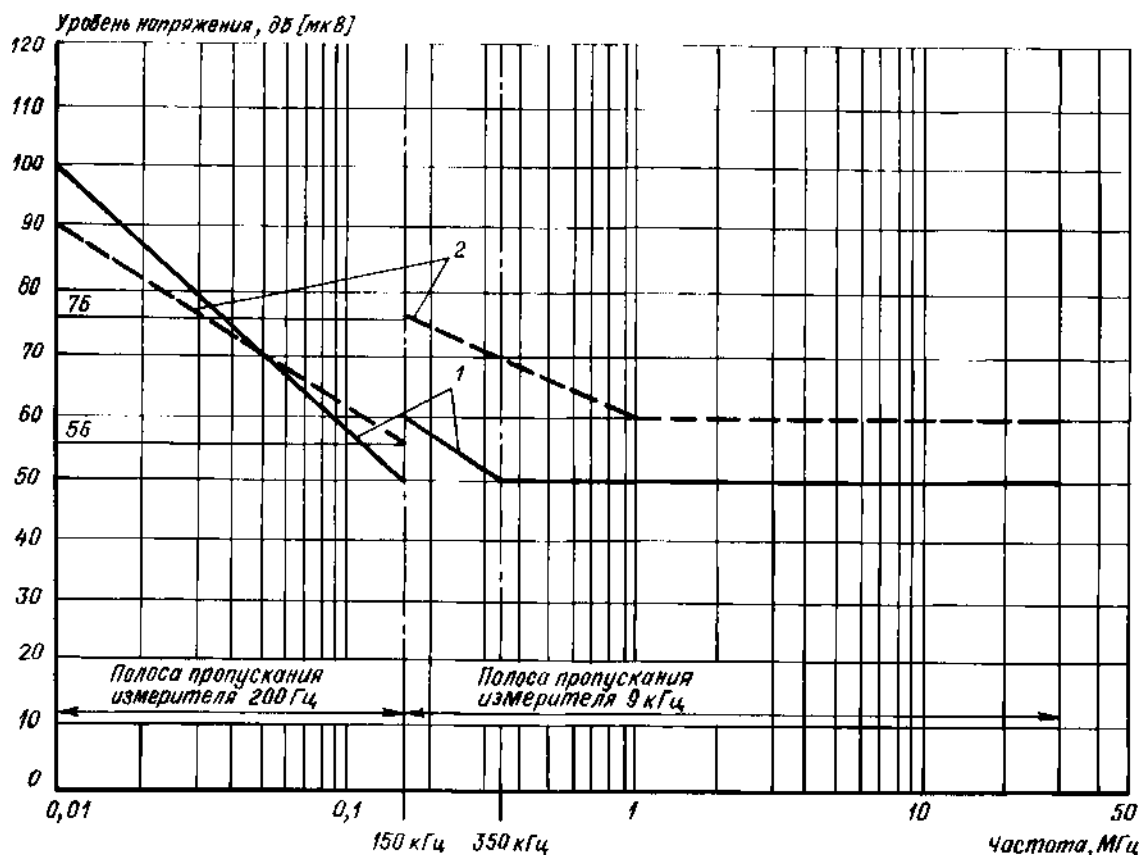


Рис. 2.2.1.4

Допустимые уровни напряжения помех:

1 — от навигационного оборудования, радиооборудования, а также электрооборудования и оборудования автоматизации, установленных на палубе рулевой рубки и выше; 2 — от оборудования, установленного ниже палубы рулевой рубки

## 2.2.2 Меры обеспечения электромагнитной совместимости.

**2.2.2.1** Для защиты радиооборудования от электромагнитных помех следует учитывать требования, содержащиеся в части IV «Радиооборудование» Правил по оборудованию морских судов.

**2.2.2.2** Для защиты электрической сети от помех следует применять помехоподавляющие устройства и средства гальванической развязки: фильтры, реакторы, разделительные трансформаторы, вращающиеся преобразователи.

**2.2.2.3** Экраны, металлическую оболочку или броню силовых кабелей следует соединять с металлическим корпусом соответствующего оборудования и заземлять как можно чаще, как минимум, на каждом конце кабеля.

**2.2.2.4** Экраны информационных сигнальных кабелей и кабелей цепей управления следует, как правило, заземлять только на одном конце на стороне блока обработки первичного сигнала. При этом кабель должен иметь внешнюю изолирующую оболочку.

**2.2.2.5** Должна обеспечиваться непрерывность экранирования, для чего экраны кабелей должны быть соединены с заземленными корпусами оборудования, в кабельных ответвительных и распределительных коробках и щитах, в проходах кабелей через переборки.

**2.2.2.6** Заземление металлических корпусов электрического и электронного оборудования должно иметь электрическое сопротивление не более 0,02 Ом, вибрационную и коррозионную устойчивость, минимально возможную длину, доступность для проверки.

**2.2.2.7** Экраны кабелей не должны использоваться в качестве обратного провода.

**2.2.2.8** Все информационные сигнальные кабели должны быть экранированными и прокладываться отдельно от неэкранированных силовых кабелей и кабелей цепей управления на расстоянии не менее 20 см. При параллельной прокладке указанное выше расстояние должно быть увеличено до 50 см. Пересечения кабелей должны выполняться под прямым углом.

**2.2.2.9** Кабели аналоговых сигналов рекомендуется прокладывать отдельно от кабелей цифровых сигналов. Следует избегать параллельной прокладки кабелей, несущих цифровые и аналоговые сигналы, в одной трассе. Если раздельная прокладка кабелей невозможна, то кабели, проводящие аналоговые сигналы с низким уровнем, следует прокладывать в стальных трубах или металлических каналах (желобах), которые должны иметь токопроводящие соединения между собой и корпусом судна. Кабели цепей электроакустических систем и подобные им должны прокладываться в металлических трубах и отдельно от других кабелей.

**2.2.2.10** Вся кабельная сеть, проложенная в помещениях, где установлено оборудование средств связи и радионавигации, а также на верхних палубах и надстройках, и не отделенных от антенн металлической палубой или металлической переборкой, должна быть выполнена экранированными кабелями с соблюдением непрерывности экранировки. При вводе кабеля питания распределительного щита радиооборудования в помещение радиорубки на его входе должен быть установлен фильтр защиты от радиопомех.

**2.2.2.11** Экраны и корпуса электрического оборудования, установленного в помещениях, где расположено радиооборудование, должны быть заземлены. Также должны быть заземлены экраны кабелей и проводов в соответствии с [2.5.3.5](#). Допускается не заземлять корпуса и экраны электрооборудования при условии, что оно не создает радиопомех и для него не требуется защитного заземления.

**2.2.2.12** При установке электрического оборудования и прокладке кабелей вблизи магнитных компасов, а также для защиты от помех другого навигационного оборудования должны учитываться требования части V «Навигационное оборудование» Правил по оборудованию морских судов.

## **2.3 МАТЕРИАЛЫ**

### **2.3.1 Конструктивные материалы.**

**2.3.1.1** Конструктивные части электрического оборудования должны изготавливаться из материалов прочных, по крайней мере, трудновоспламеняющихся, устойчивых к воздействию морской атмосферы и паров масла и топлива или должны быть надежно защищены от воздействия этих факторов.

**2.3.1.2** Винты, гайки, петли и подобные детали, предназначенные для крепления закрытий электрического оборудования, установленного на открытой палубе и в помещениях с повышенной влажностью, должны изготавливаться из коррозионностойких материалов и/или иметь надежное антикоррозионное покрытие.

**2.3.1.3** Все токоведущие части электрических устройств должны изготавливаться из меди, медных сплавов или других материалов, обладающих равноценными свойствами, за исключением:

**.1** элементов реостатов, которые должны изготавливаться из механически прочных материалов с высоким удельным сопротивлением, выдерживающих высокую температуру;

**.2** короткозамкнутых обмоток роторов асинхронных двигателей, которые допускается изготавливать из алюминия или его сплавов, стойких к морским условиям;

**.3** угольных щеток, металлокерамических контактов и других подобных частей, когда это обусловлено требуемыми свойствами;

**.4** элементов электрического оборудования, которые непосредственно присоединены к корпусу ПБУ или МСП, используемому в качестве обратного провода в локальной однопроводной системе.

### **2.3.2 Изоляционные материалы.**

**2.3.2.1** Изоляционные материалы частей, находящихся под напряжением, должны обладать соответствующей диэлектрической прочностью, быть устойчивыми против появления токов утечки по поверхности, влаго- и маслостойкими и достаточно прочными, или должны быть соответствующим образом защищены. Температура нагрева токоведущих частей и мест их соединения при номинальной нагрузке не должна превышать допустимой температуры нагрева изоляционных материалов.

**2.3.2.2** Для охлаждения неизолированных частей электрического оборудования допускается применение негорючих жидкостей с соответствующими изоляционными и теплопроводными характеристиками.

**2.3.2.3** Для изоляции обмоток машин, аппаратов и других ответственных устройств должны применяться изоляционные материалы в соответствии с национальными общепринятыми стандартами. Рекомендуется применение изоляционных материалов не ниже класса E.

**2.3.2.4** Провода, используемые для внутренних соединений электрических устройств, должны иметь изоляцию, изготовленную, по крайней мере, из трудновоспламеняющихся материалов, а у аппаратов с повышенным нагревом, а также указанных в [разд. 15](#), – из негорючих материалов.

**2.3.2.5** Изоляционные материалы, применяемые для изготовления кабелей, – см. [16.3](#).

## **2.4 КОНСТРУКТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ И СТЕПЕНЬ ЗАЩИТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

### **2.4.1 Общие требования.**

**2.4.1.1** Части, требующие замены во время эксплуатации, должны легко демонтироваться.

**2.4.1.2** При применении винтовых креплений должны быть предусмотрены меры, исключающие самоотвинчивание винтов и гаек, а в местах, требующих частого демонтажа или открытия, – также их утерю.

**2.4.1.3** Уплотнительные прокладки частей электрического оборудования (дверец, крышек, смотровых отверстий, сальников и т.п.) должны обеспечивать соответствующую степень защиты в условиях эксплуатации. Уплотнения должны быть прикреплены к кожуху или крышке.

**2.4.1.4** Кожухи, щитки и крышки электрического оборудования, расположенного в местах, доступных неспециализированному персоналу, должны открываться только с помощью инструментов или специальных ключей.

**2.4.1.5** Электрическое оборудование, в котором может происходить образование конденсата, должно снабжаться устройствами для его отвода. Внутри оборудования должны быть предусмотрены каналы, обеспечивающие отвод конденсата со всех частей оборудования. Обмотки и части под напряжением должны быть расположены или защищены таким образом, чтобы они не подвергались воздействию конденсата.

**2.4.1.6** Электрическое оборудование с принудительной вентиляцией, предназначенное для установки в нижних частях влажных помещений, должно иметь такую систему вентиляции, чтобы засасывание влаги и масляных паров внутрь оборудования было исключено.

**2.4.1.7** Если в пульте или щите управления применены измерительные приборы с подводом к ним нефти, нефтепродуктов, пара или воды, должны быть приняты меры, исключающие возможность попадания этих компонентов на части, находящиеся под напряжением, при повреждении приборов или трубопроводов.

**2.4.1.8** Переносное штатное электрическое оборудование, предназначенное для работы в особо сырых (влажных) помещениях и пространствах должно быть выполнено с применением безопасного напряжения.

**2.4.1.9** Все электрические аппараты должны быть сконструированы и установлены так, чтобы они не могли нанести травму персоналу при обслуживании и прикосновении к ним в процессе нормальной работы.

### **2.4.2 Изоляционные расстояния.**

Расстояния между частями, находящимися под напряжением с разными потенциалами, или между частями, находящимися под напряжением, и заземленными металлическими частями или наружным кожухом по воздуху и по поверхности изоляционного материала, должны соответствовать рабочим напряжениям и условиям работы устройства с учетом свойств примененных изоляционных материалов.

### **2.4.3 Внутренний монтаж.**

**2.4.3.1** Весь внутренний монтаж электрического оборудования должен быть выполнен многопроволочным проводом.

**2.4.3.2** Для внутреннего монтажа распределительных устройств, пультов управления и других устройств распределения, коммутации и т. п. должны применяться провода площадью сечения не менее 1 мм<sup>2</sup>. Для систем управления, защиты, измерения параметров, сигнализации и внутренней связи допускается применение проводов площадью сечения не менее 0,5 мм<sup>2</sup>.

Для электронных и электрических устройств преобразования и передачи слабых сигналов могут применяться провода площадью сечения не менее 0,2 мм<sup>2</sup>.

**2.4.3.3** Токоведущие части должны быть закреплены так, чтобы они не несли дополнительной механической нагрузки; причем не следует применять винты, ввинчиваемые непосредственно в изоляционный материал.

**2.4.3.4** Концы многопроволочных жил кабелей и проводов должны быть обработаны в зависимости от типа применяемого зажима или должны иметь кабельные наконечники.

**2.4.3.5** Изолированные провода должны укладываться и крепиться таким образом, чтобы не уменьшалось сопротивление изоляции и они не подвергались повреждениям вследствие электродинамических усилий, вибрации и сотрясений.

**2.4.3.6** Должны быть приняты меры, чтобы температуры, допустимые для изолированного провода в нормальных эксплуатационных условиях, или за время отключения тока короткого замыкания, не были превышены.

**2.4.3.7** Подключение изолированных проводов к клеммам или шинам должно выполняться таким образом, чтобы во всех рабочих режимах изоляция провода не подвергалась воздействию температуры перегрева.

#### **2.4.4 Степень защиты оболочек электрического оборудования.**

**2.4.4.1** В зависимости от места установки должно применяться электрическое оборудование с соответствующим защитным исполнением, или должны приниматься другие меры для защиты оборудования от вредного влияния окружающей среды и защиты персонала от поражения электрическим током.

**2.4.4.2** Минимальная степень защиты электрического оборудования, установленного в помещениях и пространствах ПБУ или МСП, должна выбираться согласно [табл. 2.4.4.2](#).

Таблица 2.4.4.2

| Место расположения электрического оборудования                                                              | Электрическое оборудование |                                                                                                            |                                                                                                                                       |                                       |                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------|
|                                                                                                             | Электрические машины,      | трансформаторы<br>Распределительные щиты,<br>пускорегулирующая аппаратура,<br>пускатели, пульты управления | Оборудование связи и сигнализации, оборудование автоматизации, установочная аппаратура (выключатели, розетки, соединительные коробки) | Нагревательные и отопительные приборы | Светильники      |
| Помещения и пространства, в которых могут образовываться взрывоопасные смеси паров, газов и пыли с воздухом | Ex<br>(см. 2.11)           |                                                                                                            | Ex<br>(см. 2.11)                                                                                                                      |                                       | Ex<br>(см. 2.11) |
| Сухие помещения, сухие жилые помещения, специальные электрические помещения                                 | IP20                       | IP20                                                                                                       | IP20                                                                                                                                  | IP20                                  | IP20             |
| Ходовой мостик, радиорубка                                                                                  | IP22                       | IP22                                                                                                       | IP22                                                                                                                                  | IP22                                  | IP22             |

| Место расположения<br>электрического<br>оборудования                                                                                                                                                                                                      | Электрическое оборудование |                                                                                                                     |                                                                                                                                                                     |                                             |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                           | Электрические<br>машины,   | трансформаторы<br>Распределительные<br>щиты,<br>пускорегулирующая<br>аппаратура,<br>пускатели, пульты<br>управления | Оборудование<br>связи и<br>сигнализации,<br>оборудование<br>автоматизации,<br>установочная<br>аппаратура<br>(выключатели,<br>розетки,<br>соединительные<br>коробки) | Нагревательные<br>и отопительные<br>приборы | Светильники |
| Служебные<br>помещения,<br>помещения рулевой<br>машины, отделение<br>холодильных машин<br>(за исключением<br>аммиачного<br>оборудования),<br>помещение аварийного<br>генератора, кладовые<br>общего назначения.<br>Буфетные,<br>провизионные<br>помещения | IP22                       | IP22                                                                                                                | IP22                                                                                                                                                                | IP22                                        | IP22        |
| Машинные и котельные<br>помещения:                                                                                                                                                                                                                        |                            |                                                                                                                     |                                                                                                                                                                     |                                             |             |
| выше настила                                                                                                                                                                                                                                              | IP22                       | IP22                                                                                                                | IP22                                                                                                                                                                | IP22                                        | IP22        |
| ниже настила                                                                                                                                                                                                                                              | IP44                       | —                                                                                                                   | IP44                                                                                                                                                                | IP44                                        | IP44        |
| посты управления<br>(сухие)                                                                                                                                                                                                                               | IP22                       | IP22                                                                                                                | IP22                                                                                                                                                                | IP22                                        | IP22        |
| закрытые помещения<br>для сепараторов                                                                                                                                                                                                                     | IP44                       | IP44                                                                                                                | IP44                                                                                                                                                                | IP44                                        | IP44        |
| Охлаждаемые<br>помещения, камбузы,<br>прачечные, ванны и<br>душевые                                                                                                                                                                                       | IP44                       | IP44                                                                                                                | IP55                                                                                                                                                                | IP44                                        | IP 44       |
| Помещения<br>технологические,<br>туннели валопроводов,<br>грузовые трюмы                                                                                                                                                                                  | IP55                       | IP55                                                                                                                | IP55                                                                                                                                                                | IP55                                        | IP 55       |
| Открытые палубы                                                                                                                                                                                                                                           | IP56                       | IP56                                                                                                                | IP56                                                                                                                                                                | IP56                                        | IP 56       |
| Пр и м е ч а н и е . Если оболочка оборудования не обеспечивает требуемой степени защиты, следует применить<br>иные методы или иное расположение оборудования для обеспечения требуемой степени защиты.                                                   |                            |                                                                                                                     |                                                                                                                                                                     |                                             |             |

**2.4.4.3** Если существует возможность попадания жидкостей на электрические панели систем управления или сигнализации, или подобное электрооборудование, необходимое для обеспечения безопасности установки, то такое оборудование должно быть выполнено с видом защиты оболочки не менее IP23.

**2.4.4.4** Дополнительные требования по степени защиты электрооборудования на напряжение свыше 1000 В указаны в [разд. 18](#).

## 2.5 ЗАЩИТНЫЕ ЗАЗЕМЛЕНИЯ НЕТОКОВЕДУЩИХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЧАСТЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Металлические корпуса электрического оборудования, работающего при напряжении, превышающем безопасное, и не обладающего двойной или усиленной изоляцией, должны иметь заземляющий зажим, обозначенный стандартным символом.

В зависимости от назначения электрического оборудования должна быть предусмотрена возможность заземления внутри или снаружи корпуса.

Дополнительные требования по заземлению электрооборудования на напряжение свыше 1000 В указаны в [разд. 18](#).

### 2.5.1 Части, подлежащие заземлению.

**2.5.1.1** Металлические части корпусов (оболочек) электрического оборудования, к которым возможно прикосновение во время эксплуатации и которые в случае повреждения изоляции могут оказаться под напряжением (за исключением указанных в [2.5.1.2](#)), должны иметь надежный электрический контакт с частью корпуса ПБУ или МСП, снабженной заземляющим зажимом (см. также [2.5.3](#)).

**2.5.1.2** Защитные заземления не требуются для следующих видов оборудования:

- .1** электрического оборудования, питаемого током безопасного напряжения;
- .2** электрического оборудования, имеющего двойную или усиленную изоляцию;
- .3** металлических частей электрического оборудования, закрепленных в изоляционном материале или проходящих сквозь него и изолированных от заземленных и находящихся под напряжением частей таким образом, что в нормальных рабочих условиях они не могут оказаться под напряжением, или соприкасаться с частями;
- .4** корпусов специально изолированных подшипников;
- .5** цоколей патронов и крепежных элементов люминесцентных ламп, абажуров и отражателей, кожухов, прикрепленных к патронам или светильникам, изготовленным из изоляционного материала, или ввинченным в такой материал;
- .6** крепежных элементов кабелей;
- .7** для одиночного потребителя с напряжением до 250 В, получающего питание от изолирующего трансформатора.

**2.5.1.3** Экранирующие оболочки и металлическая броня кабелей должны быть заземлены.

**2.5.1.4** Вторичные обмотки всех измерительных трансформаторов тока и напряжения должны быть заземлены.

### 2.5.2 Заземление конструкций на стальных ПБУ или МСП.

**2.5.2.1** Надстройки из сплавов алюминия, прикрепленные к стальному корпусу, но изолированные от него, должны заземляться не менее чем двумя специальными проводами каждый площадью сечения не менее 16 мм<sup>2</sup>, не вызывающими электролитической коррозии в месте их соединений с надстройкой и корпусом. Такие заземляющие соединения должны устанавливаться в нескольких местах по периметру надстройки, быть доступны для осмотра и защищены от повреждений.

**2.5.2.2** Все стационарно установленное механическое оборудование, трубопроводы, металлические конструкции вышек, мачт и вертолетных площадок должны быть надежно заземлены, если для указанного оборудования, или конструкций не оговорены особые условия их монтажа на ПБУ или МСП.

### 2.5.3 Заземляющие зажимы и проводники.

**2.5.3.1** Крепление к корпусу заземляющих проводников площадью сечения свыше 4 мм<sup>2</sup> должно быть выполнено болтами диаметром не менее 6 мм, для проводников площадью сечения до 4 мм<sup>2</sup> – болтами диаметром 5 мм, для крепления проводников площадью сечения до 2,5 мм<sup>2</sup> допускаются болты диаметром 4 мм. Болты не должны использоваться для других целей, кроме крепления заземляющих проводников. Болты, ввинчиваемые в материал

корпуса без гаек, должны быть из латуни или из другого коррозионностойкого материала. Место корпуса, к которому присоединяется заземляющий проводник, должно быть зачищено до металла и надежно защищено от коррозии.

**2.5.3.2** Стационарное электрическое оборудование должно быть заземлено с помощью наружных заземляющих проводников или жилой заземления в питающем кабеле. При использовании для заземления одной из жил питающего кабеля она должна присоединяться к заземляемой части оборудования внутри его корпуса.

Допускается не применять специального заземления с помощью наружных заземляющих проводников, если монтаж оборудования обеспечивает надежный электрический контакт между корпусом оборудования и корпусом ПБУ или МСП во всех эксплуатационных условиях.

Для заземления, выполняемого наружными заземляющими проводниками, должны применяться медные проводники. Можно также применять проводники из другого коррозионностойкого металла, но при условии, что его сопротивление не будет превышать сопротивления требуемого медного проводника. Площадь сечения медного заземляющего проводника должна быть не менее указанной в [табл. 2.5.3.2](#).

Таблица 2.5.3.2

| Площадь сечения жилы питающего кабеля, мм <sup>2</sup> | Площадь сечения заземляющего проводника стационарного оборудования, мм <sup>2</sup> , минимальная |                 |
|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
|                                                        | однопроводного                                                                                    | многопроводного |
| До 2,5                                                 | 2,5                                                                                               | 1,5             |
| 2,5 – 120                                              | 1/2 площади сечения жилы питающего кабеля, но не менее 4                                          |                 |
| Свыше 120                                              | 70                                                                                                |                 |

Для заземления, выполняемого специальной жилой питающего кабеля, площадь сечения этой жилы должна быть равна номинальной площади сечения жилы питающего кабеля – для кабелей площадью сечения до 16 мм<sup>2</sup> и по крайней мере равна 1/2 площади сечения жилы питающего кабеля, но не менее 16 мм<sup>2</sup> – для кабелей площадью сечения более 16 мм<sup>2</sup>.

**2.5.3.3** Заземление передвижных, съемных и переносных потребителей должно производиться через гнездо заземления штепсельной розетки или другое заземленное контактное устройство и медную заземляющую жилу питающего гибкого кабеля. Площадь сечения заземляющей жилы должна быть не менее номинальной площади сечения жилы питающего гибкого кабеля для кабелей сечением до 16 мм<sup>2</sup> и по крайней мере равна 1/2 площади сечения жилы питающего гибкого кабеля, но не менее 16 мм<sup>2</sup> – для кабелей площадью сечения более 16 мм<sup>2</sup>.

**2.5.3.4** Проводники и жилы, заземляющие оборудование, должны быть неотключаемыми.

**2.5.3.5** Все металлические защитные и экранирующие оболочки кабелей должны быть электрически непрерывными и должны быть соответствующим образом заземлены.

Заземление экранирующих оболочек и металлической брони кабелей должно выполняться одним из следующих способов:

**.1** медным заземляющим проводом площадью сечения не менее 1,5 мм<sup>2</sup> – для кабелей площадью сечения жилы до 25 мм<sup>2</sup> и не менее 4 мм<sup>2</sup> – для кабелей площадью сечения жилы более 25 мм<sup>2</sup>;

**.2** путем соответствующего крепления брони или металлической оболочки к корпусу ПБУ или МСП;

**.3** при помощи колец, находящихся в кабельных сальниках, при условии, что они являются коррозионностойкими и хорошо проводящими.

**2.5.3.6** Наружные заземляющие проводники должны быть доступны для контроля и защищены от коррозии и механических повреждений.

## **2.6 МОЛНИЕЗАЩИТНЫЕ УСТРОЙСТВА**

### **2.6.1 Общие требования.**

**2.6.1.1** ПБУ или МСП должны быть оборудованы молниезащитными устройствами, защищаемая зона которых должна перекрывать все оборудование, требующее молниезащиты.

ПБУ или МСП, на которых вторичные проявления молнии могут привести к пожарам и взрывам, должны иметь устройства молниезащитного заземления, исключающие возможность образования вторичных искрений.

**2.6.1.2** Молниезащитное устройство должно состоять из молниеуловителя, отводящего провода и заземления. На металлических мачтах допускается не устанавливать специальные молниезащитные устройства, если конструктивно предусмотрен надежный электрический контакт мачты с металлическим корпусом ПБУ или МСП или с местом заземления.

**2.6.1.3** Колонны опорно-подъемного устройства СПБУ в походном положении, а также после установки СПБУ на грунт, должны заземляться на корпус заземляющей перемычкой. Эта перемычка по сечению и контактной поверхности должна отвечать требованиям [2.6.3.1](#) и [2.6.3.2](#).

### **2.6.2 Молниеуловитель.**

**2.6.2.1** На ПБУ или МСП в качестве молниеуловителей следует использовать собственные вертикально протяженные конструкции: вышки, мачты, полумачты, надстройки и т.д., если предусмотрен надежный электрический контакт таких конструкций с металлическим корпусом.

Дополнительные молниеуловители должны применяться только в тех случаях, когда собственные элементы конструкции не обеспечивают молниезащиту.

**2.6.2.2** Если на топе металлической мачты установлено электрическое оборудование, должен быть предусмотрен надежно заземленный молниеуловитель.

**2.6.2.3** Молниеуловитель должен быть изготовлен из прута диаметром не менее 12 мм. В качестве материала прута могут применяться медь, медные сплавы или сталь, защищенная от коррозии. Для алюминиевых мачт должен применяться алюминиевый молниеуловитель.

**2.6.2.4** Молниеуловитель должен крепиться к мачте таким образом, чтобы он возвышался над топом мачты или любым устройством, находящимся на топе мачты, не менее чем на 300 мм.

### **2.6.3 Отводящий провод.**

**2.6.3.1** Отводящий провод должен изготавливаться из прута, полосы или многопроволочного провода площадью сечения не менее 70 мм<sup>2</sup> при применении меди или ее сплавов и не менее 100 мм<sup>2</sup> при применении стали, причем стальной отводящий провод должен быть защищен от коррозии.

**2.6.3.2** Отводящие провода должны прокладываться по наружной стороне мачт и надстроек с наименьшим числом изгибов, которые должны быть плавными с возможно большим радиусом.

**2.6.3.3** Отводящие провода не должны проходить через взрывоопасные пространства и помещения.

### **2.6.4 Заземление.**

**2.6.4.1** В качестве заземления могут применяться любые металлические конструкции ПБУ или МСП, погруженные в воду во всех условиях эксплуатации или имеющие надежное электрическое соединение с забортной водой или грунтом.

### **2.6.5 Соединения в молниезащитном устройстве.**

**2.6.5.1** Соединения между молниеуловителем, отводящим проводом и заземлением должны выполняться сваркой или болтовыми зажимами.

**2.6.5.2** Площадь контактной поверхности между отводящим проводом и молниеуловителем или заземлением должна быть не менее 1000 мм<sup>2</sup>.

Соединяющие зажимы и соединительные болты должны быть изготовлены из меди, медных сплавов или стали, имеющей защиту от коррозии.

**2.6.6 Устройства молниезащитного заземления.**

**2.6.6.1** Молниезащитному заземлению подлежат изолированные металлические конструкции, подвижные соединения, трубопроводы, экраны электрических сетей и линий связи, узлы ввода во взрывоопасные помещения.

**2.6.6.2** Трубопроводы для нефтепродуктов, а также все прочие трубопроводы, связанные со взрывоопасными помещениями и расположенные на открытых участках палубы или в помещениях, не имеющих электромагнитного экранирования, должны заземляться на корпус не реже чем через каждые 10 м по длине. Трубопроводы, не связанные со взрывоопасными помещениями и расположенные на палубе, где возможно появление взрывоопасных газов, должны заземляться на корпус не реже чем через каждые 30 м по длине.

**2.6.6.3** Металлические части, находящиеся вблизи отводящих проводов, должны быть заземлены, если они не расположены на заземленных конструкциях или не имеют иного металлического контакта с корпусом ПБУ или МСП. Устройства или металлические части, находящиеся на расстоянии до 200 мм от отводящих проводов, должны быть соединены с отводящим проводом таким образом, чтобы исключалась возможность образования вторичных искрений.

**2.6.6.4** Все соединения элементов заземления должны быть доступны для контроля и защищены от механических повреждений.

## **2.7 РАЗМЕЩЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

**2.7.1** Электрическое оборудование должно устанавливаться таким образом, чтобы был обеспечен удобный доступ к органам управления и ко всем частям, требующим ухода, осмотра и замены.

**2.7.2** Электрические машины должны быть по возможности установлены таким образом, чтобы влияние качки ПБУ по всем осям было сведено к минимуму. Конструкция подшипников электрических машин и их система смазки должна выдерживать указанные воздействия качки в штормовых условиях без нарушений и потери смазочного масла и оставаться работоспособной в течение длительного периода времени при кренах и дифферентах, указанных в [2.1.2.2](#).

**2.7.3** На каждой ПБУ или МСП ответственное электрическое оборудование, например, генераторы, главный и другие распределительные щиты, электрические двигатели и их пускорегулирующая аппаратура, должны быть так расположены и защищены, чтобы оставаться работоспособными в случае аварийного частичного затопления машинного помещения льяльными водами выше уровня верхней границы танков. Проектный предел «частичного затопления» должен быть в пределах глубины воды в помещении, равной 1,5 м.

**2.7.4** Электрическое оборудование должно быть расположено по отношению к магнитному компасу таким образом, чтобы магнитное влияние его при включении или выключении не приводило к девиации компаса более чем в 30" (0,05°).

**2.7.5** Электрическое оборудование, охлаждаемое воздухом, должно располагаться таким образом, чтобы забор охлаждающего воздуха не производился из льял или других мест, в которых воздух может быть загрязнен парами или пылью веществ, вредно действующих на изоляцию.

**2.7.6** Электрическое оборудование, установленное в местах, где имеются вибрации и сотрясения (более сильные, чем указанные в [2.1.2.1](#)), которые невозможно устранить, должно иметь конструкцию, обеспечивающую нормальную его работу в этих условиях, или должно устанавливаться на соответствующих амортизаторах.

**2.7.7** Электрическое оборудование должно крепиться таким образом, чтобы не уменьшалась прочность и не нарушалась непроницаемость палуб, переборок и обшивки корпуса.

**2.7.8** Открытые части электрического оборудования, находящиеся под напряжением, должны располагаться не ближе 300 мм по горизонтали и 1200 мм по вертикали от незащищенных горючих материалов.

**2.7.9** Если корпуса электрического оборудования выполнены из иного материала, чем конструкции, на которых они установлены, то в случае необходимости должны быть приняты меры для исключения электролитической коррозии.

## **2.8 СПЕЦИАЛЬНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПОМЕЩЕНИЯ**

**2.8.1** Двери специальных электрических помещений должны закрываться на замок и открываться наружу. Если двери выходят в коридоры и проходы жилых и служебных помещений, допускается, чтобы они открывались внутрь при условии установки ограждений и упоров. На дверях должна находиться предостерегающая надпись. Из помещения двери должны открываться без применения ключа.

**2.8.2** Специальные электрические помещения не должны быть смежными с отсеками и цистернами воспламеняющихся жидкостей. Если данное требование конструктивно невыполнимо, должны быть приняты меры, исключающие возможность попадания воспламеняющихся жидкостей в эти помещения.

**2.8.3** Не допускается устройство выходов, открывающихся иллюминаторов и других отверстий из специальных электрических помещений во взрывоопасные помещения и пространства.

**2.8.4** В специальных электрических помещениях, в проходах и местах обслуживания при установке электрического оборудования открытого исполнения должны устанавливаться поручни из изоляционного материала.

## 2.9 ВЗРЫВООПАСНЫЕ ЗОНЫ

**2.9.1** ПБУ или МСП должны подразделяться на взрывоопасные и взрывобезопасные зоны в соответствии с требованиями [2.9.2—2.9.5](#).

Взрывоопасными зонами считаются закрытые, полужакрытые и открытые помещения и пространства, в которых из-за наличия смеси воспламеняющихся газов с воздухом имеется постоянная или периодическая взрывоопасность.

Для механизмов и электрических установок опасные зоны классифицируются в соответствии с [2.9.3—2.9.5](#). Зоны, не указанные в [2.9.3—2.9.5](#) (такие как зоны оборудования для испытаний скважин, зоны хранения вертолетного топлива, зоны хранения баллонов с ацетиленом, аккумуляторные помещения, малярные, вентиляционные отверстия для горючих газов или паров и выходы отходящих от них линий, но не ограничивающиеся только ими), должны классифицироваться в соответствии с [2.9.2](#).

**2.9.2** Взрывоопасные зоны подразделяются на:

зону «0» — пространство, в котором воспламеняющиеся концентрации горючих газов или паров присутствуют постоянно или в течение длительного времени;

зону «1» — пространство, в котором воспламеняющиеся концентрации горючих газов или паров могут присутствовать при нормальных условиях работы;

зону «2» — пространство, в котором маловероятно появление воспламеняющихся концентраций горючих газов или паров, а в случае появления такой смеси она будет присутствовать только в течение непродолжительного времени.

**2.9.3** К зоне «0» относятся:

.1 внутренние пространства закрытых цистерн и трубопроводов для содержания активного недегазированного бурового раствора, нефти с температурой вспышки ниже 60 °С или легковоспламеняющихся газов и паров, а также продуктов нефти и газа, в которых нефтегазовоздушная смесь присутствует постоянно или в течение длительного времени;

.2 внутренние пространства открытых технологических устройств от поверхности бурового раствора до верхнего среза устройства;

.3 внутренние пространства вентиляционных труб для отвода нефтегазовоздушной смеси из объемов и пространств, указанных в настоящем пункте.

**2.9.4** К зоне «1» относятся:

.1 закрытые пространства, содержащие какую-либо часть циркуляционной системы бурового раствора, между устьем скважины и конечным дегазирующим устройством, в которой имеются разъемные соединения, горловины или другие элементы, являющиеся возможными источниками выделения нефтегазовоздушной смеси;

.2 закрытые или полужакрытые пространства, расположенные под буровой палубой, в которых находятся возможные источники выделения нефтегазовоздушной смеси, как, например, от торца ниппеля бурильной трубы;

.3 открытые пространства под настилом буровой палубы, простирающиеся на 1,5 м во все стороны от возможных источников выделения нефтегазовоздушной смеси, например, от торца ниппеля бурильной трубы;

.4 закрытые пространства на буровой палубе, не отделенные сплошной палубой от помещений, указанных в [2.9.4.2](#);

.5 зона в пределах 1,5 м во все стороны от границ любых отверстий в оборудовании, являющемся составной частью системы бурового раствора, указанной в [2.9.4.1](#), в открытых или полужакрытых пространствах, помимо указанных в [2.9.4.2](#), а также зона в пределах 1,5 м от вытяжных вентиляционных отверстий помещений зоны «1», или от любого другого отверстия для доступа в зону «1»;

.6 каналы, углубления и другие подобные конструкции в пространствах, которые могли бы быть отнесены к зоне «2», но удаление скапливающихся паров и газов из которых невозможно.

**2.9.5** К зоне «2» относятся:

**.1** закрытые пространства, в которых расположены открытые части циркуляционной системы бурового раствора на участке между выходом из конечного дегазирующего устройства до приемной трубы бурового насоса в цистерне бурового раствора (дегазированный буровой раствор);

**.2** открытые пространства в пределах границ буровой вышки на высоту до 3 м над буровой палубой;

**.3** полузакрытые пространства непосредственно под настилом буровой палубы до границ буровой вышки или за ее пределами до любого ограждения (переборки), которое может задерживать газы;

**.4** открытые пространства, под настилом буровой палубы, простирающиеся на 1,5 м во все стороны за пределы зоны «1», указанной в [2.9.4.3](#);

**.5** пространства, простирающиеся на 1,5 м во все стороны за пределы зоны «1», указанной в [2.9.4.5](#), и за пределы полузакрытых пространств, указанных в [2.9.4.2](#);

**.6** открытые пространства радиусом 1,5 м от границ отверстий вытяжной вентиляции или отверстий для доступа в пространства зоны «2» из безопасной зоны;

**.7** полузакрытые буровые вышки на высоту их корпусов над буровой палубой, или на высоту 3 м над ней, в зависимости от того, что выше;

**.8** воздушные замкнутые пространства (шлюзы) между зоной «1» и взрывобезопасными зонами.

**2.9.6** Прочие пространства и помещения, не относящиеся к зонам «0», «1» и «2», относятся к взрывобезопасным помещениям и пространствам.

**2.9.7** Распределение помещений и пространств по взрывоопасным зонам в соответствии с [2.9.3 – 2.9.5](#) в каждом отдельном случае может быть изменено по требованию Регистра в зависимости от конструктивных особенностей установки и условий вентиляции помещений и пространств.

## **2.10 ОТВЕРСТИЯ, УСЛОВИЯ ДОСТУПА И ВЕНТИЛЯЦИЯ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РАСШИРЕНИЕ ВЗРЫВООПАСНЫХ ЗОН**

**2.10.1** Если по технологическим причинам не является обязательным, то установка дверей или других отверстий не допускается между:

- .1** взрывобезопасными и взрывоопасными зонами;
- .2** взрывоопасными помещениями и пространствами зоны «2» и зоны «1».

**2.10.2** Если двери или другие отверстия предусмотрены между пространствами, указанными в предыдущем пункте, то взрывоопасность

любого помещения, имеющего такие отверстия, определяется следующим образом:

**.1** взрывобезопасное пространство становится взрывоопасным той же зоны, откуда имеется доступ через двери или другие отверстия;

**.2** взрывоопасное пространство зоны «2» становится взрывоопасным пространством зоны «1», за исключением случаев, указанных в [2.10.3](#).

**2.10.3** Закрытые помещения с непосредственным доступом в зону «1» считаются зоной «2», если выполнены все нижеуказанные условия:

**.1** доступ осуществляется через газонепроницаемые двери, открывающиеся в направлении пространства зоны «2»;

**.2** вентиляция обеспечивает движение (поток) воздуха при открытой двери из помещения взрывоопасной зоны «2» в помещение зоны «1»;

**.3** при прекращении действия вентиляции срабатывает аварийно-предупредительная сигнализация в посту управления с постоянной вахтой.

**2.10.4** Закрытые помещения с непосредственным доступом в помещения зоны «1» не считаются взрывоопасными, если выполнены все нижеуказанные условия:

**.1** доступ осуществляется через двойные самозакрывающиеся газонепроницаемые двери, образующие воздушный шлюз;

**.2** в помещении вследствие действия вентиляции имеется избыточное давление по отношению к взрывоопасному помещению (пространству) зоны «1»;

**.3** при исчезновении избыточного давления воздуха срабатывает аварийно-предупредительная сигнализация в посту управления с постоянной вахтой.

**2.10.5** Закрытые помещения, непосредственно сообщающиеся с взрывоопасным помещением зоны «2», считаются взрывобезопасными, если выполнены все нижеуказанные условия:

**.1** доступ осуществляется через самозакрывающиеся газонепроницаемые двери, открывающиеся в сторону взрывобезопасного помещения;

**.2** вентиляция обеспечивает движение (поток) воздуха при открытой двери из взрывобезопасного помещения во взрывоопасное помещение зоны «2»;

**.3** при прекращении действия вентиляции срабатывает аварийно-предупредительная сигнализация в посту управления с постоянной вахтой.

**2.10.6** Если система вентиляции, обеспечивающая взрывобезопасность помещения, удовлетворяют требованиям Правил ПБУ/МСП препятствовать любому проникновению в него газов из зоны «1», то двойные двери, образующие воздушный шлюз, могут быть заменены одной самозакрывающейся газонепроницаемой дверью, открывающейся в сторону взрывобезопасного помещения.

**2.10.7** Установка на самозакрывающихся газонепроницаемых дверях устройств, удерживающих их в открытом положении, не допускается.

**2.10.8** Все самозакрывающиеся газонепроницаемые двери должны иметь предостерегающие надписи о том, что двери всегда должны быть закрытыми.

**2.10.9** Исполнение трубопроводов должно исключать возможность непосредственной связи между помещениями и пространствами разных взрывоопасных зон, а также между взрывоопасными и взрывобезопасными пространствами. В случае, когда впускные каналы

проходят через взрывоопасные зоны, в них должно поддерживаться избыточное давление относительно данных зон; если вентиляционный канал проходит через зону с меньшим уровнем взрывоопасности, давление в нем должно быть ниже, чем в этой зоне.

## 2.11 ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И КАБЕЛИ ВО ВЗРЫВООПАСНЫХ ЗОНАХ

**2.11.1** Требования настоящей главы относятся к оборудованию, которое устанавливается во взрывоопасных закрытых и полужакрытых помещениях и пространствах, относящихся к взрывоопасным зонам «0», «1» и «2».

К таким помещениям относятся хранилища легковоспламеняющихся веществ, аккумуляторные и помещения, в которых находятся цистерны, механизмы и трубопроводы для воспламеняющихся жидкостей с температурой вспышки паров 60 °С и ниже.

**2.11.2** Электрическое оборудование, устанавливаемое во взрывоопасных зонах, должно быть сертифицированным с точки зрения взрывоопасности, независимо от того, подлежит ли это оборудование техническому наблюдению Регистра на основании требований, приведенных в [1.3.3.1](#).

Сертификация, устанавливающая вид взрывозащиты электрического оборудования, осуществляется специальными компетентными независимыми организациями, документы (сертификаты) которых признаются Регистром.

**2.11.3** Во взрывоопасных помещениях и пространствах допускается устанавливать электрическое оборудование только взрывозащищенного исполнения с видом взрывозащиты, соответствующим категории и группе наиболее опасной газовой смеси, которая может присутствовать в месте установки.

**2.11.4** В пространствах взрывоопасной зоны «0» допускается установка сертифицированного электрического оборудования и кабеля только с видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь» (*Exia*).

**2.11.5** В помещениях и пространствах зоны «1» допускается установка сертифицированного электрического оборудования со следующими видами взрывозащиты:

- .1 «искробезопасная электрическая цепь» (*Exia*, *Exib*);
- .2 «взрывонепроницаемая оболочка» (*Exd*);
- .3 «повышенной надежности против взрыва» (*Exe*);
- .4 «специальный вид защиты» (*Exs*);
- .5 «оболочка под избыточным давлением» (*Exp*).

**2.11.6** В помещениях и пространствах зоны «2» допускается установка электрического оборудования следующих видов:

- .1 перечисленного в [2.11.5](#);
- .2 специальной конструкции вида защиты типа (*Exn*);
- .3 не взрывозащищенного оборудования с оболочкой IP55 и выше, которое в нормальных условиях эксплуатации не имеет искрящихся частей, не образует электрической дуги и максимальная температура поверхности которого не будет достигать температуры воспламенения любого газа/пара, который может присутствовать во взрывоопасных зонах.

**2.11.7** Электрическое оборудование, устанавливаемое во взрывоопасной зоне «2», а также вне взрывоопасных зон, но предназначенное для работы в аварийных ситуациях, приводящих к расширению взрывоопасных зон (например, в случаях неуправляемого проявления скважины), должно быть взрывозащищенного исполнения видов, требуемых для зоны «1».

**2.11.8** Светильники во взрывозащищенном исполнении должны быть установлены таким образом, чтобы вокруг них, за исключением места крепления, оставалось свободное пространство шириной не менее 100 мм.

**2.11.9** Непосредственное крепление электрического оборудования к стенкам цистерн горючих жидкостей не допускается. Во всех случаях электрическое оборудование должно крепиться на расстоянии не менее 75 мм от стенок цистерн.

**2.11.10** Во взрывоопасных зонах допускается прокладка кабелей со следующими характеристиками:

**.1** во взрывоопасной зоне «0» – типы кабелей, специально предназначенные для реализации «искробезопасной электрической цепи»;

**.2** во взрывоопасной зоне «1» все кабели должны иметь:  
неметаллическую непроницаемую внешнюю оболочку поверх экранирующей или защитной металлической оплетки; или

неметаллическую непроницаемую внешнюю оболочку и медную оболочку (для кабелей с минеральной изоляцией);

**.3** во взрывоопасной зоне «2» все кабели должны иметь:  
оболочки, как указано для зоны «1»;  
неметаллическую внешнюю оболочку без металлической экранирующей или защитной оплетки, при условии обеспечения соответствующей защиты от механических повреждений.

**2.11.11** Во взрывоопасных помещениях и пространствах разрешается прокладывать кабели, предназначенные только для электрического оборудования, установленного в этих помещениях и пространствах. Допускается прокладка транзитных кабелей через упомянутые помещения и пространства при условии выполнения требований, изложенных в [2.11.10](#).

**2.11.12** Все экраны, а также металлические оплетки кабелей цепей питания электрических двигателей и цепей освещения, проходящих через взрывоопасные помещения и пространства или питающих электрическое оборудование, установленное в этих помещениях, должны быть заземлены, по крайней мере, на обоих концах.

**2.11.13** Кабели искробезопасных цепей могут использоваться только для одного устройства и должны прокладываться отдельно от других кабелей.

Кабели переносных электрических устройств, за исключением кабелей искробезопасных цепей, не должны проходить через взрывоопасные помещения и пространства.

В малярных помещениях и в вентиляционных каналах, обслуживающих эти помещения, допускается устанавливать только то электрическое оборудование, которое необходимо для обслуживания данного помещения. Такое электрическое оборудование должно быть взрывозащищенного исполнения видов:

- .1** искробезопасная электрическая цепь ( $Exi$ );
- .2** с оболочкой под избыточным давлением ( $Exp$ );
- .3** с взрывонепроницаемой оболочкой ( $Exd$ );
- .4** повышенной надежности против взрыва ( $Exe$ );
- .5** специальный вид защиты ( $Exs$ ).

**2.11.14** Минимальные требования к электрическому оборудованию по виду взрывозащиты должны соответствовать категории газовой смеси IIB и группе газовой смеси T3.

**2.11.15** Закрытые пространства, ведущие в малярные помещения, могут рассматриваться как не опасные, если выполнены все указанные ниже условия:

**.1** дверь в малярное помещение обеспечивает газонепроницаемость, не имеет удерживающих устройств в открытом состоянии и имеет самозакрывающееся устройство;

**.2** малярные помещения обеспечиваются независимой вытяжной вентиляционной системой, и/или нагнетательной, имеющей забор воздуха из мест, расположенных вне взрывоопасных пространств, при отключении системы вентиляции срабатывает сигнализация в посту управления с постоянной вахтой;

**.3** на входе устанавливаются предостерегающие надписи, извещающие о наличии в помещениях огнеопасных жидкостей.

## **2.12 АНТИСТАТИЧЕСКОЕ ЗАЗЕМЛЕНИЕ**

**2.12.1** Антистатическое заземление оборудования является обязательным средством обеспечения электростатической искробезопасности для всех типов ПБУ и МСП, где имеются взрывоопасные помещения и пространства.

**2.12.2** Стационарное и переносное оборудование, устанавливаемое в закрытых и полужакрытых помещениях и пространствах, в которых могут образовываться взрывоопасные смеси паров, газов или пыли с воздухом, должно иметь антистатическое заземление.

**2.12.3** У всех входов во взрывоопасные помещения и пространства должны создаваться условия для снятия электростатического заряда с входящих туда людей посредством установки металлических заземленных пластин, поручней или рукояток для снятия заряда при прикосновении рукой, или установки увлажняемых матов (ковриков) при входе.

**2.12.4** Не требуется специального антистатического заземления для следующего оборудования:

.1 заземленного электрического оборудования (в том числе переносного) в соответствии с требованиями [2.5](#);

.2 трубопроводов для прокладки кабелей и кабельных каналов, заземленных в соответствии с [16.8.8](#);

.3 электрического оборудования, оборудования автоматизации, радиооборудования и электрорадионавигационного оборудования, заземленного в соответствии с требованиями [2.2.2](#);

.4 оборудования и конструкций, имеющих молниезащитное заземление в соответствии с [2.6.6](#).

### **2.12.5 Устройство и контроль антистатического заземления.**

**2.12.5.1** Если к антистатическому заземлению не предъявляются иные специальные требования, конструкция заземляющих устройств (перемычек) должна отвечать требованиям [2.5](#). Способ присоединения заземляющих устройств к неметаллическим оболочкам оборудования, или пластмассовым трубопроводам, должен быть определен изготовителем оборудования.

**2.12.5.2** Конструкция проводников антистатического заземления должна соответствовать требованиям настоящей главы и одобренных Регистром стандартов.

**2.12.5.3** Измеренная величина сопротивления устройства антистатического заземления между оборудованием, (деталью, конструкцией) и корпусом ПБУ/МСП, не должна превышать  $10^6$  Ом при площади контакта измерительного электрода с поверхностью оборудования не более 20 мм<sup>2</sup>. Контроль сопротивления антистатического заземления должен производиться измерительным прибором (омметром) с оперативным напряжением постоянного тока не более 10 В.

### 3 ОСНОВНОЙ ИСТОЧНИК ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

#### 3.1 СОСТАВ И МОЩНОСТЬ ОСНОВНОГО ИСТОЧНИКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

**3.1.1** На ПБУ или МСП должен быть предусмотрен основной источник электрической энергии мощностью, обеспечивающей питание всего необходимого электрического оборудования ПБУ или МСП в условиях, указанных в [3.1.4](#). Такой источник должен состоять по крайней мере из двух генераторов с независимым приводом.

Допускается использовать в качестве основного источника электрической энергии трансформаторы, получающие питание от береговой сети.

**3.1.2** Число и мощность генераторов с независимым приводом, а также трансформаторов и электрических преобразователей, входящих в состав основного источника электрической энергии, должны быть такими, чтобы при выходе из строя любого из них оставшиеся обеспечивали возможность:

**.1** питания необходимого электрического оборудования в условиях, указанных в [3.1.4](#), при одновременном обеспечении минимальных комфортных условий обитаемости для находящихся на ПБУ или МСП людей;

**.2** пуска самого мощного электродвигателя с наибольшим пусковым током. При этом пуск двигателя не должен вызывать такого понижения напряжения и частоты в сети, которое может повлечь выпадение из синхронизма, остановку первичного двигателя генератора, а также отключение работающих машин и аппаратов;

**.3** питание потребителей технологического комплекса, прекращение питания которых может привести к созданию аварийных ситуаций на ПБУ или МСП и опасности для персонала;

**.4** питание гребной электрической установки и/или генераторных агрегатов системы динамического позиционирования ПБУ. Для этой цели может быть использован также аварийный источник электрической энергии, если его собственная мощность, или суммарная мощность с любым иным источником электрической энергии обеспечивает одновременно питание аварийных потребителей, указанных в [9.3](#).

**3.1.3** При наличии соответствующего резервирования и расположения на ПБУ или МСП агрегатов основного источника, исключающих их одновременный выход из строя, а также их достаточной мощности, допускается использование единой электростанции для питания ответственных потребителей, указанных в [1.3.2](#), гребной электрической установки, системы динамического позиционирования и потребителей технологического комплекса.

**3.1.4** Состав и мощность электрических агрегатов основного источника должен определяться с учетом следующих режимов работы ПБУ и МСП:

**.1** ходового режима и/или маневрирования для ПБУ;

**.2** бурения скважины;

**.3** добычи и перекачки на танкер нефтегазопродуктов;

**.4** аварийных режимов, например, пожара, затопления или других, влияющих на безопасность ПБУ или МСП, аварийных условий;

**.5** других режимов в соответствии с устройством и назначением ПБУ или МСП.

**3.1.5** Питание потребителей технологического комплекса может осуществляться от отдельного источника электрической энергии.

### 3.2 ГЕНЕРАТОРНЫЕ АГРЕГАТЫ

#### 3.2.1 Общие требования.

**3.2.1.1** Первичные двигатели генераторов, должны удовлетворять требованиям разд. 3 части VII «Механические установки и механизмы» и дополнительным требованиям настоящей главы.

**3.2.1.2** При коротких замыканиях в сети генераторы должны обеспечивать значение установившегося тока короткого замыкания, достаточное для срабатывания защитных устройств.

**3.2.1.3** У генераторов с независимым приводом должно обеспечиваться регулирование напряжения в пределах, указанных в [10.5](#) и [10.6](#), а частоты – в пределах, указанных в разд. 3 части VII «Механические установки и механизмы».

**3.2.1.4** Для генераторов переменного тока отклонение от синусоидальной формы напряжения не должно быть более 5 % от его пикового значения основной гармоники.

#### 3.2.2 Распределение нагрузки при параллельной работе генераторов.

**3.2.2.1** Генераторы переменного тока, предназначенные для параллельной работы, должны снабжаться такой системой компенсации реактивного падения напряжения, чтобы во время параллельной работы распределение реактивной нагрузки между генераторами не отличалось от пропорциональной их мощности более чем на 10 % номинальной реактивной нагрузки наибольшего генератора или не более чем на 25 % номинальной мощности наименьшего генератора, если это значение меньше вышеуказанного.

**3.2.2.2** При параллельной работе генераторов переменного тока и нагрузке от 20 до 100 % общей мощности допускаются отклонения токов генераторов в пределах  $\pm 15$  % номинального значения тока наибольшего генератора.

### **3.3 ЧИСЛО И МОЩНОСТЬ ТРАНСФОРМАТОРОВ**

**3.3.1** На ПБУ или МСП, где в качестве агрегатов основного источника электрической энергии предусмотрены трансформаторы, получающие питание от береговой сети, а также если освещение и другие ответственные устройства питаются через трансформаторы, то должно быть предусмотрено не менее двух трансформаторов такой мощности, чтобы при выходе из строя самого большого из них оставшиеся могли обеспечить полную потребность в электрической энергии при всех условиях работы ПБУ или МСП.

Трансформаторы должны подключаться к разным секциям ГРЩ.

### **3.4 ПИТАНИЕ ОТ ВНЕШНЕГО ИСТОЧНИКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ**

**3.4.1** Если предусматривается питание электрической сети ПБУ или МСП от внешнего источника электрической энергии, то должен быть предусмотрен щит питания от внешнего источника (см. также [4.5.4.5](#)).

**3.4.2** На щите питания от внешнего источника электрической энергии должны быть предусмотрены:

- .1** клеммные устройства для подключения гибкого кабеля;
- .2** коммутационные и защитные устройства для включения и защиты стационарно проложенной кабельной трассы до ГРЩ; при расстоянии между щитом питания от внешнего источника электрической энергии и ГРЩ менее 10 м по длине кабеля защитное устройство допускается не устанавливать;
- .3** переключаемый вольтметр или сигнальные лампы о наличии на клеммах напряжения от внешнего источника тока;
- .4** устройство или возможность включения переносного устройства для контроля полярности или порядка следования фаз;
- .5** табличка, указывающая напряжение, род тока и частоту;
- .6** устройство для механического закрепления конца гибкого кабеля, подведенного к щиту, и скобы для подвески кабеля, которые должны располагаться на щите питания от внешнего источника или вблизи него.

### **3.5 СИСТЕМЫ СОЕДИНЕНИЙ АГРЕГАТОВ ОСНОВНОГО ИСТОЧНИКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ**

**3.5.1** Агрегаты основного источника электрической энергии должны быть приспособлены для длительной параллельной работы на общие шины, при этом должна быть применена схема соединений, обеспечивающая возможность подключения их на параллельную работу в любое время для перевода нагрузки с одного агрегата на другой.

**3.5.2** При наличии системы автоматической синхронизации на ГРЩ должны быть предусмотрены необходимые приборы и средства для обеспечения резервной ручной синхронизации.

**3.5.3** На ГРЩ для синхронных генераторов переменного тока, если требуется для начального возбуждения, должно быть установлено устройство для подмагничивания.

**3.5.4** Если не предусматривается параллельной работы между агрегатами основного собственного и внешними источниками электрической энергии на общие шины электрической установки, система соединения в таком случае должна иметь блокировку, исключающую возможность подключения их на параллельную работу.

**3.5.5** На ГРЩ, предназначенных для распределения электрической энергии параллельно работающих генераторов, должны быть установлены разъединительные устройства для разъединения системы сборных шин. Потребители и генераторы должны быть, по возможности, симметрично распределены на все системы сборных шин.

Устройствами разделения шин ГРЩ могут быть либо автоматический выключатель без электромагнитного расцепителя, либо разъединительное устройство, или выключатель, которым можно быстро и легко соединить или разъединить шины секций ГРЩ.

Болтовые соединения, такие как соединения шин между секциями, не могут быть приняты за такие устройства.

**3.5.6** От ГРЩ в нормальных условиях эксплуатации, как правило, должно предусматриваться питание аварийного распределительного щита (АРЩ), т.е. системы аварийного питания ответственных потребителей ПБУ или МСП.

### **3.6 ИСТОЧНИКИ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ**

**3.6.1** Источники бесперебойного питания (ИБП) в дополнение к требованиям, изложенным ниже, должны отвечать требованиям стандарта МЭК 62040 и применимым требованиям национальных стандартов.

**3.6.2** ИБП, отвечающие настоящим требованиям, могут применяться в качестве аварийных или переходных источников электрической энергии, требуемых [разд. 9](#).

**3.6.3** Выбор типа ИБП должен определяться требованиями к обеспечению электрического питания подключаемой нагрузки.

**3.6.4** ИБП должны быть оборудованы байпасом, который обеспечивает питание нагрузки от сети в случае выхода из строя инвертора.

**3.6.5** На постах с постоянной вахтой для каждого ИБП должна быть предусмотрена световая и звуковая сигнализация по параметрам:

- неисправность питания со стороны нагрузки;
- замыкание на корпус;
- срабатывание устройства защиты аккумуляторной батареи;
- аккумуляторная батарея разряжается;
- питание нагрузки через байпас для постоянно подключенных ИБП к сети.

**3.6.6** Требования по размещению ИБП должны быть аналогичны требованиям по размещению аварийного или переходного источников электрической энергии.

**3.6.7** ИБП с аккумуляторными батареями закрытого типа допускается устанавливать в любом помещении, кроме жилых, при условии обеспечения достаточной вентиляции в помещении.

**3.6.8** ИБП должен поддерживать номинальное напряжение и частоту на стороне нагрузки в течение всего времени, необходимого для питания подключенных потребителей.

**3.6.9** Мощность выпрямителя ИБП должна быть достаточной для поддержания номинального напряжения и частоты на нагрузке, после восстановления напряжения в сети питания, с одновременной зарядкой аккумуляторной батареи максимально возможным зарядным током.

**3.6.10** Режим ускоренной зарядки аккумуляторных батарей ИБП максимально возможным зарядным током должен иметь блокировку с вентиляцией аккумуляторного помещения.

## 4 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

### 4.1 СИСТЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ДОПУСТИМЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ

**4.1.1** На ПБУ и МСП допускается применение следующих систем распределения электрической энергии:

**.1** переменного тока 50 или 60 Гц напряжением свыше 1000 В (до 15 000 В включительно):

трехфазная трехпроводная изолированная;

трехфазная трехпроводная с нулевой точкой, заземленной через высокоомный резистор или реактор;

**.2** переменного тока 50 или 60 Гц напряжением до 1000 В:

трехфазная трехпроводная изолированная;

трехфазная трехпроводная с нулевой точкой, заземленной через высокоомный резистор или реактор;

**.3** переменного тока 50 или 60 Гц напряжением до 500 В включительно:

как указано в [4.1.1.2](#);

трехфазная четырехпроводная изолированная;

однофазная двухпроводная изолированная; однофазная однопроводная с использованием корпуса платформы в качестве обратного провода только для напряжения до 30 В, кроме системы питания сигнально-отличительных фонарей, при условии, что любой возможный ток не будет проходить непосредственно через любое из взрывоопасных помещений;

**.4** постоянного тока напряжением до 1000 В:

двухпроводная изолированная;

однопроводная (только для напряжения до 50 В для местных заземленных систем, например, стартерных систем двигателей внутреннего сгорания) с использованием корпуса платформы в качестве обратного провода, при условии, что любой возможный ток не будет проходить непосредственно через любое из взрывоопасных помещений.

**4.1.2** Каждая изолированная система распределения, вне зависимости от того является ли она первичной или вторичной, силовой, осветительной или отопительной, должна быть снабжена приборами контроля изоляции, с устройствами звуковой и световой сигнализации, срабатывающими при снижении сопротивления изоляции ниже установленной нормы.

**4.1.3** Допустимые напряжения на зажимах источников электрической энергии с частотой 50 или 60 Гц не должны превышать значений, указанных в [4.1.1](#) в зависимости от принятой системы распределения электрической энергии.

**4.1.4** Допустимые напряжения на зажимах источников электрической энергии постоянного тока не должны превышать следующих значений:

500 В – для силовых систем;

250 В – для систем освещения, обогрева и штепсельных розеток.

**4.1.5** Допустимые напряжения на зажимах потребителей не должны превышать значений, указанных в [табл. 4.1.5](#).

Дополнительные требования для сетей на напряжение более 1000 В указаны в [разд. 18](#).

Таблица 4.1.5

| № п/п | Потребители    | Допустимое напряжение, В |
|-------|----------------|--------------------------|
|       | Переменный ток |                          |

| №<br>п/п | Потребители                                                                                                                                                                                                                   | Допустимое<br>напряжение, В |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| 1        | Стационарные силовые потребители, нагревательные, камбузные и отопительные приборы, установленные стационарно в помещениях других, чем указано в <a href="#">п. 2</a>                                                         | 1000                        |
| 2        | Переносные силовые потребители, питаемые от штепсельных розеток, установленных стационарно во время их работы, нагревательные и отопительные приборы, установленные в каютах, столовых и других подобных помещениях персонала | 500                         |
| 3        | Освещение, сигнализация, внутренняя связь, штепсельные розетки для питания переносных потребителей с двойной или усиленной изоляцией или электрически отделенных с помощью изолирующего трансформатора                        | 250                         |
| 4        | Штепсельные розетки, установленные в местах и помещениях с повышенной влажностью или особо сырых, предназначенные для питания переносных потребителей без двойной или усиленной изоляцией или электрически не отделенных      | 50                          |
|          | Постоянный ток                                                                                                                                                                                                                |                             |
| 5        | Стационарные силовые потребители                                                                                                                                                                                              | 500                         |
| 6        | Нагревательные, камбузные и т. п. приборы                                                                                                                                                                                     | 250                         |
| 7        | Освещение, штепсельные розетки                                                                                                                                                                                                | 250                         |

Примечание. Возле штепсельных розеток с напряжением выше безопасного, установленных в помещениях с повышенной влажностью или особо сырых, должны быть помещены надписи, указывающие на применение потребителей с двойной или усиленной изоляцией или же потребителей, электрически отделенных от напряжения выше безопасного.

## 4.2 ПИТАНИЕ ОТВЕТСТВЕННЫХ УСТРОЙСТВ

**4.2.1** От шин ГРЩ должны получать питание по отдельным фидерам следующие потребители, относящиеся к ответственным:

- .1 электрические приводы рулевых и якорных устройств ПБУ;
- .2 электрические приводы пожарных насосов, насосов и компрессоров спринклерных систем;
- .3 электрические приводы осушительных насосов;
- .4 электрические приводы механизмов, обслуживающих работу главных механизмов;
- .5 щиты электрических приводов грузовых, швартовых, шлюпочных и других ответственных устройств, предназначенных для спасательных средств и эвакуации персонала;
- .6 электрические приводы механизмов подъема и спуска самоподъемных ПБУ, систем погружения и всплытия полупогружных ПБУ;
- .7 электрические приводы вентиляторов взрывоопасных помещений и пространств, вентиляторов оборудования с видом взрывозащиты «оболочка под избыточным давлением»;
- .8 электрические приводы механизмов, обеспечивающих технологический комплекс (т.е. механизмов, предназначенных для выполнения основного назначения ПБУ или МСП);
- .9 электрические приводы агрегатов возбуждения гребной электрической установки ПБУ или установка в целом;
- .10 оборудование систем динамического позиционирования (подруливающие устройства и их системы управления);
- .11 АРЩ при нормальных условиях работы ПБУ или МСП;
- .12 гирокомпас (от системы бесперебойного питания);
- .13 система основного освещения (через соответствующее трансформаторное оборудование);
- .14 щит радиостанции (от системы бесперебойного питания);
- .15 щит навигационных приборов (от системы бесперебойного питания);
- .16 щит сигнально-отличительных и предупредительных проблесковых фонарей и щит электрических звуковых сигнальных устройств (от системы бесперебойного питания);
- .17 секционные щиты и распределительные устройства питания других потребителей ответственного назначения, объединенных по принципу однородности выполняемых функций;
- .18 распределительные устройства объединенного пульта управления (см. также [4.4](#));
- .19 щит станции автоматической сигнализации обнаружения пожара и предупреждения о пуске средств объемного пожаротушения (от системы бесперебойного питания);
- .20 зарядные устройства стартерных аккумуляторных батарей и батарей, питающих ответственные устройства и относящихся к системе бесперебойного питания;
- .21 щиты питания электрических приводов закрытия водонепроницаемых дверей и устройств, удерживающих противопожарные двери в открытом состоянии, а также щиты сигнализации о положении и закрытии водонепроницаемых и противопожарных дверей (от системы бесперебойного питания);
- .22 щит холодильной установки системы углекислотного тушения низкого давления;
- .23 щиты освещения ангаров и светотехнического оборудования вертолетных площадок для вертолетов;
- .24 другие, не перечисленные выше потребители – по требованию Регистра.

**4.2.2** Если механизмы одного назначения с электрическими приводами, указанными в [4.2.1](#), установлены в двойном или большем количестве, то по крайней мере один из этих электрических приводов должен получать питание по отдельному фидеру от ГРЩ. На электрические приводы остальных таких механизмов допускается подавать питание от

секционных щитов или специальных распределительных устройств, предназначенных для питания ответственных потребителей.

**4.2.3** Электрические приводы, секционные щиты, специальные распределительные устройства или пульты, установленные в двойном или большем количестве, или питаемые по двум фидерам, должны быть подключены к разным секциям ГРЩ (см. [3.5.5](#)).

#### **4.3 ПИТАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ**

**4.3.1** Питание электрических и электронных систем автоматизации должно отвечать требованиям разд. 3 части XIV «Автоматизация».

**4.3.2** Питание устройств автоматизации, необходимых для запуска и работы аварийного дизель-генератора (АДГ), должно осуществляться от стартерной или другой отдельной аккумуляторной батареи, расположенной в помещении АДГ.

#### **4.4 ПИТАНИЕ ОБЪЕДИНЕННЫХ ПУЛЬТОВ УПРАВЛЕНИЯ**

**4.4.1** Распределительные устройства объединенного пульта должны получать питание от ГРЩ непосредственно или через трансформаторы по двум независимым фидерам, подключенным к разным секциям сборных шин ГРЩ, или по одному фидеру от ГРЩ и по одному фидеру от АРЩ.

**4.4.2** Распределительные устройства объединенного пульта управления должны получать независимое питание по отдельному фидеру также от другого источника или источников, если это необходимо, исходя из требований к оборудованию, получающему питание от этих распределительных устройств, или по другим техническим причинам.

**4.4.3** На распределительном устройстве должен быть предусмотрен переключатель фидеров питания.

Если применяется автоматический переключатель, должно быть обеспечено также ручное переключение фидеров. При этом должна быть предусмотрена необходимая блокировка.

**4.4.4** Каждый потребитель из особо перечисленных в [4.2.1](#), получающий питание от распределительных устройств объединенного пульта управления, должен питаться по отдельному фидеру.

**4.4.5** В объединенном пульте управления должно быть предусмотрено устройство световой сигнализации о наличии напряжения питания от каждого из возможных фидеров.

## **4.5 РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА**

### **4.5.1 Конструкция распределительных щитов.**

**4.5.1.1** Каркасы, лицевые панели и кожухи главных, аварийных, секционных и групповых распределительных щитов должны изготавливаться из металла или из другого прочного негорючего материала.

Генераторные секции ГРЩ должны быть отделены друг от друга и от соседних секций переборками из негорючего материала, предотвращающими распространение искр и пламени.

**4.5.1.2** Распределительные щиты должны иметь достаточно жесткую конструкцию, выдерживающую механические напряжения, возникающие в условиях эксплуатации и вследствие коротких замыканий.

**4.5.1.3** Распределительные щиты должны быть по крайней мере защищены от капежа. Этой защиты не требуется, если щиты предназначены для установки в местах, где отсутствуют условия для попадания в распределительные щиты вертикально падающих капель.

**4.5.1.4** Распределительные щиты, предназначенные для установки в местах, доступных посторонним лицам, должны быть снабжены дверцами, открываемыми специальным ключом, одинаковым для всех распределительных щитов на ПБУ или МСП.

**4.5.1.5** Конструкция дверец распределительных щитов должна быть такой, чтобы после их открывания был обеспечен доступ ко всем частям, требующим ухода, а части, расположенные на дверцах и находящиеся под напряжением, должны быть защищены от случайного прикосновения.

Открываемые панели и дверцы, на которых расположены электрическая аппаратура управления и измерительные приборы, должны быть надежно заземлены не менее чем одной гибкой перемычкой. Если открываемые части щитов изготовлены из диэлектрического материала, должны быть заземлены приборы и аппаратура.

**4.5.1.6** Главные, аварийные и секционные распределительные щиты, а также пульты управления должны снабжаться поручнями, расположенными на их лицевой стороне. Распределительные щиты с доступом с задней стороны должны снабжаться горизонтальными поручнями, расположенными на задней стороне щита. В качестве материала для поручней допускается изоляционный материал, дерево или металлические трубы с соответствующим изоляционным покрытием.

**4.5.1.7** Генераторные панели ГРЩ должны освещаться светильниками, получающими питание со стороны генератора перед главным выключателем или не менее чем от двух разных систем сборных шин.

**4.5.1.8** Освещение лицевой стороны панелей распределительных щитов не должно мешать наблюдению за приборами и вызывать слепящего действия.

**4.5.1.9** Конструкция распределительных щитов прислонного типа должна обеспечивать доступ к частям, требующим обслуживания. Двери распределительных щитов и распределительных шкафов должны быть оборудованы устройствами для фиксирования их в открытом положении. Выдвижные блоки и приборы должны иметь устройства, предотвращающие выпадение в выдвинутом положении.

**4.5.1.10** Каждое распределительное устройство на напряжение выше безопасного, которое имеет коммутационную и защитную аппаратуру и на котором не установлен вольтметр, должно быть снабжено сигнальной лампой, показывающей наличие напряжения на шинах.

### **4.5.2 Шины и неизолированные провода.**

**4.5.2.1** Предельная температура нагрева шин и неизолированных проводов распределительных щитов при номинальной нагрузке и при коротком замыкании или

допустимой для медных шин односекундной нагрузке короткого замыкания должна определяться по национальным стандартам.

**4.5.2.2** Уравнильные шины должны быть рассчитаны по крайней мере на 50 % номинального тока наибольшего генератора, подключаемого к ГРЩ.

**4.5.2.3** Если шина соприкасается с изолированными частями или находится вблизи них, ее тепловое влияние в рабочем режиме или при коротком замыкании не должно вызывать превышения температуры, допустимой для данного изоляционного материала.

**4.5.2.4** Шины и неизолированные провода в распределительных устройствах должны обладать электродинамической и термической устойчивостью при протекании токов короткого замыкания, возникающих в соответствующих местах цепи. Электродинамические усилия, возникающие в шинах и неизолированных проводах при коротких замыканиях, должны определяться по национальным стандартам.

**4.5.2.5** Изоляторы и другие части, предназначенные для крепления шин и неизолированных проводов, должны выдерживать усилия, возникающие во время коротких замыканий.

**4.5.2.6** Частота собственных колебаний медных полосовых шин не должна находиться в диапазонах 40 – 60 и 90 – 110 Гц для номинальной частоты 50 Гц; 50 – 70 и 110 – 130 Гц для номинальной частоты 60 Гц.

**4.5.2.7** Шины и неизолированные провода, относящиеся к разным полюсам, должны быть маркированы следующими отличительными цветами:

- красным – для положительного полюса;
- синим – для отрицательного полюса;
- черным или зелено-желтым (поперечные полосы) – для заземляющих проводов;
- голубым – для среднего провода.

Уравнильный провод должен окрашиваться в цвет того полюса, в котором он находится, и добавочно белыми поперечными полосами.

**4.5.2.8** Шины и неизолированные провода, относящиеся к разным фазам должны быть маркированы следующими отличительными цветами:

- желтым – для фазы 1;
- зеленым – для фазы 2;
- фиолетовым – для фазы 3;
- голубым – для нейтрального провода;
- зелено-желтым (поперечные полосы) – для заземляющих проводов.

**4.5.2.9** Соединение шин должно выполняться таким образом, чтобы исключалась возможность появления коррозии в местах их соединения.

#### **4.5.3 Расчет токов короткого замыкания и выбор коммутационных аппаратов.**

**4.5.3.1** Коммутационные электрические аппараты должны соответствовать по крайней мере национальным стандартам и должны быть подобраны таким образом, чтобы:

в нормальных условиях работы их номинальные напряжения, номинальные токи и допустимые температуры не были превышены;

выдерживать без повреждений и достижения опасных температур предусмотренные перегрузки в переходных режимах;

их характеристики в режиме короткого замыкания соответствовали фактическому коэффициенту мощности короткозамкнутой цепи, а также характеру изменения сверхпереходного и переходного тока короткого замыкания.

**4.5.3.2** Номинальная отключающая способность коммутационных электрических аппаратов, предназначенных для отключения токов короткого замыкания, должна быть не меньше, чем ожидаемый ток короткого замыкания в месте их установки в момент отключения.

**4.5.3.3** Номинальная включающая способность автоматических выключателей и выключателей, которые могут быть включены в цепь, замкнутую накоротко, должна быть не

менее ожидаемого максимального тока включения в месте их установки при коротком замыкании.

**4.5.3.4** Ток электродинамической стойкости электрических аппаратов, не предназначенных для отключения токов короткого замыкания, должен быть не менее ожидаемого максимального тока короткого замыкания в месте их установки.

**4.5.3.5** Термическая устойчивость аппаратов должна соответствовать ожидаемому току короткого замыкания в момент отключения в местах их установки с учетом предусматриваемой продолжительности короткого замыкания, обусловленной селективным действием защиты.

**4.5.3.6** Применение автоматического выключателя, не обладающего отключающей и/или включающей способностью, соответствующей максимальному ожидаемому току короткого замыкания в месте, где он установлен, допускается при условии, что он защищен со стороны генератора предохранителями и/или автоматическим выключателем, имеющим по крайней мере необходимые номиналы для токов короткого замыкания и не являющимся выключателем генератора.

Характеристики устройства, составленного таким образом, должны быть такими, чтобы:

**.1** при отключении максимального ожидаемого тока короткого замыкания автоматический выключатель на стороне нагрузки не повреждался до степени непригодности к дальнейшей работе;

**.2** при включении автоматического выключателя на максимальный ожидаемый ток короткого замыкания остальная часть установки не повреждалась; при этом допускается, чтобы автоматический выключатель, установленный на стороне нагрузки, не был бы немедленно пригодным к дальнейшей работе.

**4.5.3.7** В цепях с номинальным током нагрузки, превышающим 320 А, для защиты от перегрузок должны устанавливаться автоматические выключатели.

**4.5.3.8** Выключатели в цепях генераторов постоянного тока смешанного возбуждения, предназначенных для параллельной работы, должны иметь полюс для уравнительного провода, механически сопряженный с остальными полюсами выключателя таким образом, чтобы он включался до подключения остальных полюсов к шинам и отключался после их отключения.

**4.5.3.9** Расчет токов короткого замыкания должен выполняться на основе стандартов или расчетных методов, одобренных Регистром.

**4.5.3.10** При расчете максимальных токов короткого замыкания эквивалентный источник тока короткого замыкания должен содержать все генераторы, включая синхронные компенсаторы, которые могут быть параллельно включены и все электродвигатели, работающие одновременно. Токи от генераторов и двигателей должны быть рассчитаны на основе их характеристик.

При отсутствии точных сведений для электродвигателей переменного тока принимаются следующие кратности действующего тока подпитки точки короткого замыкания:

в начальный момент короткого замыкания –  $6,25 I_r$

в момент  $T$ , т.е. после одного периода короткого замыкания, –  $2,5 I_r$ ;

в момент  $2T$ , т.е. после двух периодов короткого замыкания, –  $I_r$ ;

для ударного тока –  $8 I_r$ ;

( $I_r$  – суммарный номинальный ток электродвигателей, работающих одновременно в расчетном режиме).

При расчетах максимального значения тока короткого замыкания в системах постоянного тока значение тока подпитки от электродвигателей принимается равным 6-кратной сумме номинальных токов электродвигателей, работающих одновременно в расчетном режиме.

Расчет токов короткого замыкания следует выполнять для всех расчетных точек короткого замыкания, необходимых для выбора или проверки элементов силовой

электрической цепи. В любом случае расчет токов короткого замыкания следует выполнить для следующих расчетных точек:

- со стороны генератора – на выводах автоматического выключателя;
- на сборных шинах ГРЩ;
- на шинах АРЩ;

на клеммах потребителей и шинах щитов, получающих питание непосредственно от ГРЩ.

Расчет минимального тока короткого замыкания следует выполнять, если он требуется для оценки чувствительности защиты установки.

Расчет токов короткого замыкания должен содержать перечень предусмотренных коммутационных аппаратов и их характеристики, а также ожидаемый в месте их установки ток короткого замыкания.

#### **4.5.4 Расположение коммутационных аппаратов и измерительных приборов.**

**4.5.4.1** Аппараты, измерительные и контрольные приборы, относящиеся к соответствующим генераторам и другим крупным ответственным устройствам, следует устанавливать на распределительных устройствах, относящихся к этим генераторам и устройствам.

Это требование может быть не выполнено для генераторов, если имеется центральный пульт управления, на котором установлены коммутационная аппаратура и измерительные приборы нескольких генераторов.

**4.5.4.2** Для каждого генератора постоянного тока должны устанавливаться на главном и аварийном распределительных щитах по одному амперметру и вольтметру.

Для каждого генератора переменного тока должны быть установлены на ГРЩ и для аварийного генератора – на АРЩ следующие измерительные приборы:

- .1 амперметр с переключателем для измерения тока в каждой фазе;
- .2 вольтметр с переключателем для измерения фазных или линейных напряжений;
- .3 частотомер (допускается применение одного сдвоенного частотомера для генераторов, работающих параллельно, с переключателем на каждый генератор);
- .4 ваттметр (для мощности свыше 50 кВА);
- .5 другие необходимые приборы.

**4.5.4.3** В случае использования на ГРЩ или АРЩ для подключения и защиты мощных потребителей или секционных распределительных щитов автоматических выключателей с блоками управления, имеющими возможность вывода на встроенный монитор отдельных параметров, допускается соответствующие измерительные приборы не устанавливать.

**4.5.4.4** В цепях ответственных потребителей с номинальным током от 20 А и более должны устанавливаться амперметры, которые допускается устанавливать на ГРЩ или у постов управления. Допускается установка амперметров с переключателями, но не более чем на шесть потребителей.

**4.5.4.5** На ГРЩ в каждом фидере питания от внешнего источника электрической энергии должны быть предусмотрены:

- .1 коммутационные и защитные устройства;
- .2 вольтметр или сигнальная лампа;
- .3 устройство защиты от обрыва фаз.

**4.5.4.6** На главных и аварийных распределительных щитах для каждой изолированной системы распределения должно быть установлено переключаемое или отдельное устройство для измерения сопротивления изоляции. Ток утечки на корпус, обусловленный работой измерительного устройства, в любых случаях не должен превышать 30 мА.

Должна быть предусмотрена световая и звуковая сигнализация о недопустимом понижении сопротивления изоляции с выводом на центральный пост управления электроэнергетической системой.

**4.5.4.7** Измерительные приборы должны иметь шкалы с запасом по делениям, превышающим номинальные значения измеряемых величин.

Следует применять измерительные приборы с пределами шкал не менее следующих:

- .1** вольтметры – 120 % номинального напряжения;
- .2** амперметры для генераторов, не работающих параллельно, и потребителей – 130 % номинального тока;
- .3** амперметры для генераторов, работающих параллельно, – предел шкалы тока нагрузки 130 % номинального тока и предел шкалы обратного тока 15 % номинального тока (последнее только для генераторов постоянного тока);
- .4** ваттметры для генераторов, не работающих параллельно, – 130 % номинальной мощности;
- .5** ваттметры для генераторов, работающих параллельно, – предел шкалы мощности нагрузки 130 % и предел шкалы обратной мощности 15 %;

**.6** частотомеры –  $\pm 10$  % номинальной частоты.

**4.5.4.8** Номинальные напряжения, токи и мощности генераторов должны быть отмечены на шкалах измерительных приборов ясно видимыми отметками.

**4.5.4.9** Там, где возможно, выключатели должны устанавливаться и подключаться к шинам таким образом, чтобы в положении «Выключено» подвижные контакты и вся связанная с выключателем защитная и контрольная аппаратура не находились под напряжением.

**4.5.4.10** Если в цепях распределительных щитов устанавливаются выключатели с предохранителями, предохранители должны быть обязательно расположены между шинами и выключателями.

**4.5.4.11** Предохранители в распределительных щитах, установленных на фундаменте на уровне настила, должны быть расположены на уровне не ниже 150 и не выше 1800 мм от настила.

Находящиеся под напряжением открытые части распределительных щитов должны быть расположены на высоте не менее 150 мм над настилом.

**4.5.4.12** Предохранители в распределительных щитах должны устанавливаться таким образом, чтобы доступ к ним был легким и замена плавких вставок не вызывала опасности для обслуживающего персонала. Ввинчиваемые предохранители должны быть установлены таким образом, чтобы питающие провода были подключены к центральной, менее доступной клемме.

**4.5.4.13** Предохранители, защищающие полюсы или фазы одной цепи, должны быть установлены рядом горизонтально или вертикально, с учетом конструкции предохранителя. Взаимное расположение предохранителей в цепи переменного тока соответственно последовательности фаз должно быть слева направо или сверху вниз.

В цепи постоянного тока предохранитель положительного полюса должен быть расположен слева, сверху или ближе к обслуживаемому персоналу.

**4.5.4.14** Ручные приводы регуляторов напряжения, установленные на главном или аварийном распределительном щите, должны располагаться вблизи измерительных приборов, относящихся к соответствующим генераторам.

**4.5.4.15** Амперметры генераторов постоянного тока со смешанным возбуждением, предназначенных для параллельной работы, должны быть установлены в цепи полюса, не соединенного с уравнильным проводом.

**4.5.4.16** Для подключения подвижных или ограниченно подвижных приборов должны применяться многопроволочные гибкие провода.

**4.5.4.17** Органы управления аппаратов, приборы, панели и отходящие цепи на распределительных щитах должны иметь надписи. Коммутационные положения (включено/выключено) аппаратов должны быть обозначены. Кроме того, должны быть указаны номинальные токи установленных предохранителей, уставки автоматических выключателей и электротепловых реле.

**4.5.4.18** Каждая цепь, отходящая от распределительного щита, должна быть снабжена выключателем, отключающим все полюса и/или фазы. Выключатели могут не

устанавливаться во вторичных распределительных коробках освещения, имеющих общий выключатель, а также в цепях приборов, устройств блокировки и сигнализации, местного освещения щитов, защищенных предохранителями.

#### **4.5.5 Световая сигнализация.**

**4.5.5.1** Для световой сигнализации должны применяться цвета, указанные в [табл. 4.5.5.1](#).

Таблица 4.5.5.1

| Цвет               | Значение                   | Вид сигнала           | Состояние механизма                                                |
|--------------------|----------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Красный            | Авария                     | Постоянный (мигающий) | Аварийное отключение устройством защиты                            |
| Желтый (оранжевый) | Неисправность              | Постоянный (мигающий) | Не нормальное состояние (перегрузка, отклонение параметра и т. п.) |
| Зеленый            | В работе                   | Постоянный            | Нормальный режим                                                   |
| Белый (синий)      | Наличие напряжения питания | Постоянный            | Механизм готов к пуску (работе)                                    |

#### **4.5.6 Размещение распределительных устройств.**

**4.5.6.1** Главные и секционные распределительные щиты, другие распределительные устройства должны устанавливаться в местах, где исключена возможность концентрации газов, паров нефти и воды, пыли и кислотных испарений.

**4.5.6.2** Если распределительное устройство с защитным исполнением IP10 и ниже располагается в специальном помещении, шкафу или нише, то такие помещения должны быть изготовлены из негорючего материала или иметь облицовку из такого материала.

**4.5.6.3** Размещение трубопроводов и цистерн вблизи распределительных щитов должно соответствовать требованиям части VIII «Системы и трубопроводы».

**4.5.6.4** Генераторные агрегаты и подключенный к ним ГРЩ должны располагаться в одном помещении, или в одной главной вертикальной противопожарной зоне.

Выгородки, предусмотренные для ГРЩ, ЦПУ и других специальных электрических помещений, находящиеся в пределах главных границ машинного помещения, не считаются отделяющими их от генераторных агрегатов.

#### **4.5.7 Доступ к распределительным щитам.**

**4.5.7.1** С передней стороны распределительного щита должен быть проход шириной не менее 800 мм при длине щита до 3 м и не менее 1000 мм при длине щита свыше 3 м.

**4.5.7.2** С задней стороны вдоль свободно стоящих распределительных щитов должен быть обеспечен проход шириной не менее 600 мм для щитов длиной до 3 м и не менее 800 мм для более длинных щитов.

Между свободно стоящими распределительными устройствами, имеющими открытые части под напряжением и размещенными в специальных электрических помещениях, ширина проходов должна быть не менее 1000 мм.

**4.5.7.3** Пространство позади свободно стоящих распределительных щитов с открытыми частями, находящимися под напряжением, должно быть выгорожено и снабжено дверями в соответствии с [2.8.1](#).

**4.5.7.4** У распределительных щитов длиной более 3 м должно быть предусмотрено не менее двух дверей в пространство за щитом из помещения, в котором установлен щит. Эти двери должны находиться на возможно большем расстоянии друг от друга.

Допускается, чтобы одна из дверей выходила в смежное помещение, которое имеет по крайней мере второй выход.

**4.5.7.5** Проходы, указанные в [4.5.7.1 – 4.5.7.3](#), измеряются от наиболее выступающих частей аппаратуры и конструкций щита до выступающих частей оборудования или конструкций корпуса.

**4.5.7.6** В проходах перед и за распределительными щитами должны быть размещены диэлектрические коврики.

**4.5.7.7** Дополнительные требования по размещению распределительных устройств на напряжение свыше 1000 В указаны в [разд. 18](#).

## **5 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРИВОДЫ МЕХАНИЗМОВ И УСТРОЙСТВ**

### **5.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

**5.1.1** Местные посты управления приводов должны удовлетворять соответствующим требованиям части VII «Механические установки и механизмы», а питание электрических (электронных) систем автоматизации – требованиям части XIV «Автоматизация».

**5.1.2** Механизмы с электрическим приводом должны иметь световую сигнализацию о включенном состоянии электропривода.

**5.1.3** Устройства, имеющие автоматическое, дистанционное и местное управление, должны быть выполнены таким образом, чтобы при переходе на местное управление автоматическое и дистанционное управление отключалось. При этом местное управление должно быть независимым от автоматического или дистанционного.

## **5.2 БЛОКИРОВКА РАБОТЫ МЕХАНИЗМОВ**

**5.2.1** Механизмы, имеющие электрический и ручной приводы, должны быть оборудованы блокирующим устройством, исключающим возможность одновременной работы приводов.

**5.2.2** Если требуется включение в работу механизмов в определенной последовательности, должны быть применены соответствующие блокирующие устройства.

**5.2.3** Допускается установка устройства, выключающего блокировку, при условии, что оно защищено от непреднамеренного (случайного или несанкционированного) выключения блокировки. Вблизи этого устройства должна находиться информационная надпись, указывающая его назначение и запрещающая пользование им не уполномоченным на это лицам.

Такое устройство не допускается для механизмов, приведенных в [5.2.1](#).

**5.2.4** Пуск механизмов, электрические двигатели или аппаратура которых требуют во время нормальной работы дополнительной вентиляции, должен быть возможен только при действующей вентиляции.

### **5.3 ОТКЛЮЧАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА БЕЗОПАСНОСТИ**

**5.3.1** Системы управления механизмов, работа которых при определенных обстоятельствах может угрожать безопасности людей или платформы, должны снабжаться отключающими устройствами, обеспечивающими безопасное отключение питания электрического привода.

Отключающие устройства безопасности (кнопки, тумблеры и т.п.) должны быть защищены от случайного приведения их в действие.

**5.3.2** Кнопки или другие отключающие устройства безопасности должны быть расположены у постов управления или в других местах, обеспечивающих безопасность эксплуатации.

**5.3.3** В электрических приводах устройств и механизмов, в которых во избежание повреждений или аварийных случаев требуется ограничение движения, должны быть предусмотрены конечные выключатели, обеспечивающие надежное отключение электрического двигателя.

## **5.4 КОММУТАЦИОННАЯ И ПУСКРЕГУЛИРУЮЩАЯ АППАРАТУРА**

**5.4.1** Коммутационная аппаратура в цепях электрических приводов, не являющаяся одновременно защитным устройством от токов короткого замыкания, должна выдерживать ток короткого замыкания, который может протекать в месте ее установки, в течение времени, необходимого для срабатывания защиты.

**5.4.2** Пуск электрического двигателя должен быть возможен только из нулевого положения пускорегулирующей аппаратуры.

**5.4.3** У пускорегулирующей аппаратуры, которая позволяет осуществлять отключение обмоток параллельного возбуждения, должно быть предусмотрено устройство для гашения поля.

**5.4.4** Для каждого электрического двигателя мощностью 0,5 кВт и более и его пускорегулирующей аппаратуры должно быть предусмотрено устройство для отключения питания; при этом, если пускорегулирующая аппаратура установлена на главном или другом распределительном щите в этом же помещении и обеспечена ее видимость с места установки электрического двигателя, то для этой цели допускается использование выключателя, установленного на щите.

Если требования о расположении пускорегулирующей аппаратуры, изложенные выше, не выполнены, следует предусмотреть:

- .1** устройство, блокирующее выключатель на распределительном щите в выключенном положении; или
- .2** дополнительный выключатель вблизи электрического двигателя; или
- .3** такую установку предохранителей в каждом полюсе или фазе, чтобы они могли быть легко вынуты и вновь вставлены обслуживающим персоналом.

## **5.5 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРИВОДЫ НАСОСОВ**

**5.5.1** Электрические двигатели топливперекачивающих и маслоперекачивающих насосов и сепараторов должны быть оборудованы дистанционными отключающими устройствами, находящимися вне помещений этих насосов и вне шахт машинных помещений, но в непосредственной близости от выхода из этих помещений.

**5.5.2** Электрические двигатели насосов, откачивающих жидкости за борт через отливные отверстия, находящиеся выше уровня ватерлинии при самой малой осадке, в местах спуска спасательных шлюпок или спасательных плотов, должны быть оборудованы выключателями, находящимися вблизи постов управления приводных механизмов спусковых устройств соответствующих шлюпок или плотов.

**5.5.3** Электрические двигатели погружных осушительных и аварийных пожарных и балластных насосов должны иметь устройства дистанционного пуска, расположенные выше палубы переборок. Устройства дистанционного пуска должны иметь световую сигнализацию о включении электрического привода.

**5.5.4** Отключающие устройства электрических приводов, указанные в [5.5.1](#), должны быть размещены на видимых местах, защищены от непреднамеренного воздействия и снабжены поясняющими надписями.

**5.5.5** Местный пуск пожарных, балластных и осушительных насосов должен быть возможен даже в случае повреждения их цепей дистанционного управления.

**5.5.6** Электрические двигатели пожарных, балластных и осушительных насосов (по крайней мере один из пары) должны получать питание через АРЩ и быть способными выполнять свои функции в случае потери питания от основного источника электрической энергии.

**5.5.7** Кабели и кабельные вводы в погружные насосы должны иметь соответствующую защиту от механических повреждений и должны быть работоспособными при максимальном давлении столба воды в случае наивысшей ватерлинии при повреждении корпуса ПБУ.

**5.5.8** Электрические двигатели насосов перекачки, сдачи или сброса нефтесодержащих или сточных вод должны иметь устройства дистанционного отключения, установленные в районе расположения выходных патрубков.

## **5.6 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРИВОДЫ ЯКОРНЫХ И ШВАРТОВНЫХ МЕХАНИЗМОВ**

**5.6.1** В дополнение к требованиям части VII «Механические установки и механизмы» привод брашпиль, якорно-швартовных шпилей и швартовных лебедок должен удовлетворять требованиям настоящей части.

**5.6.2** При применении электрических двигателей переменного тока с короткозамкнутым ротором электрические приводы якорного и швартовного механизмов после 30-минутной работы при номинальной нагрузке должны обеспечивать возможность стоянки под током электрического двигателя при номинальном напряжении в течение не менее 30 с для якорных механизмов и 15 с для швартовных механизмов. Для двигателей с переключаемыми полюсами это требование действительно для работы двигателей с обмоткой, создающей наибольший пусковой момент.

Электрические двигатели постоянного тока и переменного тока с фазным ротором должны выдерживать указанный выше режим стоянки под током, но при моменте, в два раза превышающем номинальный, причем напряжение может быть ниже номинального.

После режима стоянки под током превышение температуры должно быть не более 130 % допустимого значения для примененной изоляции.

**5.6.3** У якорно-швартовных шпилей и швартовных лебедок на ступенях скоростей, предназначенных только для швартовных операций, должна быть предусмотрена защита от перегрузки электрического двигателя.

## **5.7 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРИВОДЫ ВЕНТИЛЯТОРОВ**

**5.7.1** Электрические двигатели вентиляторов машинных помещений и помещений, связанных с взрывоопасными зонами, должны иметь не менее двух отключающих устройств, причем одно из них должно находиться вне этих помещений и их шахт, но в непосредственной близости от выхода из этих помещений.

**5.7.2** Электрические двигатели вентиляторов грузовых трюмов, других технологических помещений, а также вентиляторов камбуза должны иметь отключающие устройства, расположенные в местах, легко доступных с палубы, но вне шахт машинных помещений.

Электрические двигатели вытяжной вентиляции камбузных плит независимо от числа отключающих устройств должны иметь отключающее устройство, расположенное непосредственно в помещении камбуза.

**5.7.3** Электрические двигатели вентиляции жилых и служебных помещений должны иметь по крайней мере два устройства дистанционного отключения, причем одно должно быть расположено на главном посту управления, а второе отключающее устройство должно иметь доступ с открытой палубы.

**5.7.4** Электрические двигатели вентиляторов помещений, которые защищены системой объемного пожаротушения, должны иметь отключающее устройство, автоматически срабатывающее при пуске системы пожаротушения в данное помещение.

## **5.8 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРИВОДЫ ЛЕБЕДОК СПАСАТЕЛЬНЫХ ШЛЮПОК**

**5.8.1** Электрический привод шлюпочной лебедки должен обеспечивать выполнение требований части II «Спасательные средства» Правил по оборудованию морских судов.

**5.8.2** Органы управления электрическим приводом шлюпочной лебедки должны иметь устройство самовозврата в положение «стоп».

**5.8.3** Непосредственно у поста управления шлюпочной лебедкой должен устанавливаться выключатель силовой цепи электрического двигателя.

## **5.9 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРИВОДЫ ВОДОНЕПРОНИЦАЕМЫХ И ПРОТИВОПОЖАРНЫХ ДВЕРЕЙ**

**5.9.1** Электрические приводы водонепроницаемых дверей должны обеспечивать выполнение требований части III «Устройства, оборудование и снабжение».

**5.9.2** Питание электрических приводов и сигнализации об открытом и закрытом положении

водонепроницаемых дверей должно осуществляться от основного, аварийного и аварийного переходного источников электрической энергии в соответствии с требованиями [4.2](#) и [9.3](#).

**5.9.3** Электрические приводы устройств, удерживающих противопожарные двери открытыми (см. часть VI «Противопожарная защита»), должны:

- .1** получать питание от основных и аварийных источников электрической энергии;
- .2** иметь дистанционное управление с главного и резервного постов управления установкой для закрывания каждой двери в отдельности, по группам или всех дверей одновременно;
- .3** автоматически закрывать все двери одновременно при исчезновении напряжения питания;
- .4** быть сконструированы таким образом, чтобы любое повреждение в устройстве закрывания одной двери не выводило из действия системы питания и управления другими дверями.

## **5.10 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРИВОДЫ РУЛЕВЫХ УСТРОЙСТВ САМОХОДНЫХ ПБУ**

**5.10.1** Для главных и вспомогательных рулевых устройств, требуемых для управления ПБУ, должны быть предусмотрены электрические или электрогидравлические приводы.

**5.10.2** Электрические системы главных и вспомогательных рулевых приводов должны быть спроектированы таким образом, чтобы любая неисправность в одной системе не могла вывести из строя другую. Этот же принцип должен быть применен, когда вместо главного и вспомогательного привода рулевого устройства применяются два и более идентичных агрегата.

**5.10.3** Характеристики и мощность электродвигателя рулевого устройства должна определяться из требуемого тормозного и максимального рабочего момента привода для всех возможных рабочих условий. Отношение опрокидывающего момента к номинальному должно быть по крайней мере 1,6.

**5.10.4** Каждый электродвигатель главного и вспомогательного рулевого устройства должен иметь собственный пускатель, расположенный в румпельном отделении установки. Допускается расположение пускателей в помещениях распределительных щитов, откуда они получают питание.

**5.10.5** Каждый электрический или электрогидравлический привод, состоящий из одного или более агрегатов, должен получать питание по двум фидерам от ГРЩ, проложенным в разных трассах на максимально возможном удалении друг от друга. Один из этих фидеров должен получать питание от АРЩ. Вспомогательный электрический или электрогидравлический привод может получать питание от фидеров питания главного привода.

**5.10.6** Каждый фидер должен быть рассчитан на питание всех электродвигателей и пусковой и регулирующей аппаратуры, которые подключены к нему и могут работать одновременно.

**5.10.7** При выходе из строя основного источника питания электропривода должно быть обеспечено автоматическое восстановление питания в течение 45 с от аварийного источника электрической энергии или от другого независимого источника, установленного в румпельном помещении и предназначенного только для этой цели.

**5.10.8** Каждая система пуска и остановки электроприводов должна получать питание от соответствующих фидеров питания электродвигателей.

**5.10.9** Системы управления электроприводами рулевого устройства должны получать питание по отдельным фидерам, проложенным отдельными трассами, от соответствующих пускателей в румпельном помещении, или от шин распределительных устройств, питающих силовые цепи рулевого привода.

**5.10.10** Для каждой силовой цепи и цепи управления должна быть предусмотрена защита только от коротких замыканий. Других видов защиты предусматриваться не должно.

Защита от сверхтоков может быть допущена, если она будет срабатывать не менее чем при двукратном номинальном токе, с соответствующей выдержкой времени. Указанная защита не должна срабатывать от пусковых токов двигателей.

**5.10.11** Пуск и остановка электрических двигателей привода руля должен осуществляться из рулевой рубки и из румпельного помещения. В румпельном помещении должны быть предусмотрены устройства, отключающие дистанционный пуск и остановку и обеспечивающие включение двигателей при любых неисправностях дистанционного управления. Пусковые устройства должны обеспечивать повторный автоматический пуск электродвигателей при восстановлении напряжения после перерыва в подаче питания.

**5.10.12** Система управления главной рулевой установкой должна предусматривать возможность управления как из рулевой рубки, так и из румпельного помещения. Это же относится и к системе управления вспомогательным приводом рулевой установки, причем обе системы управления должны быть независимыми друг от друга.

**5.10.13** Если предусматривается рулевая установка с двумя и более идентичными электрическими приводами, то должны быть предусмотрены как минимум две независимые системы управления, способные обеспечить управление как из рулевой рубки так и из румпельного помещения. При этом не требуется дублировать рулевой штурвал или другие органы управления. Если в системе управления предусмотрен гидравлический задающий механизм, то его также не требуется дублировать.

**5.10.14** В рулевой рубке и у поста управления пропульсивной установкой в машинном помещении должна быть предусмотрена световая и звуковая сигнализация:

**.1** об исчезновении напряжения питания, обрыве фазы и перегрузке каждого силового агрегата;

**.2** об исчезновении напряжения питания каждой системы управления;

**.3** о минимальном уровне масла в каждой цистерне гидравлической системы.

Кроме того, должна быть предусмотрена световая индикация работы силовых агрегатов рулевого привода.

**5.10.15** В рулевой рубке должен быть предусмотрен индикатор положения пера руля. Это устройство должно быть независимым от силовых агрегатов рулевого устройства и от их систем управления. Устройство должно получать питание от АРЩ, или от другого независимого источника электрической энергии, например от системы бесперебойного питания. В румпельном помещении также должна быть предусмотрена индикация положения пера руля, но она не обязательно должна быть электрической.

**5.10.16** Дублированные силовые цепи и соответствующие системы управления рулевой установкой с их компонентами в шкафах управления и пультах должны быть отделены физически друг от друга насколько это возможно. Соответствующие кабели должны прокладываться разными трассами на максимальном удалении друг от друга, как по горизонтали, так и по вертикали, по всей их длине.

## **5.11 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРИВОДЫ ТОПОЧНЫХ УСТРОЙСТВ КОТЛОВ И ИНСИНЕРАТОРОВ**

**5.11.1** Электрические приводы топочных устройств, котлов и инсинераторов должны иметь устройства дистанционного отключения, расположенные вне помещений, где они установлены (см. также 5.3.8 части X «Котлы, теплообменные аппараты и сосуды под давлением» Правил классификации и постройки морских судов и 4.3.4, 4.3.5 и 6.2.3 части XIV «Автоматизация» Правил ПБУ/МСП).

**5.11.2** Если помещения, где установлены инсинераторы и котлы, защищены аэрозольной системой пожаротушения, то электрические приводы топочных устройств котлов и инсинераторов должны автоматически отключаться при пуске этой системы.

## **6 ОСВЕЩЕНИЕ**

### **6.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

**6.1.1** Во всех помещениях, местах и пространствах платформы, освещение которых является важным для обеспечения безопасности персонала, управления механизмами и устройствами, обитаемости и эвакуации людей, должны быть установлены стационарные светильники основного освещения, которые должны получать питание от основного источника электрической энергии.

**6.1.2** Перечень помещений, мест и пространств, где в дополнение к светильникам основного освещения должны быть установлены светильники аварийного освещения, приведен в [9.3.1.1](#).

Светильники, установленные в помещениях и пространствах, где возможно механическое повреждение колпаков, должны быть снабжены защитными сетками.

**6.1.3** Установка светильников должна выполняться таким образом, чтобы исключался нагрев кабелей и близлежащих материалов до температуры, превышающей допустимую.

**6.1.4** В помещениях и местах, которые освещаются люминесцентными лампами и в которых находятся видимые вращающиеся части механизмов, должны быть приняты меры для устранения стробоскопического эффекта.

**6.1.5** В помещениях и пространствах, освещаемых светильниками с разрядными лампами, не обеспечивающими непрерывности горения при колебаниях напряжения в соответствии с [2.1.3](#), должны предусматриваться также светильники с лампами накаливания.

**6.1.6** Аккумуляторные и другие взрывоопасные помещения и пространства должны освещаться светильниками из смежных безопасных помещений через газонепроницаемые застекленные отверстия или светильниками взрывозащищенного исполнения, установленными внутри помещений.

## 6.2 ПИТАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ОСНОВНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

**6.2.1** Распределительные щиты основного освещения должны получать питание по отдельным фидерам. От щитов основного освещения допускается осуществлять питание электрических приводов неотчетственного назначения мощностью до 0,25 кВт и отдельных каютных электрических грелок с номинальным током до 10 А.

**6.2.2** Защитные устройства конечных ответвленных цепей освещения должны рассчитываться на номинальный ток не более 16 А, суммарный ток нагрузки подключенных потребителей не должен превышать 80 % номинального тока защитного устройства.

Число осветительных точек, питаемых от конечных цепей освещения, не должно превышать приведенного в [табл. 6.2.2](#).

Таблица 6.2.2

| Напряжение, В | Макс, число освет. точек |
|---------------|--------------------------|
| До 50         | 10                       |
| 51 – 120      | 14                       |
| 121 – 250     | 24                       |

**6.2.3** Освещение открытых палуб, машинных помещений, помещений постов управления, камбузов, служебных и общественных помещений, коридоров, трапов, туннелей, выходов на открытую палубу и т.п. должно получать питание не менее чем по двум независимым фидерам с таким расположением светильников, чтобы в случае выхода из строя одного из фидеров указанные помещения и пространства не теряли освещение полностью и обеспечивалась бы возможно большая равномерность их освещения. Эти фидеры должны получать питание от разных групповых щитов, которые в свою очередь должны получать питание от разных секций шин системы распределения электрической энергии.

**6.2.4** Светильники местного освещения в жилых помещениях, а также штепсельные розетки должны получать питание от щита освещения по отдельному фидеру, другому, чем фидер питания светильников общего освещения.

**6.2.5** Освещение помещений и пространств каждой противопожарной зоны ПБУ или МСП должно получать питание по двум фидерам, независимым от фидеров, питающих освещение других противопожарных зон.

Фидеры освещения по возможности должны быть проложены таким образом, чтобы пожар в одной зоне не повредил фидеров освещения в других зонах.

В случае применения секционированных шин освещения в ГРЩ такие фидеры должны получать питание от разных секций шин.

**6.2.6** Основное освещение должно быть выполнено таким образом, чтобы при выходе его из строя при пожаре или в другом аварийном случае в помещениях, в которых расположены основные источники энергии и/или трансформаторы основного освещения, система аварийного освещения в этих помещениях не выходила из строя.

## 6.3 АВАРИЙНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ

**6.3.1** Освещенность отдельных помещений, мест и пространств, указанных в [9.3.1.1](#), при аварийном освещении должна быть не менее 10 % общей освещенности при основном освещении (см. [6.7](#)). Допускается, чтобы освещенность от светильников аварийного освещения в машинных помещениях составляла 5 % освещенности при основном освещении, если предусмотрены штепсельные розетки, питаемые от сети аварийного освещения, предназначенные для переносных светильников.

**6.3.2** Для получения требуемой в [6.3.1](#) освещенности светильники аварийного освещения с лампами накаливания могут комбинироваться с люминесцентными лампами.

**6.3.3** Светильники основного освещения допускается использовать в качестве светильников аварийного освещения, если они могут получать питание также и от аварийных источников энергии.

**6.3.4** Сеть аварийного освещения должна быть выполнена таким образом, чтобы при выходе ее из строя при пожаре или в других аварийных случаях в помещениях, в которых расположены аварийные источники электрической энергии и/или трансформаторы аварийного освещения, система основного освещения не выходила из строя.

**6.3.5** Для аварийного освещения могут применяться стационарные светильники со встроенными аккумуляторами и с автоматической подзарядкой их от сети основного освещения.

**6.3.6** Каждый светильник аварийного освещения и светильник комбинированного, т.е. совместного с аварийным освещения должен быть обозначен красным цветом.

**6.3.7** Низкорасположенное аварийное освещение с электрическим питанием (если предусмотрено).

**6.3.7.1** Система низкорасположенного освещения должна получать питание от шин АРЩ таким образом, чтобы функционировать как в нормальных условиях, когда работают основные генераторы, так и в аварийных условиях. Система низкорасположенного освещения должна находиться в действии постоянно.

**6.3.7.2** Низкорасположенное освещение должно обеспечивать следующие уровни яркости:

- .1** активные части системы должны иметь минимальную яркость 10 кд/м<sup>2</sup>;
- .2** точечные источники, состоящие из миниатюрных ламп накаливания, должны обеспечивать среднюю сферическую интенсивность не менее 150 мкд при расстоянии между лампами не более 100 мм;
- .3** точечные источники, выполненные светоизлучающими диодами, должны иметь минимальную пиковую интенсивность 35 мкд. Угол сферического конуса половинной интенсивности должен соответствовать направлению подхода и обзора наблюдателя. Расстояние между светоизлучающими диодами должно быть не более 300 мм.

**6.3.7.3** Питание системы низкорасположенного освещения должно быть устроено таким образом, чтобы отказ любого источника света и пожар в одной противопожарной зоне или на одной палубе не приводили к выходу из строя освещения и маркировки участков пути эвакуации в другой противопожарной зоне или палубе.

**6.3.7.4** Отказ или повреждение любого источника света не должны приводить к потере видимого очертания пути эвакуации на участке длиной более 1 м.

**6.3.7.5** Степень защиты оболочек источников света должна быть не менее IP55.

## **6.4 ВЫКЛЮЧАТЕЛИ В ЦЕПЯХ ОСВЕЩЕНИЯ**

**6.4.1** Во всех цепях освещения должны быть применены двухполюсные выключатели.

В сухих жилых и служебных помещениях допускается применение однополюсных выключателей в цепях, отключающих одиночные светильники или группы светильников на номинальный ток не более 6 А, а также светильников на безопасное напряжение.

**6.4.2** Для стационарных светильников наружного освещения должны быть предусмотрены устройства централизованного отключения всех светильников с главного поста управления платформой или из другого поста с постоянной вахтой на верхней палубе.

**6.4.3** Выключатели цепей освещения помещений станций пожаротушения должны находиться с внешней стороны этих помещений.

**6.4.4** Выключатели освещения за свободно стоящими распределительными щитами должны устанавливаться у каждого входа за распределительный щит.

**6.4.5** В цепях аварийного освещения не должны применяться местные выключатели светильников. Допускается применение местных выключателей в цепях светильников аварийного освещения, которые в нормальных условиях являются светильниками основного освещения.

Главный пост управления платформы должен быть оборудован выключателем системы аварийного освещения.

Светильники аварийного освещения мест посадки в спасательные средства, которые в нормальных условиях являются светильниками основного освещения, должны включаться автоматически при обесточивании шин ГРЩ.

## **6.5 СВЕТИЛЬНИКИ ЛАМП НАКАЛИВАНИЯ И ГАЗОРАЗРЯДНЫЕ СВЕТИЛЬНИКИ**

**6.5.1** Светильники должны иметь такую конструкцию, чтобы кабельные вводы в них были достаточной величины и без необработанных (шершавых) выступов, острых углов и резких изгибов. Все выходы для кабелей должны иметь хорошо закругленные края и быть соответственно обработанными, чтобы не повреждать кабель.

**6.5.2** Изолированные проводники должны иметь возможность так подключаться к клеммам, чтобы они не могли в условиях вибрации прикасаться к другим токонесущим элементам внутри светильника.

**6.5.3** Светильники должны иметь такую конструкцию, чтобы пыль и влага не могли скапливаться внутри на их токоведущих частях и изоляции.

**6.5.4** Токонесущие части светильников должны быть надежно изолированы от корпуса или оболочки.

**6.5.5** Все металлические части светильников должны быть электрически соединены между собой и предусмотренной специальной клеммой для заземления.

**6.5.6** Детали, поддерживающие токонесущие части в ламподержателях, должны быть, как минимум, из материалов, не поддерживающих горение, для люминесцентных ламп и из негорючих материалов для ламп накаливания.

**6.5.7** Исполнение оболочки (корпуса) светильников должно быть, как минимум, IP2X.

**6.5.8** В светильниках для таких помещений как ванны, прачечные, камбузы и подобные, детали ламподержателей, к которым возможно прикосновение персонала во время замены лампы, должны быть изготовлены или покрыты изолирующим материалом и снабжены защитным экраном.

**6.5.9** В случае питания светильников от системы с заземленной нейтралью наружный контакт ламподержателя должен соединяться с нейтральным проводником системы питания.

**6.5.10** Дроссели и конденсаторы светильников тлеющего разряда должны защищаться надежно металлическими кожухами.

**6.5.11** Конденсаторы емкостью 0,5 мкФ и более должны снабжаться разрядными устройствами. Разрядное устройство должно быть выполнено таким образом, чтобы через 1 мин после отключения конденсатора его напряжение не превышало 50 В.

**6.5.12** Дроссели и трансформаторы с большим индуктивным сопротивлением должны устанавливаться как можно ближе к светильнику, для которого они предназначены. Трансформаторы должны иметь первичные и вторичные обмотки, электрически разделенными, и не должны содержать горючих материалов и жидкостей.

**6.5.13** Светильники тлеющего разряда, питаемые напряжением свыше 250 В, должны быть снабжены предостерегающими надписями, указывающими напряжение. Все детали таких светильников, находящиеся под напряжением, должны быть защищены от случайного прикосновения при обслуживании.

**6.5.14** Конструкция светильников должна предусматривать соответствующий теплоотвод, вызываемый нагревом корпусов от ламп, балластных резисторов, емкостей и т.п. Температура поверхностей светильников, к которым возможно прикосновение в процессе обслуживания, не должна превышать 60 °С.

**6.5.15** Превышение температуры зажимов (клемм) для подключения кабелей питания над окружающей температурой не должно превышать 40 °С.

**6.5.16** Класс изоляции проводов, используемых для внутренних соединений должен быть в соответствии с максимальной температурой в корпусах светильников.

**6.5.17** Применяемые в светильниках ламподержатели (патроны) должны быть стандартного типа в соответствии с [табл. 6.5.17](#).

Таблица 6.5.17

| Типы ламподержателей                                          | Допустимые характеристики ламп |                       |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------|
|                                                               | Напряжение, В                  | Мощность, Вт / Ток, А |
| Ламподержатели ламп с винтовым цоколем:                       |                                |                       |
| E40                                                           | 250                            | 3000/16               |
| E27                                                           | 250                            | 200/4                 |
| E14                                                           | 250                            | 15/2                  |
| E10                                                           | 24                             |                       |
| Ламподержатели ламп с байонетным цоколем:                     |                                |                       |
| B22                                                           | 250                            | 200/4                 |
| B15d                                                          | 250                            | 15/2                  |
| 5s                                                            | 55                             | 15/2                  |
| Ламподержатели трубчатых люминесцентных ламп:                 |                                |                       |
| G13                                                           | 250                            | 80/                   |
| G5                                                            | 250                            | 13/                   |
| Ламподержатели линейных галогеновых и металлогалогидных ламп: |                                |                       |
| R7s                                                           | 250                            | 1500/                 |
| Fa4                                                           | 250                            | 2000/                 |

**6.5.18** Ламподержатели для ламп с цоколем E40 должны быть оборудованы устройствами для фиксации (закрепления) ламп в держателе.

## **6.6 ШТЕПСЕЛЬНЫЕ РОЗЕТКИ**

**6.6.1** Штепсельные розетки для переносного освещения должны быть установлены по крайней мере:

- .1** на палубе – вблизи постов управления брашпилем и швартовными лебедками;
- .2** в помещениях гирокомпаса и другого навигационного оборудования (при наличии);
- .3** в помещении преобразователей радиоустановки;
- .4** в помещениях рулевого устройства и подруливающих устройств (при наличии);
- .5** в помещениях аварийных агрегатов;
- .6** в машинных помещениях;
- .7** за ГРЩ;
- .8** в специальных электрических помещениях;
- .9** на главных и резервных постах управления;
- .10** в радиорубке (при наличии);
- .11** в районах выгородок лага, эхолота, других приборов, связанных с измерениями параметров внешней среды;
- .12** в помещениях централизованных установок вентиляции и кондиционирования воздуха.

**6.6.2** Штепсельные розетки для переносного оборудования, питаемые разными напряжениями, должны иметь конструкцию, исключающую соединение вилок для одного напряжения с розеткой для другого напряжения.

**6.6.3** Штепсельные розетки для переносного освещения, установленные на открытых палубах, должны быть установлены штепсельным разъемом вниз.

**6.6.4** Штепсельные розетки не должны устанавливаться в машинных помещениях ниже настила, в закрытых помещениях сепараторов топлива и масла или в местах, где требуется оборудование взрывозащищенного исполнения.

## 6.7 ОСВЕЩЕННОСТЬ

**6.7.1** Освещенность отдельных помещений и пространств должна быть не менее требуемой национальными санитарными нормами (стандартами) и по крайней мере не ниже указанной в [табл. 6.7.1](#).

Приведенные в [табл. 6.7.1](#) нормы общей освещенности относятся к уровню 800 мм над палубой (настилом) помещения, а нормы общей плюс местной освещенности – к уровню рабочих поверхностей.

Уровень общей освещенности должен измеряться на уровне 1 м над полом (палубой), а локальной освещенности – непосредственно над рабочей поверхностью.

Таблица 6.7.1

| Помещения и пространства                              | Общая (средняя) освещенность ( $E_{av}$ ), люкс, лк. | Мин. осв. лк. | Макс. осв. лк. |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------|----------------|
| Наружные пространства (основное осв.)                 | 50                                                   | 20            | 100            |
| Внутренние пространства, коридоры, жилые пространства | 100                                                  |               |                |
| (основное освещение)                                  |                                                      | 40            | 200            |
| Трапы                                                 | 150                                                  | 60            | 300            |
| Технологические пространства периодически посещаемые  | 150                                                  | 60            | 300            |
| Технологические пространства часто посещаемые         | 300                                                  | 150           | 450            |
| Буровая площадка                                      | 300                                                  | 150           | 450            |
| Помещения постов управления, лаборатории              | 500                                                  | 250           | 750            |
| Машинные помещения, насосные помещения                | 200                                                  | 80            | 400            |
| Помещения вспомогательных механизмов                  | 200                                                  | 80            | 400            |
| Мастерские                                            | 300                                                  | 120           | 600            |
| Помещения распределительных щитов                     | 300                                                  | 150           | 450            |
| Служебные помещения (офисы)                           | 500                                                  | 250           | 750            |
| Прачечные, камбузы, столовые                          | 300                                                  | 120           | 600            |
| Лазарет; госпиталь                                    | 300                                                  | 120           | 360            |
| Локальное освещение в лазарете                        | 1000                                                 | 500           | 1500           |
| Помещения радиооборудования                           | 500                                                  | 250           | 750            |
| Аварийный лазарет (если предусмотрен)                 | 300                                                  | 120           | 360            |

Примечания: 1. Количество точек замера, требуемых для оценки освещенности выбирается по нижеприведенной таблице и зависит от индекса помещения, рассчитываемого по формуле

$$K = (ab)/h(a + b),$$

где  $K$  – индекс;  
 $a$  и  $b$  – длины сторон помещения;  
 $h$  – высота светильника над рабочей площадью.

| Индекс помещения «K» | Количество точек |
|----------------------|------------------|
| Менее 1              | 4                |
| 1 до 2               | 9                |
| 2 до 3               | 16               |
| 3 и более            | 25               |

2. Расчет первоначальных уровней освещенности должен предусматривать естественное ухудшение освещенности из-за старения ламп и накопления загрязнений светильников.

## **6.8 ПРОЖЕКТОРЫ И ДУГОВЫЕ ЛАМПЫ**

**6.8.1** Все части прожекторов или дуговых ламп, предназначенные для обслуживания и регулировки в процессе работы должны иметь конструкцию, исключающую риск поражения оператора электрическим током.

**6.8.2** Выключатели, предназначенные для прожекторов или дуговых ламп, должны быть многополюсными.

**6.8.3** В случае использования с дуговыми лампами последовательных резисторов, выключатели должны отключать от сети как лампу, так и ее последовательный резистор.

## **7 ВНУТРЕННЯЯ СВЯЗЬ И СИГНАЛИЗАЦИЯ**

### **7.1 МАШИННЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ТЕЛЕГРАФЫ САМОХОДНЫХ ПБУ**

**7.1.1** Машинные телеграфы, кроме требований настоящей главы, должны соответствовать требованиям части VII «Механические установки и механизмы».

**7.1.2** Машинные телеграфы должны иметь шкалы с регулируемой подсветкой, быть оборудованы световой сигнализацией о наличии напряжения в цепи питания и звуковой сигнализацией об исчезновении напряжения в цепи питания.

**7.1.3** Машинные телеграфы должны получать питание от ГРЩ или от щита навигационного оборудования.

При наличии на ПБУ объединенного пульта управления машинный телеграф может получать питание от этого пульта.

**7.1.4** Установка поста машинного телеграфа в главном посту управления должна быть такой, чтобы при передаче приказаний о ходе оперативная рукоятка прибора перемещалась в том же направлении, что и ПБУ. Вертикальное положение рукоятки должно соответствовать команде «стоп».

**7.1.5** При установке машинных телеграфов, устройств дистанционного управления главными двигателями и винтами регулируемого шага на наклонных панелях пультов управления рукоятка в положении «стоп» должна быть установлена перпендикулярно к плоскости пульта и фиксироваться точно в этом положении.

**7.1.6** При наличии двух машинных телеграфов и более, расположенных в непосредственной близости друг от друга (на одной палубе), передача команд любым из них и получение ответа должны одновременно индицироваться всеми телеграфами без дополнительных переключений.

Переход на телеграфы, расположенные на другой палубе или в другой части ПБУ, должен осуществляться при помощи переключателей, расположенных на ходовом мостике (главном посту управления).

**7.1.7** Каждый машинный телеграф должен иметь звуковое сигнальное устройство, обеспечивающее подачу звукового сигнала на передающем и принимающем приборе при подаче команды и ответе об исполнении. Действие звукового сигнального устройства не должно прекращаться, пока не будет получен правильный ответ на заданный ход (см. также часть VII «Механические установки и механизмы»).

## **7.2 СЛУЖЕБНАЯ ВНУТРЕННЯЯ СВЯЗЬ**

**7.2.1** Между главным постом, резервным постом и местными постами управления механической установкой, а также между главным постом управления и радиорубкой (если она вне главного поста) должна быть предусмотрена независимая парная телефонная связь.

При наличии на ПБУ или МСП закрытого или открытого центрального поста управления механической установкой должна быть обеспечена также независимая парная переговорная связь между ЦПУ и главным и резервным постами управления.

Для этой цели могут использоваться либо независимые парные телефонные связи, либо парная телефонная связь между главным постом и центральным постом управления с параллельно подключенными и установленными на местных постах управления телефонами.

**7.2.2** Кроме устройств связи, указанных в [7.2.1](#), должна быть предусмотрена отдельная система независимой телефонной связи между главным и резервным постами управления и постами в основных служебных помещениях и постами: на баке, юте, постом наблюдения на мачте (при наличии), постами в румпельном помещении и помещениями подруливающих устройств, помещениями, в которых расположены АРЩ, ответственное навигационное оборудование, станция объемного пожаротушения, а также с жилыми помещениями механиков и другими помещениями, в которых размещены устройства, обеспечивающие безопасность эксплуатации ПБУ или МСП.

Должна быть предусмотрена телефонная связь между центральным постом управления, местным постом управления главными механизмами и жилыми помещениями механиков. Вместо телефонов для этих целей допускается использовать двусторонние громкоговорящие устройства.

При наличии независимой парной переговорной связи между главным и резервным постами управления и указанными помещениями дополнительные средства связи можно не устанавливать.

**7.2.3** Системы служебной связи должны обеспечивать возможность вызова абонента и четкое ведение переговоров в условиях специфического шума у мест расположения оборудования связи. При установке аппаратов служебной телефонной связи в помещениях с большой интенсивностью шума должны быть приняты меры для шумопоглощения или предусматриваться дополнительные телефонные трубки.

**7.2.4** Для устройств связи, указанных в [7.2.1](#) и [7.2.2](#), должны применяться безбатарейные телефоны, или должно быть предусмотрено питание от основного источника электрической энергии и аккумуляторной батареи, включающейся автоматически при исчезновении питания от основного источника энергии, т. е. от системы бесперебойного питания.

**7.2.5** Повреждение или отключение одного аппарата не должно нарушать работоспособности других аппаратов.

**7.2.6** Телефоны, предусмотренные в [7.2.1](#) для парной переговорной связи, должны быть оборудованы звуковой и световой сигнализацией о вызове, как в центральном посту управления, так и в машинном отделении.

**7.2.7** Двусторонняя громкоговорящая установка может быть самостоятельной или совмещенной с командно-трансляционным устройством.

### **7.3 АВРАЛЬНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ**

**7.3.1** ПБУ/МСП должны быть оборудованы системой авральной сигнализации, обеспечивающей хорошую слышимость сигналов тревоги

во всех помещениях и пространствах, где могут находиться люди. В помещениях с высоким уровнем шума дополнительно к звуковому должен предусматриваться световой сигнал, например, вращающаяся проблесковая лампа.

**7.3.2** Звуковые и световые приборы авральной сигнализации должны устанавливаться в следующих местах:

- .1** в машинных помещениях;
- .2** в служебных и общественных помещениях;
- .3** в коридорах жилых, служебных и общественных помещений;
- .4** на открытых палубах;
- .5** в производственных помещениях и пространствах.

**7.3.3** Система авральной сигнализации должна получать питание от судовой сети, а также от шин АРЩ и аварийного переходного источника электрической энергии, согласно требованиям [9.3.1.7](#) и [9.3.6.3](#), или от источника (системы) бесперебойного питания ответственного оборудования.

Допускается питание авральной сигнализации от сети и от отдельной аккумуляторной батареи при наличии устройств для автоматического переключения цепей авральной сигнализации на аккумуляторную батарею. В этом случае не требуется питания от аварийного и переходного источников электрической энергии.

**7.3.4** Система авральной сигнализации должна обеспечиваться непрерывным питанием независимо от того, находится батарея аккумуляторов в положении зарядки или разрядки.

**7.3.5** В случае применения отдельной аккумуляторной батареи для авральной сигнализации допускается питать от нее также другие устройства внутренней связи и сигнализации, если емкость батареи достаточна для одновременного питания всех потребителей в течение не менее 3 ч, а также если эти устройства выполнены таким образом, что повреждение одной цепи не нарушает работы других цепей, и если для этих устройств не требуется более длительного времени питания.

**7.3.6** В цепях питания авральной сигнализации должна предусматриваться защита только от короткого замыкания. Устройства защиты должны устанавливаться в обоих проводах фидера питания, а также в цепях каждого звукового прибора.

Защита нескольких звуковых приборов одним общим защитным устройством допускается, если в помещениях, где они установлены, обеспечена хорошая слышимость других звуковых приборов, имеющих независимую защиту.

**7.3.7** Звуковые приборы авральной сигнализации должны располагаться таким образом, чтобы сигнал был четко слышен при шуме в данном помещении. Звуковые приборы, установленные в помещениях с большой интенсивностью шумов, должны снабжаться дополнительно световой сигнализацией.

Тональность приборов авральной сигнализации должна отличаться от тональности приборов других видов сигнализации.

Звуковые сигналы (за исключением колокола) должны иметь частоту сигнала от 200 до 2500 Гц. Могут быть предусмотрены средства регулирования частоты звуковых сигналов в указанных пределах.

**7.3.8** Авральная сигнализация должна приводиться в действие при помощи двухполюсного замыкателя с самовозвратом с главного поста управления, поста буровых операций, навигационного мостика (если имеется), станции управления противопожарной системы (если имеется), а также из помещения, предназначенного для несения вахтенной службы в случае отсутствия персонала в главном посту управления.

На постах в цепи замыкателя должна быть установлена сигнальная лампа, информирующая о приведении в действие авральной сигнализации.

Замыкатели должны иметь надписи, указывающие их назначение.

**7.3.9** В цепях системы авральной сигнализации не должны устанавливаться другие коммутационные устройства, кроме замыкателя, указанного в [7.3.8](#). С целью исключения некомпетентного отключения системы авральной сигнализации его распределительный щит должен иметь устройство блокировки выключателя питания во включенном положении или иные устройства, предохраняющие его от доступа посторонних лиц.

Допускается использование промежуточных контакторов, включаемых замыкателем, но не более одного контактора в каждом луче.

**7.3.10** Звуковые приборы, замыкатели и распределительные устройства системы авральной сигнализации должны иметь хорошо видимые отличительные обозначения.

**7.3.11** Сеть звуковых приборов авральной сигнализации должна состоять не менее чем из двух лучей, включаемых одним замыкателем, с таким расположением звуковых приборов, чтобы в помещениях с большой площадью (машинных и котельных помещениях, технологических помещениях и других) устанавливались звуковые приборы от разных лучей.

## 7.4 СИСТЕМА СИГНАЛИЗАЦИИ ОБНАРУЖЕНИЯ ПОЖАРА

**7.4.1** Кроме требований настоящей главы, системы сигнализации обнаружения пожара должны удовлетворять требованиям разд. 4 части VI «Противопожарная защита».

**7.4.2** Применение датчиков системы сигнализации обнаружения пожара, установленных в помещениях, где могут образоваться взрывоопасные пары, или находящихся в потоке воздуха, отсасываемого из этих помещений, регламентируется в [2.9](#).

**7.4.3** Для питания системы сигнализации обнаружения пожара должно быть предусмотрено не менее двух источников электрической энергии, один из которых должен быть аварийным. Питание должно осуществляться по отдельным фидерам, предназначенным только для этой цели. При исчезновении питания от основного источника электрической энергии должно быть предусмотрено автоматическое переключение питания на аварийный источник с подачей звукового и светового сигнала. Если основным источником энергии являются аккумуляторные батареи, то должны быть предусмотрены две отдельные аккумуляторные батареи (основная и резервная), причем емкость каждой из них должна быть достаточной для работы системы сигнализации обнаружения пожара без подзарядки в течение не менее 3 сут.

**7.4.4** Система сигнализации обнаружения пожара, работающая на принципе забора проб воздуха из защищаемых помещений в приемное устройство, должна получать питание вместе с ее вентиляторами по отдельным фидерам от основного источника электрической энергии и от аварийного источника или другого независимого источника электрической энергии.

**7.4.5** Центральная панель сигнализации системы сигнализации обнаружения пожара должна быть сконструирована таким образом, чтобы:

**.1** любой сигнал или повреждение одной цепи не влияли на нормальную работу других цепей;

**.2** сигнал обнаружения пожара преобладал над другими сигналами, поступающими на панель сигнализации, и позволял определить расположение помещения, из которого поступил сигнал обнаружения пожара;

**.3** цепи контактных датчиков системы сигнализации обнаружения пожара работали на размыкание. Допускается применение датчиков, работающих на замыкание, если они имеют герметизированные контакты, а цепь их непрерывно контролируется на обрыв и замыкание на корпус;

**.4** имелась возможность контроля ее работы;

**.5** имелась возможность отключения отдельных лучей или извещателей. При этом должна быть обеспечена световая сигнализация отключенного состояния луча или извещателя.

**7.4.6** Панель сигнализации системы сигнализации обнаружения пожара должна давать сведения не менее указанных в [табл. 7.4.6](#).

Таблица 7.4.6

| № п/п | Режим работы                    | Сист. с датчиком температуры | Сист. с воздухозабором |
|-------|---------------------------------|------------------------------|------------------------|
| 1     | В работе                        | Свет                         | Свет                   |
| 2     | Питание от аварийного источника | Свет и звук                  | Свет и звук            |
| 3     | Пожар                           | Звук, свет и место           | Звук, свет и место     |
| 4     | Неисправность датчиков          | Свет и звук                  |                        |
| 5     | Неисправность вентилятора проб  | —                            | Свет и звук            |

Световой сигнал обнаружения пожара необходимо выполнить таким образом, чтобы он состоял из двух указателей (двух ламп или двойной нити накаливания) или должно быть

предусмотрено специальное устройство для контроля исправности ламп сигнализации. Цвет светового сигнала должен соответствовать требованиям [4.5.5](#).

Световые сигналы должны быть отдельными для каждого рода информации.

Сигналы, служащие для определения расположения помещения или района, из которого поступил импульс, могут быть общими с сигналом обнаружения пожара или повреждения.

Световые сигналы должны действовать с момента получения импульса до момента устранения причины их срабатывания, причем сигнал, указанный в [п. 1 табл. 7.4.6](#), должен действовать постоянно, независимо от рода источника питания.

**7.4.7** Если сигнал обнаружения пожара не будет принят (квитирован) в течение 2 мин на панели сигнализации, то в машинных, жилых и других помещениях, где может находиться персонал, должна автоматически включаться сигнализация о пожаре.

**7.4.8** Системы сигнализации обнаружения пожара, способные дистанционно определять расположение помещения, из которого поступил сигнал о пожаре, должны быть выполнены так, чтобы:

- .1** петля не могла быть повреждена пожаром более чем в одной точке;
- .2** были предусмотрены средства, которые при любом повреждении в петле (например, обрыв, короткое замыкание, заземление) сохраняли бы работоспособность оставшейся части петли;
- .3** была предусмотрена возможность быстрого восстановления работоспособности системы в случае выхода из строя ее механических, электрических и электронных элементов;
- .4** срабатывание первого сигнала системы сигнализации обнаружения пожара не препятствовало бы срабатыванию любого другого извещателя и подаче последующих сигналов тревоги.

**7.4.9** В системе сигнализации обнаружения пожара должны быть предусмотрены, как минимум, две панели сигнализации. Центральная панель сигнализации должна располагаться в центральном посту управления, дублирующая панель сигнализации должна располагаться в резервном посту управления.

**7.4.10** Датчики системы сигнализации обнаружения пожара и ручные извещатели должны располагаться во всех помещениях и пространствах, в которых возможно возникновение пожара. Во всех помещениях технологического комплекса, в машинных помещениях, постах управления, в помещениях распределительных щитов, в коридорах, каютах, кладовых, других помещениях жилого модуля должны предусматриваться датчики и/или ручные извещатели. Ручные извещатели должны предусматриваться там, где обычно может находиться персонал. Чертежи размещения датчиков и извещателей подлежат рассмотрению Регистром.

**7.4.11** Если при срабатывании системы сигнализации обнаружения пожара предусматривается автоматическая остановка технологического или иного ответственного оборудования, то в этом случае при проектировании системы должны быть приняты меры обеспечения повышенной достоверности срабатывания сигнализации за счет резервирования и логической обработки сигналов датчиков. Указанное требование может быть реализовано, например, путем установки в одном помещении не менее трех датчиков, подключенных к разным лучам (цепям) с применением мажоритарного голосования два из трех.

**7.4.12** При срабатывании системы сигнализации обнаружения пожара ее центральная панель должна выдавать на внешние устройства, как минимум, следующие управляющие сигналы:

в систему аварийной остановки механизмов и устройств технологических процессов на активацию одного из уровней, в зависимости от адреса возгорания;

в систему аварийной остановки вентиляторов соответствующих помещений и закрытие противопожарных дверей и заслонок;

в устройства аварийного пуска пожарных насосов;

в систему авральной сигнализации ПБУ.

## **7.5 СИГНАЛИЗАЦИЯ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ О ПУСКЕ СИСТЕМЫ ОБЪЕМНОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ**

**7.5.1** Сигнализация должна кроме требований настоящего раздела удовлетворять требованиям части VI «Противопожарная защита».

**7.5.2** Питание сигнализации должно осуществляться от судовой сети и аккумуляторной батареи емкостью, достаточной для ее питания в течение 30 мин.

При этом должно быть предусмотрено устройство для автоматического переключения цепей питания сигнализации на аккумуляторную батарею при исчезновении напряжения в судовой сети.

## **7.6 СИГНАЛИЗАЦИЯ ЗАКРЫТИЯ ВОДОНЕПРОНИЦАЕМЫХ И ПРОТИВОПОЖАРНЫХ ДВЕРЕЙ**

**7.6.1** Световая сигнализация (индикация) открытого и закрытого состояния водонепроницаемых дверей и сходных люков, требуемая 8.3.3 и 8.4 части III «Устройства, оборудование и снабжение ПБУ/МСП», должна получать питание от электрической сети и независимого источника, как указано в [7.3.3](#).

**7.6.2** Световая сигнализация (индикация) открытого и закрытого состояния противопожарных дверей, требуемая 2.1.5 части VI «Противопожарная защита», должна получать питание от электрической сети и независимого источника, как указано в [7.4.3](#).

## **7.7 АВАРИЙНО-ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ В ПОМЕЩЕНИЯХ МЕХАНИКОВ ПБУ**

**7.7.1** В жилых помещениях механиков должна быть предусмотрена система обобщенной АПС механической установки, в соответствии с требованиями части XIV «Автоматизация».

**7.7.2** Кроме того, там же должна быть предусмотрена звуковая и световая сигнализация аварийного вызова механика, приводимая в действие вручную с центрального поста управления механической установки и из машинного помещения.

**7.7.3** Питание вышеуказанных систем сигнализации должно осуществляться от ИБП, как указано в [4.2](#).

## **7.8 СИГНАЛЬНО-ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ФОНАРИ**

**7.8.1** Дня питания стационарно установленных сигнально-отличительных фонарей, указанных в разд. 2 части XVI «Сигнальные средства», должен быть предусмотрен специальный распределительный щит

**7.8.2** Щит сигнально-отличительных фонарей должен получать питание по двум фидерам:

- .1** по одному фидеру от ГРЩ через АРЩ;
- .2** по второму фидеру от ближайшего группового щита, который не получает питания от АРЩ; или
- .3** от системы бесперебойного питания, как указано в [4.2](#).

**7.8.3** Сигнально-отличительные фонари должны быть присоединены к сети питания гибким кабелем со штепсельным разъемом.

**7.8.4** Цепи питания сигнально-отличительных фонарей должны быть выполнены по двухпроводной системе, и в каждой цепи должен быть предусмотрен двухполюсный выключатель, установленный на распределительном щите сигнально-отличительных фонарей.

**7.8.5** Каждая цепь питания сигнально-отличительных фонарей должна иметь защиту в обоих проводах и индикацию о включении сигнально-отличительного фонаря.

Световой указатель целостности сигнальной лампы должен быть выполнен и установлен так, чтобы его повреждение не вызывало выключения сигнально-отличительного фонаря.

Падение напряжения на распределительном щите, питающем сигнально-отличительные фонари, включая и систему сигнализации действия фонарей, не должно превышать 5 % при номинальном напряжении до 30 В и 3 % – при напряжении свыше 30 В.

**7.8.6** Независимо от индикации о включении, требуемой в [7.8.5](#), должна быть предусмотрена световая и звуковая сигнализация, действующая автоматически в случае выхода из строя любого сигнально-отличительного фонаря при включенном выключателе. Питание звуковой сигнализации должно осуществляться от другого источника или фидера, чем источник или фидер питания щита сигнально-отличительных фонарей, либо от аккумуляторной батареи.

**7.8.7** Конструкция применяемых сигнально-отличительных фонарей должна соответствовать требованиям, изложенным в разд. 3 части XVI «Сигнальные средства».

## **7.9 СИГНАЛИЗАЦИЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ВЗРЫВООПАСНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ГАЗОВ**

**7.9.1** На главном или центральном посту управления платформой должны быть предусмотрены стационарные системы обнаружения и сигнализации горючих газов (нефтяных газов и паров) и сероводорода, которые должны постоянно контролировать предписанные зоны и помещения платформы, как указано ниже, где может появиться опасная концентрация газовой смеси. На резервном (аварийном) посту управления платформой должны предусматриваться дублирующие панели вышеназванных стационарных систем. В системах должна предусматриваться индикация по вызову величины концентрации контролируемых газовых смесей.

**7.9.2** Функциональные требования к системам, включая пороги срабатывания, виды сигналов, помещения и пространства, куда они должны выводиться, места установки датчиков (газоанализаторов) концентрации газов изложены в 4.3 части VI «Противопожарная защита».

Если сигнал о взрывоопасной концентрации сероводорода не будет принят (квитирован) в течение 2 мин в центральном посту управления, то должен автоматически включиться сигнал «ГАЗ» в систему авральной сигнализации.

**7.9.3** Должна быть предусмотрена возможность отключения с центральной станции отдельного газоанализатора или луча. При этом на центральной станции должен включаться световой сигнал, указывающий отключенный газоанализатор или луч.

**7.9.4** Необходимо предусмотреть автоматическую систему остановки электрооборудования невзрывозащищенного исполнения, срабатывающую, если:

концентрация газов, указанная в 4.3.2.1 части VI «Противопожарная защита», достигнет 60 % нижнего взрывоопасного предела; или

взрывоопасная концентрация газов будет обнаружена во входных частях воздушных каналов, направляющих воздух во взрывобезопасные зоны.

Логика работы автоматической системы остановки невзрывозащищенного электрооборудования должна быть согласована с командами системы управления динамическим позиционированием в случае, если последняя используется для поддержания оперативного контроля за целостностью скважины.

**7.9.5** Питание систем обнаружения и сигнализации взрывоопасных концентраций газов должно осуществляться от основного и аварийного источников электрической энергии или от системы бесперебойного питания, как указано в [4.2](#).

**7.9.6** В системе газовой сигнализации должен быть предусмотрен самоконтроль. По крайней мере при таких повреждениях, как потеря питания, обрыв или короткое замыкание в датчиках, или при повреждениях в системе трубопроводов отбора проб и вентиляции должен подаваться сигнал АПС.

**7.9.7** Должна быть предусмотрена возможность проверки исправной работы газоанализаторов, например, с помощью поверочных аэрозолей, имеющих фиксированную концентрацию газа.

**7.9.8** При срабатывании системы газовой сигнализации должен быть предусмотрен сигнал «Газ» в систему центральной авральной сигнализации платформы.

## **7.10 СВЕТОСИГНАЛЬНЫЕ И ОСВЕТИТЕЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ВЕРТОЛЕТНЫХ ПЛОЩАДОК**

### **7.10.1 Общие требования.**

**7.10.1.1** Светосигнальные и осветительные средства для вертолетных площадок должны удовлетворять применимым требованиям, изложенным в [6.2](#).

**7.10.1.2** Светосигнальные и осветительные средства для вертолетных площадок должны обеспечивать как минимум следующее:

обозначение периметра (границ) вертолетной площадки;

освещение посадочной зоны;

обозначение возвышающихся конструкций в посадочной зоне.

**7.10.1.3** Используемые для этих целей огни должны иметь степень защиты не ниже IP56 и надежно работать при внешних воздействиях, указанных в разд. 2 части XI «Электрическое оборудование» Правил классификации и постройки морских судов.

**7.10.1.4** Все светосигнальные и осветительные средства, а также другое электрооборудование в пределах вертолетных заправочных постов и ангаров должно быть взрывозащищенного типа и иметь степень взрывозащиты, соответствующую как минимум классу ТЗ и группе II А.

**7.10.1.5** В отношении светотехнических характеристик, выбора типов и конструкций огней следует руководствоваться требованиями 3.1 части XVI «Сигнальные средства».

**7.10.1.6** Питание светосигнальных и осветительных средств, указанных в настоящей главе, должно осуществляться от отдельного распределительного щита, получающего питание от основного и аварийного источника питания с автоматическим переключением при исчезновении питания.

### **7.10.2 Огни обозначения периметра.**

**7.10.2.1** Сигнально-отличительная цепь обозначения периметра (границ) вертолетной площадки должны состоять как минимум из 8 круговых огней мощностью не менее 40 Вт каждый и расположенных вокруг границы вертолетной площадки.

**7.10.2.2** Расстояние между соседними огнями не должно превышать 3 м. Огни обозначения периметра должны быть зеленого цвета.

**7.10.2.3** Огни должны быть разделены на две независимые цепи и получать питание таким образом, чтобы при неисправности питания одной из цепей, 50 % огней обозначения периметра оставались работоспособными.

**7.10.2.4** После монтажа колпаки огней не должны возвышаться над уровнем вертолетной площадки более чем на 150 мм.

### **7.10.3 Освещение посадочной зоны.**

**7.10.3.1** Посадочная зона и указатель направления ветра должны быть надлежащим образом освещены. Для этой цели могут быть использованы прожекторы заливающего света.

**7.10.3.2** При установке средств освещения должны быть предприняты соответствующие меры, исключаящие ослепление пилотов вертолетов при взлете, посадке и маневрировании.

### **7.10.4 Заградительно-предупредительные огни.**

**7.10.4.1** Для обеспечения безопасности полетов, все значительно возвышающиеся конструкции и объекты, такие как элементы надстройки, бурильные и технологические колонны и т.д., должны быть обозначены специальными заградительно-предупредительными огнями красного цвета.

**7.10.4.2** В качестве заградительно-предупредительных должны применяться круговые огни мощностью не менее 40 Вт.

**7.10.4.3** Огни должны быть разделены на несколько независимых цепей, и получать питание таким образом, чтобы при неисправности питания одной из цепей, основная часть заградительно-предупредительных огней оставалась работоспособной.

## **7.11 СИГНАЛИЗАЦИЯ УРОВНЯ БУРОВОГО РАСТВОРА**

**7.11.1** В посту буровых операций следует предусмотреть световую и звуковую сигнализацию, указывающую на значительное увеличение или уменьшение уровня бурового раствора.

## **8 СИСТЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ**

### **8.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

**8.1.1** Каждая отдельная электрическая цепь должна быть защищена от короткого замыкания и перегрузки, если для отдельных цепей не оговорен иной способ защиты, или сигнализации (как например, для электрических цепей рулевых машин или пожарных насосов).

**8.1.2** Цепи, отходящие от распределительных щитов, должны быть защищены от коротких замыканий и перегрузок с помощью устройств, установленных в начале каждой цепи.

Защита от перегрузки цепи питания распределительного щита не требуется, если питаемые от этого щита потребители имеют индивидуальные устройства защиты от перегрузок, а кабель цепи питания щита выбран на максимальный суммарный ток всех потребителей этого щита.

**8.1.3** Защитные устройства должны быть подобраны к характеристикам защищаемого оборудования таким образом, чтобы они срабатывали при недопустимых перегрузках. Номинальные уставки приборов защиты от перегрузки для каждой защищаемой цепи должны быть четко обозначены на приборах защиты.

**8.1.4** Система электрической защиты должна быть избирательной по токам перегрузки и по предусматриваемым токам короткого замыкания. При этом защита должна быть устроена так, чтобы повреждения в неответственных потребителях и их цепях питания не оказывали отрицательного влияния на надежность работы электростанции ПБУ или МСП и обеспечение питания ответственных устройств.

Защитные устройства от токов короткого замыкания и перегрузок не должны срабатывать от пусковых токов защищаемого электрического оборудования.

**8.1.5** Защита от перегрузки должна быть установлена:

.1 как минимум в одной фазе – при однофазной системе переменного тока, или в положительном полюсе при двухпроводной системе постоянного тока;

.2 как минимум в двух фазах – при изолированной трехпроводной системе трехфазного тока;

.3 во всех фазах – при трехфазной четырехпроводной системе.

**8.1.6** Защита от коротких замыканий должна устанавливаться в каждом изолированном полюсе системы постоянного тока, а также в каждой фазе системы переменного тока.

Уставки по току устройств защиты от токов короткого замыкания должны соответствовать не менее чем 200 % номинального тока защищаемого оборудования. Срабатывание защиты допускается без выдержки времени или с выдержкой времени, необходимой для получения соответствующей избирательности.

**8.1.7** Если на отдельных участках цепи питания предусмотрено уменьшение площади сечения кабеля, для каждого кабеля меньшей площади сечения должна быть установлена дополнительная защита, если стоящая выше защита не защищает кабель меньшей площади сечения.

**8.1.8** В цепях питания АРЩ, а также в цепях питания аварийных потребителей не должны применяться защитные устройства, исключающие возможность немедленного повторного включения после срабатывания защиты.

**8.1.9** Дополнительные требования для устройств защиты в сетях с напряжением свыше 1000 В приведены в [разд. 18](#).

## 8.2 ЗАЩИТА ГЕНЕРАТОРОВ

**8.2.1** Для генераторов, не предназначенных для параллельной работы, должны быть установлены устройства защиты от перегрузок и короткого замыкания. Для генераторов, предназначенных для параллельной работы, должны быть установлены по крайней мере следующие устройства защиты:

- .1 от перегрузок;
- .2 от короткого замыкания;
- .3 от обратного тока или от обратной мощности;
- .4 от минимального напряжения.

**8.2.2** Система защиты генераторов от перегрузки должна соответствовать их перегрузочным характеристикам и удовлетворять следующим требованиям:

.1 для перегрузок до 10 % должна предусматриваться только световая и звуковая аварийно-предупредительная сигнализация, действующая с выдержкой времени в диапазоне 0 – 15 мин. Выдержка времени более 15 мин допускается, если это требуется условиями эксплуатации и если конструкция генератора это допускает;

.2 для перегрузок в диапазоне 10 – 50 % автоматический выключатель должен отключить генератор с выдержкой времени, соответствующей двум минутам при 50 %-ной перегрузке (т. е. при меньших перегрузках должна предусматриваться выдержка времени, большая чем 2 мин). Перегрузка более чем 50 % от номинальной и выдержка в 2 мин могут быть превышены, если это требуется условиями эксплуатации электростанции и если конструкция генератора это допускает;

.3 для перегрузок, превышающих 50 % номинальной, отключение генератора должно происходить с выдержкой времени, обеспечивающей соответствующую избирательность, для чего в автоматических выключателях генераторов должны быть предусмотрены соответствующие выдержки времени.

**8.2.3** Должны быть предусмотрены устройства, автоматически и избирательно отключающие неответственные потребители при перегрузке генераторов. Отключение потребителей может быть выполнено в одну или несколько ступеней соответственно перегрузочной способности генератора.

**8.2.4** Защита генераторов, предназначенных для параллельной работы, от обратного тока или от обратной мощности должна быть подобрана к характеристикам приводного двигателя. Пределы уставок указанных видов защиты должны соответствовать приведенным в [табл. 8.2.4](#).

Таблица 8.2.4

| Род тока   | Пределы уставок защиты от обратного тока или от обратной мощности<br>в зависимости от привода генератора |                                |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
|            | Турбина                                                                                                  | Двигатель внутреннего сгорания |
| Переменный | 2 – 6 % ном. мощности, кВт                                                                               | 8 – 15 % ном. мощности, кВт    |
| Постоянный | 2 – 15 % ном. тока, А                                                                                    | 2 – 15 % ном. тока, А          |

Защита генераторов постоянного тока от обратного тока должна устанавливаться в полюсе, противоположном тому, в котором находится уравнильный провод. При снижении приложенного напряжения на 50 % защита от обратной мощности или от обратного тока должна быть еще способна к действию, хотя значения обратного тока или обратной мощности могут быть другими.

**8.2.5** Защита от минимального напряжения должна обеспечивать возможность надежного подключения генераторов к шинам при напряжении 85 % и более номинального и исключить возможность подключения генераторов к шинам при напряжении менее 35 %

номинального, а также отключать генераторы при снижении напряжения на их зажимах в пределах от 70 до 35 % номинального.

Защита от минимального напряжения должна действовать с выдержкой времени на отключение генераторов от шин при снижении напряжения и должна действовать мгновенно при попытке подключения к шинам генератора до достижения указанного выше минимального напряжения.

**8.2.6** Для генераторов мощностью 1000 кВА и более должна быть предусмотрена защита от внутренних повреждений и защита кабельной трассы между генератором и его автоматическим выключателем на ГРЩ. В случае короткого замыкания внутри генератора или в кабеле между генератором и автоматическим выключателем, указанная защита должна обеспечить снятие возбуждения генератора и отключение его автоматического выключателя.

**8.2.7** Если генератор постоянного тока с приводом от турбины предназначен для параллельной работы, должно быть предусмотрено устройство для отключения автоматического выключателя генератора при срабатывании регулятора безопасности турбины.

**8.2.8** Уставки по току устройств защиты с выдержкой времени должны подбираться таким образом, чтобы во всех случаях обеспечивалось надежное отключение тока короткого замыкания по истечении установленной выдержки времени.

**8.2.9** В системах возбуждения генераторов допускается применение плавких предохранителей в качестве защитного устройства для полупроводниковых элементов.

### **8.3 ЗАЩИТА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

**8.3.1** На фидерах, отходящих от распределительных щитов, питающих электрические двигатели мощностью выше 0,5 кВт, должны устанавливаться устройства защиты от токов короткого замыкания и перегрузок, а также устройство нулевой защиты, если не требуется повторного автоматического пуска электрического двигателя.

Защитные устройства по перегрузке и нулевой защите допускается устанавливать в пусковых устройствах электрических двигателей.

**8.3.2** Защитные устройства от перегрузки электрических двигателей с продолжительными режимами работы должны отключать защищаемый электродвигатель при перегрузке в диапазоне 105 – 125 % номинального тока.

**8.3.3** В цепях питания электрических приводов пожарных насосов не должны применяться устройства защиты от перегрузки, работающие на принципе электротепловых или температурных реле.

Вместо устройства защиты от перегрузки в этом случае должна предусматриваться световая и звуковая сигнализация.

## **8.4 ЗАЩИТА ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ РУЛЕВЫХ УСТРОЙСТВ ПБУ**

**8.4.1** Для электрических двигателей и систем управления электрического или электрогидравлического рулевого устройства должно быть предусмотрено устройство защиты только от токов короткого замыкания.

Должна быть установлена световая и звуковая сигнализация о перегрузке двигателя и выходе из строя любой из фаз.

**8.4.2** Автоматические выключатели, защищающие электрические двигатели рулевых устройств от токов короткого замыкания при применении постоянного тока, должны иметь уставки на выключение без выдержки времени при токе не менее 300 % и не более 400 % номинального тока защищаемого электрического двигателя, а при переменном токе – на выключение без выдержки времени при токе более чем 125 % наибольшего пускового тока защищаемого двигателя.

Если в качестве такой защиты применяются предохранители, следует подбирать номинальный ток предохранителей на одну ступень выше, чем это вытекает из условий пусковых токов электрического двигателя.

**8.4.3** Для электрических двигателей приводов средств активного управления ПБУ (подруливающих устройств) должна быть предусмотрена защита от перегрузки и от токов короткого замыкания. Защитные устройства от перегрузки указанных приводов должны иметь световую и звуковую аварийно-предупредительную сигнализацию о перегрузке и отключать электродвигатель в пределах, указанных в [8.3.2](#) с соответствующей выдержкой времени.

Защита от токов короткого замыкания должна соответствовать требованиям [8.4.2](#).

## **8.5 ЗАЩИТА ТРАНСФОРМАТОРОВ**

**8.5.1** На фидерах питания первичных обмоток трансформаторов должны быть установлены устройства защиты от короткого замыкания и перегрузки.

Для трансформаторов мощностью до 6,3 кВ·А допускается защита только предохранителями.

**8.5.2** Если трансформаторы предназначены для параллельной работы, необходимо устанавливать автоматические выключатели, выключающие их первичную и вторичную обмотки, но не обязательно одновременно.

Если такие трансформаторы получают питание от различных секций ГРЩ, которые в процессе эксплуатации могут быть разъединены, то необходимо предусмотреть блокировку, исключающую их параллельную работу при разъединении секций ГРЩ.

## **8.6 ЗАЩИТА АККУМУЛЯТОРОВ**

**8.6.1** Для батарей аккумуляторов, за исключением батарей, предназначенных для пуска двигателей внутреннего сгорания, должны быть предусмотрены устройства защиты от токов короткого замыкания.

**8.6.2** Каждая система зарядки аккумуляторов должна иметь защиту от разрядки батареи вследствие понижения или исчезновения напряжения на выходе зарядного устройства.

**8.6.3** Для батарей аккумуляторов, предназначенных для пуска двигателей внутреннего сгорания, рекомендуется устанавливать разъединители в начале цепи со стороны аккумуляторов, отключающие батареи от потребителей (допускается установка разъединителя в одном полюсе).

## **8.7 ЗАЩИТА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ И ПРИБОРОВ УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ**

**8.7.1** Контрольные лампы, а также измерительные и регистрирующие приборы должны иметь защиту от короткого замыкания или устройства, ограничивающие ток короткого замыкания.

Контрольные лампы могут не иметь собственной защиты от короткого замыкания или устройств, ограничивающих ток короткого замыкания, если выполнены все указанные ниже условия:

- .1** лампы находятся в общем кожухе устройства;
- .2** лампы получают питание от цепей, находящихся внутри кожуха устройства;
- .3** защита цепи устройства рассчитана на ток, не превышающий 25 А;
- .4** повреждение в цепи лампы не может вызвать перерыва в работе ответственного устройства.

Устройства защиты от короткого замыкания или устройства, ограничивающие ток короткого замыкания, должны находиться возможно ближе к зажимам со стороны питания.

**8.7.2** Конденсаторы защиты от радиопомех, устанавливаемые в цепях ГРЩ и АРЩ, в цепях генераторов, а также электрических устройств ответственного назначения, должны иметь защиту от токов короткого замыкания.

**8.7.3** Катушки напряжения аппаратов и устройств управления и защиты должны иметь защиту от короткого замыкания, но могут не иметь собственной защиты, если выполнены оба указанных ниже условия:

- .1** катушки установлены в общем кожухе устройства, имеют общую защиту и относятся к системе управления одного устройства;
- .2** катушки получают питание от цепи устройства, защита которого рассчитана на ток не более 25 А.

**8.7.4** Для измерительных трансформаторов напряжения и трансформаторов питания цепей управления защита от перегрузок и сигнализация не требуются.

Переключение измерительных трансформаторов тока должно быть выполнено таким образом, чтобы исключалась возможность нахождения их вторичных обмоток в разомкнутом состоянии.

## **8.8 ЗАЩИТА СИЛОВЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ УСТРОЙСТВ**

**8.8.1** Силовые полупроводниковые устройства должны иметь защиту от внутренних и внешних перенапряжений.

**8.8.2** Блоки полупроводниковых элементов должны быть защищены от короткого замыкания. Защита отдельных диодов или тиристоров должна быть отделена от защитной цепи нагрузки.

**8.8.3** Если предусмотрен только один потребитель, допускается, чтобы нагрузка и блоки полупроводниковых элементов имели одну общую защиту.

## **8.9 УСТРОЙСТВА ЗАЩИТНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ**

**8.9.1** Для защиты персонала от поражения электрическим током и защиты отдельных видов электрического оборудования от однофазных замыканий на корпус должны применяться устройства защитного отключения.

**8.9.2** Устройства защитного отключения должны устанавливаться в цепях питания розеток, предназначенных для питания переносного оборудования и в цепях питания каютных розеток, а также розеток в общественных и иных помещениях с напряжением выше безопасного (50 В).

**8.9.3** Устройства защитного отключения должны иметь следующие уставки срабатывания по току нулевой последовательности:

30 мА – для потребителей с двойной или усиленной изоляцией;

10 мА – для потребителей с нормальной изоляцией.

**8.9.4** Для электрического оборудования ответственного назначения установка устройств защитного отключения не допускается.

## **9 АВАРИЙНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ**

### **9.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

**9.1.1** На каждой ПБУ или МСП должны быть предусмотрены автономный аварийный и аварийный переходный источники электрической энергии. В качестве аварийного источника должен применяться дизель-генератор, а в качестве переходного аварийного источника – система аккумуляторных батарей с автоматическим зарядным устройством, получающим питание от шин АРЩ.

**9.1.2** Если основной источник электрической энергии вместе со своими распределительными устройствами и системами управления полностью независим от распределительных устройств и систем в других помещениях так, что пожар или другая авария в одном из этих помещений не будет нарушать нормальное электроснабжение установки от других источников, то отдельный аварийный источник электрической энергии может не устанавливаться при условии, что:

**.1** имеется не менее двух генераторов в двух и более помещениях, удовлетворяющих требованиям настоящей части;

**.2** имеющиеся генераторы оборудованы системами автоматического пуска, обеспечивающими пуск резервного генератора и прием нагрузки в течение не более 45 с;

**.3** расположение каждого помещения, в котором размещены агрегаты, удовлетворяет требованиям [9.2.1](#), [9.2.2](#) и [9.2.3](#).

**9.1.3** Мощность аварийного источника должна быть достаточной для питания всех потребителей, одновременная работа которых требуется для обеспечения безопасности ПБУ или МСП в случае аварии.

**9.1.4** Должно быть предусмотрено устройство для испытания всей аварийной установки вместе с устройствами автоматического пуска дизель-генератора.

**9.1.5** В центральном посту управления механической установкой, или на ГРЩ должен устанавливаться указатель, действующий при разрядке любой аккумуляторной батареи, являющейся аварийным переходным или резервным источником энергии.

**9.1.6** Аварийные источники электрической энергии должны иметь защиту только от коротких замыканий. Для аварийного дизель-генератора в центральном посту управления должна быть предусмотрена световая и звуковая сигнализация о перегрузке генератора.

## **9.2 ПОМЕЩЕНИЯ АВАРИЙНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ**

**9.2.1** Помещения аварийных источников электрической энергии и их трансформаторов, при их наличии, аварийных переходных источников энергии, АРЩ и распределительного щита аварийного освещения должны быть расположены выше самой верхней непрерывной палубы вне шахт машинных помещений и на максимальном удалении от взрывоопасных зон и быть легкодоступными с открытой палубы. Указанные помещения на ПБУ, на которые распространяются требования части V «Деление на отсеки», должны также располагаться, как минимум, на 300 мм выше самой высокой аварийной ватерлинии.

**9.2.2** Размещение аварийных источников электрической энергии, а также принадлежащих к ним трансформаторов, если таковые применяются, переходных источников электрической энергии, АРЩ и распределительного щита аварийного освещения относительно основных источников электрической энергии и их трансформаторов и ГРЩ должно быть такое, чтобы пожар или другая авария в помещении основного источника электрической энергии, принадлежащих ему трансформаторов, ГРЩ, а также в любом машинном помещении категории А, не вызвали повреждений в системе питания, в управлении и распределении электрической энергии от аварийного источника.

**9.2.3** Помещения аварийных источников электрической энергии, принадлежащих к ним трансформаторов, переходных источников электрической энергии, АРЩ и распределительного щита аварийного освещения не должны быть смежными с машинно-котельными помещениями и с помещениями основного источника электрической энергии, принадлежащих ему трансформаторов и ГРЩ.

При отсутствии такой возможности, в случае смежного расположения помещений, разделяющие их палубы и переборки должны быть выполнены в соответствии с требованиями части VI «Противопожарная защита», относящимися к постам управления.

**9.2.4** АРЩ должен быть установлен возможно ближе к аварийному источнику электрической энергии, т.е. в одном помещении с дизель-генератором, за исключением того случая, когда такое размещение отрицательно воздействует на работу распределительного щита.

В этом же помещении должны также находиться все пусковые и зарядные устройства, а также стартерные аккумуляторные батареи для пуска аварийного агрегата, с учетом выполнения требований, изложенных в [1.3.2](#).

**9.2.5** Помещение аварийного генераторного агрегата должно иметь отопление, обеспечивающее температуру, достаточную для безотказного пуска аварийного агрегата, и вентиляцию, обеспечивающую достаточный приток воздуха для работы дизель-генератора с полной нагрузкой при закрытом помещении.

### **9.3 АВАРИЙНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ**

**9.3.1** Аварийные источники на ПБУ или МСП должны обеспечивать питание в течение 18 ч следующих потребителей:

- .1** аварийного освещения: во всех коридорах, трапах и выходах из служебных помещений, а также в кабинах пассажирских лифтов и их шахтах;  
машинных помещений, помещений генераторных агрегатов;  
всех местных постов управления, а также главного и аварийного распределительных щитов;  
помещений АДГ;  
главного и резервного поста управления и помещений, связанных с управлением технологическим процессом и механизмами, ответственными за поддержание этого процесса, а также помещений, в которых находятся устройства аварийного отключения электрического оборудования;  
штурманской рубки и радиорубки (при наличии);  
мест хранения аварийного имущества, пожарного инвентаря, снаряжения пожарных и установки ручных пожарных извещателей;  
помещений рулевого привода и подруливающих устройств ПБУ;  
у пожарного и спринклерного насосов, аварийного осушительного насоса и мест установки пусковых устройств этих механизмов;  
ангаров и посадочных зон;  
помещения гирокомпаса и другого навигационного оборудования;  
медицинских помещений;
- .2** электрических приводов и систем сигнализации, предназначенных для спасательных средств и эвакуации персонала;
- .3** электрических приводов и систем управления противовыбросового оборудования и устройств отсоединения ПБУ или МСП от устьевого комплекса;
- .4** электрических приводов и систем управления стационарно установленного водолазного оборудования;
- .5** электрических устройств, действие которых необходимо при оставлении ПБУ или МСП персоналом;
- .6** сигнально-отличительных фонарей и других фонарей, требуемых действующими Международными правилами предупреждения столкновения судов;
- .7** средств внутренней связи и оповещения, а также авральной сигнализации;
- .8** радио- и навигационного оборудования в соответствии с требованиями частей IV «Радиооборудование» и V «Навигационное оборудование» Правил по оборудованию морских судов;
- .9** системы сигнализации обнаружения пожара и системы сигнализации взрывоопасных концентраций газов;
- .10** ламп дневной сигнализации, звуковых сигнальных средств (свистков, гонгов и др.), вызывной ручной сигнализации ответственного персонала и остальных видов сигнализации, требуемых в аварийных состояниях;
- .11** одного из пожарных насосов и электрооборудования, обеспечивающего работу пеногенераторов, указанных в части VI «Противопожарная защита»;
- .12** в течение 96 ч всех габаритных проблесковых фонарей и электрических звуковых сигнальных средств, необходимых для обозначения ПБУ или МСП;
- .13** электрических приводов водонепроницаемых и противопожарных дверей с их указателями и предупредительной сигнализацией;
- .14** необходимых для аварийных операций погружных и полупогружных ПБУ электрических приводов балластных насосов, системы управления клапанами балластной системы и указателей количества балласта и состояния ПБУ;

**.15** других систем, работа которых будет признана Регистром необходимой для обеспечения безопасности ПБУ или МСП и находящихся на ней людей.

**9.3.2** Аварийный источник электрической энергии должен обеспечить питание в течение 3 ч аварийного освещения мест посадки в спасательные средства на палубе и за бортом согласно части II «Спасательные средства» Правил по оборудованию морских судов.

**9.3.3** Аварийный источник электрической энергии должен обеспечить питание рулевого устройства при его наличии.

**9.3.4** Аварийный источник электрической энергии должен:

**.1** приводиться в действие двигателем внутреннего сгорания, имеющим характеристики, указанные в части IX «Механизмы» Правил классификации и постройки морских судов, и оборудованным системой аварийно-предупредительной сигнализации;

**.2** запускаться автоматически при исчезновении напряжения в основной сети, а также автоматически включаться на шины АРЩ, а требуемые в [9.3.6](#) потребители должны автоматически получать питание от аварийного генератора. Общее время пуска и приема нагрузки генератором не должно превышать 45 с.

**9.3.5** В качестве аварийного переходного источника электрической энергии, требуемого в [9.1.1](#), следует применять аккумуляторную батарею, которая должна работать без подзарядки, при сохранении изменений напряжения на ее клеммах в пределах 12 % номинального в течение полного периода требуемого настоящим разделом времени разрядки.

**9.3.6** Емкость батареи, являющейся переходным источником электрической энергии, должна быть достаточной для обеспечения в течение 30 мин питания следующих потребителей:

**.1** аварийного освещения и необходимых габаритных и сигнально-отличительных фонарей согласно [9.3.1.1](#), [9.3.1.6](#), [9.3.1.12](#) и [9.3.2](#);

**.2** всех средств внутренней связи и оповещения, необходимых в аварийных условиях;

**.3** системы авральной сигнализации, сигнализации обнаружения пожара и взрывоопасных концентраций газов, сигнализации о включении системы объемного пожаротушения;

**.4** ламп дневной сигнализации, звуковых сигнальных средств (свистки, гонги и др.);

**.5** командного трансляционного устройства или системы громкой связи, указанной в [7.2.7](#);

**.6** устройств закрытия водонепроницаемых и противопожарных дверей, сигнализации их положения и предупреждения об их закрытии.

Потребители, перечисленные в [9.3.6.2 – 9.3.6.6](#), могут не получать питания от переходного источника, если они имеют собственные аккумуляторные батареи, обеспечивающие их питание в течение требуемого времени.

## **9.4 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ОТ АВАРИЙНЫХ ИСТОЧНИКОВ**

**9.4.1** В нормальных эксплуатационных условиях АРЩ должен получать питание от ГРЩ. Фидер питания АРЩ должен иметь защитные устройства от перегрузки и короткого замыкания, установленные на ГРЩ.

На АРЩ следует предусмотреть выключатель, который должен автоматически отключаться при исчезновении напряжения на шинах ГРЩ.

Если предусматривается питание главного распределительного щита от аварийного, автоматический выключатель на АРЩ должен быть оборудован, по крайней мере, защитными устройствами от короткого замыкания.

**9.4.2** Если АДГ предусмотрен для питания в исключительных случаях и кратковременно неаварийных потребителей, следует:

.1 предусмотреть соответствующие мероприятия, обеспечивающие действие аварийных устройств во всех аварийных условиях;

.2 предусмотреть в случае аварии (пожар, затопление), автоматическое отключение неаварийных потребителей от АРЩ для обеспечения питания аварийных потребителей.

**9.4.3** Указанные в [9.3.1](#) потребители должны получать питание по отдельным фидерам от шин АРЩ, оборудованного соответствующей коммутационной и защитной аппаратурой. Допускается питание указанных в [9.3.1.2 – 9.3.1.12](#) потребителей с объединенного пульта управления, расположенного на главном посту управления платформы и получающего питание в соответствии с [4.4](#).

**9.4.4** Во избежание случайного или некомпетентного отключения перечисленных в [9.3.6](#) потребителей они должны получать питание через специальный распределительный щит, доступ к которому будет обеспечен только уполномоченному на то персоналу.

**9.4.5** Кабели, питающие аварийные потребители, должны прокладываться таким образом, чтобы затопление потребителей ниже палубы переборок не лишило питания остальных потребителей, находящихся выше этой палубы.

**9.4.6** Распределительные устройства аварийных потребителей должны находиться выше палубы переборок.

## **9.5 ПУСКОВЫЕ УСТРОЙСТВА АВАРИЙНЫХ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРОВ**

**9.5.1** В качестве пусковых устройств АДГ могут применяться:

- .1** электрическое стартерное устройство с собственной аккумуляторной батареей и зарядным устройством;
- .2** система сжатого воздуха с собственным независимым воздухохранителем;
- .3** гидравлическая система пуска;
- .4** ручные пусковые устройства:  
инерционное пусковое устройство;  
гидравлические аккумуляторы, заряжаемые вручну;  
патроны с пороховым зарядом.

**9.5.2** Каждый АДГ должен быть оборудован автоматическим пусковым устройством одобренного типа с запасом энергии, достаточным, по крайней мере, для трех последовательных пусков. Должен быть предусмотрен также второй источник энергии для производства дополнительно еще трех пусков в течение 30 мин, если не предусмотрено ручное пусковое устройство.

**9.5.3** Питание зарядных устройств аккумуляторных батарей и электрических приводов механизмов, обеспечивающих пусковые системы сжатого воздуха или гидравлические системы запуска АДГ, должно осуществляться от АРЦ по отдельным фидерам.

**9.5.4** Аварийный генератор должен быть способен уверенно запускаться при температуре в помещении АДГ 0 °С.

**9.5.5** Пусковые устройства сжатого воздуха АДГ могут пополняться автоматически через невозвратный клапан от главных или вспомогательных воздухохранителей, или от аварийного электрокомпрессора, получающего питание от АРЦ.

**9.5.6** Все пусковые и зарядные устройства аккумуляторов, а также аккумуляторы и другие устройства хранения энергии для пуска АДГ должны быть расположены в помещении аварийного генератора и не должны использоваться в других целях.

**9.5.7** Если автоматический пуск АДГ не предусмотрен в связи с его нецелесообразностью и это может быть доказано эффективностью другого способа пуска АДГ, как например, ручного инерционного, ручного гидравлического или пускового устройства с пороховым зарядом, то на эти устройства распространяются требования, изложенные в [9.5.2](#), за исключением требования автоматического пуска.

## 9.6 АВАРИЙНЫЕ ПОСТЫ И СИСТЕМА АВАРИЙНОГО ОТКЛЮЧЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

**9.6.1** На ПБУ или МСП должно быть предусмотрено, как минимум, два независимых аварийных поста управления. Один из этих постов должен быть расположен вблизи поста буровых операций, другой в соответствующем помещении с постоянной вахтой персонала вне пределов взрывоопасных зон.

**9.6.2** Аварийные посты управления должны быть оборудованы:  
ручными замыкателями авральной сигнализации;  
независимыми средствами связи между этими постами и всеми другими постами управления (главным постом ПБУ или МСП, центральным постом механической установки и т.п.) обеспечивающими безопасность платформы;  
средствами аварийного отключения оборудования, указанными в [9.6.3](#).

**9.6.3** Средства аварийного отключения на аварийных постах управления должны в аварийных условиях, когда из-за неуправляемого проявления скважины взрывоопасные зоны выходят за пределы, указанные в [2.9](#), обеспечить возможность следующей последовательности отключения электрического оборудования:

системы вентиляции помещений, кроме вентиляторов, обеспечивающих приток воздуха, необходимого для работы и охлаждения агрегатов основного источника электрической энергии;

все электрическое оборудование, расположенное за пределами взрывоопасной зоны 1;  
агрегаты основного источника электрической энергии;  
потребители, получающие питание от аварийного источника электрической энергии, кроме потребителей, указанных в [9.3.6](#);  
аварийный дизель-генератор.

**9.6.4** Независимо от указанных в [9.6.3](#) средств дистанционного аварийного отключения оборудования, при включении системы объемного пожаротушения одновременно и автоматически должна отключаться вентиляция того помещения, в котором она начинает действовать.

**9.6.5** Указанная в [9.6.3](#) последовательность отключения механизмов в зависимости от конкретных аварийных ситуаций может быть изменена. Рекомендованная последовательность отключения механизмов должна быть включена в специальную инструкцию по действиям в аварийных ситуациях.

**9.6.6** Система аварийного отключения должна быть выполнена таким образом, чтобы свести к минимуму возможность ее случайного срабатывания или отключения в результате повреждений или ошибок в последовательности операций управления.

**9.6.7** После аварийного отключения, указанного в [9.6.3](#), должно продолжать действовать, как минимум, следующее электрическое оборудование:

- .1 аварийное освещение и сигнальные огни, указанные в [9.3.6.1](#), в течение 30 мин;
- .2 система аварийного управления превентером;
- .3 система авральной сигнализации;
- .4 командное трансляционное устройство;
- .5 радиооборудование, получающее питание от аккумуляторов резервного источника электрической энергии.

Электрическое оборудование, размещенное в пространствах иных, чем закрытые пространства и которое может использоваться после аварийного отключения, указанного в [9.6.3](#), должно быть допущено к эксплуатации в пределах зоны 2.

## **10 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ**

### **10.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

**10.1.1** Материалы валов электрических машин (генераторов и двигателей) должны отвечать требованиям части XIII «Материалы» Правил классификации и постройки морских судов.

**10.1.2** Системы возбуждения и автоматические регуляторы напряжения генераторов переменного тока в режиме установившегося короткого замыкания должны поддерживать не менее чем трехкратный номинальный ток в течение 2 с.

**10.1.3** Генераторы основного источника электрической энергии, машины гребной электрической установки, а в обоснованных случаях и другие электрические машины ответственного назначения ПБУ или МСП должны иметь обогрев для поддержания температуры по крайней мере на 3° выше температуры окружающего воздуха.

**10.1.4** Роторы и якоря электрических машин переменного и постоянного тока должны выдерживать в течение 2 мин без повреждения и остаточных деформаций следующую повышенную частоту вращения:

**.1** генераторы, вращающиеся преобразователи, электрические муфты и тормоза – 120 % номинальной частоты вращения, по крайней мере на 3 % выше наибольшей частоты вращения, возникающей при уравнительном (переходном) процессе;

**.2** электрические двигатели с последовательным возбуждением – 120 % наибольшей допустимой частоты вращения, указанной на фирменной табличке, однако не менее 150 % номинальной частоты вращения;

**.3** все остальные электрические двигатели, кроме указанных выше, – 120 % наибольшей частоты вращения.

**10.1.5** Если машина сконструирована таким образом, что после установки в машинном помещении ее нижняя часть будет находиться ниже настила, то забор воздуха для ее вентиляции не должен производиться в нижней части машины.

**10.1.6** В электрических машинах должны быть предусмотрены меры против скопления в их корпусах влаги и конденсата. Если для охлаждения электрических машин используются жидкостные теплообменные аппараты, то их конструкция должна быть такой, чтобы охлаждающая жидкость в случае протечек не могла попадать внутрь электрической машины. При этом должна быть предусмотрена сигнализация о протечке теплообменного аппарата.

## **10.2 КЛЕММНЫЕ КОРОБКИ, КОНТАКТНЫЕ КОЛЬЦА, КОЛЛЕКТОРЫ И ЩЕТКИ**

**10.2.1** Электрические машины постоянного тока мощностью 200 кВт и более должны иметь смотровые окна, обеспечивающие возможность наблюдения за состоянием коллектора и щеток без демонтажа крышек.

**10.2.2** Допустимое значение износа коллекторных пластин или контактных колец должно быть указано на их торцевой стороне. Это значение следует принимать не менее 20 % высоты коллекторов или контактных колец.

**10.2.3** Для якорей массой выше 1000 кг должна быть предусмотрена возможность обработки коллектора без выемки якоря из машины.

**10.2.4** Электрические машины должны иметь клеммные коробки для удобного подключения внешних кабелей. Клеммы должны иметь соответствующую маркировку, они должны быть достаточно прочными, защищены от случайного контакта с корпусом и между полюсами или фазами.

**10.2.5** Клеммные коробки должны иметь достаточные воздушные зазоры между токоведущими частями клеммной колодки и корпусом. Размеры клеммных коробок должны обеспечивать свободное размещение концевых заделок выводов обмоток и подключаемых кабелей.

**10.2.6** Положение щеток в электрических машинах постоянного тока должно быть четко и надежно обозначено. Машины постоянного тока должны быть изготовлены таким образом, чтобы они могли работать во всех режимах с постоянным расположением щеток.

**10.2.7** Коллекторные машины должны работать практически без искрения при любой нагрузке в пределах от холостого хода до номинальной. При требуемых перегрузках, реверсировании и пуске машин не должно появляться искрение в такой степени, чтобы возникали повреждения щеток или коллекторов.

### **10.3 ПОДШИПНИКИ**

**10.3.1** Конструкция подшипников должна исключать возможность разбрызгивания и протекания масла вдоль вала и проникновение его на обмотки машины или на части, находящиеся под напряжением.

**10.3.2** Корпуса подшипников скольжения должны снабжаться отверстием для слива избыточного количества масла и крышкой в верхней части корпуса, а на машинах мощностью 100 кВт·А и более должны устанавливаться указатели уровня масла.

**10.3.3** Система смазки под давлением должна снабжаться устройством для контроля давления масла, поступающего в подшипник.

**10.3.4** Для электрических машин с подшипниками скольжения, следует принимать меры, препятствующие протеканию блуждающих токов через подшипники.

#### **10.4 ДАТЧИКИ ТЕМПЕРАТУРЫ**

**10.4.1** Статоры электрических машин переменного тока мощностью свыше 5000 кВт или с осевой длиной активной стали более 1000 мм должны снабжаться датчиками температуры, расположенными в тех местах машины, где можно ожидать наиболее высокие температуры.

## **10.5 ГЕНЕРАТОРЫ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА**

### **10.5.1 Общие требования.**

**10.5.1.1** Каждый генератор переменного тока должен иметь отдельную независимую систему автоматического регулирования напряжения.

**10.5.1.2** Повреждения в системе регулирования напряжения генераторов не должны вызывать перенапряжений на его зажимах выше значений, обусловленных максимальным расчетным резервом возбуждения.

**10.5.1.3** Генераторы переменного тока должны быть такой конструкции, чтобы после нагрева до установившейся температуры, соответствующей номинальной нагрузке, они могли выдерживать перегрузку по току 50 % в течение 120 с.

**10.5.1.4** Генераторы переменного тока должны обладать достаточным резервом возбуждения для поддержания в течение 2 мин номинального напряжения с точностью 10 % при перегрузке генератора током, равным 150 % номинального, и коэффициенте мощности, равном 0,6.

### **10.5.2 Регулирование напряжения.**

**10.5.2.1** Генераторы переменного тока должны иметь системы автоматического регулирования напряжения, обеспечивающие поддержание напряжения в пределах  $\pm 2,5$  % (аварийные генераторы – до  $\pm 3,5$  %) от номинального при изменении нагрузки от нуля до номинальной при номинальном коэффициенте мощности. При этом частота вращения должна быть в пределах, оговоренных в части IX «Механизмы» Правил классификации и постройки морских судов.

**10.5.2.2** Внезапное изменение симметричной нагрузки генератора, работающего при номинальной частоте вращения и номинальном напряжении, при имеющихся токе и коэффициенте мощности, не должно вызывать снижения напряжения ниже 85 % и повышения выше 120 % от номинального значения. После этого изменения нагрузки напряжение генератора должно в течение не более 1,5 с восстанавливаться в пределах  $\pm 3$  % номинального напряжения. Для аварийных агрегатов эти значения могут быть увеличены по времени до 5 с и по напряжению до  $\pm 4$  % номинального.

При отсутствии точных данных о максимальной внезапной нагрузке, включаемой при имеющейся нагрузке генератора, можно принимать нагрузку величиной 60 % номинального тока с коэффициентом мощности 0,4 и менее, включаемой при холостом ходе и затем отключаемой.

При этом частота вращения должна быть в пределах, оговоренных в части IX «Механизмы» Правил классификации и постройки морских судов.

## **10.6 ГЕНЕРАТОРЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА**

### **10.6.1 Общие требования.**

**10.6.1.1** Генераторы постоянного тока с параллельным и независимым возбуждением должны иметь автоматические регуляторы напряжения.

**10.6.1.2** Генераторы постоянного тока должны быть такой конструкции, чтобы после нагрева до установившейся температуры, соответствующей номинальной нагрузке, они могли выдерживать перегрузку по току 50 % в течение 15 с.

### **10.6.2 Регулирование напряжения.**

**10.6.2.1** Ручные регуляторы напряжения генераторов постоянного тока смешанного возбуждения должны обеспечивать в холодном состоянии возможность понижения напряжения холостого хода не менее чем на 10 % ниже номинального напряжения генератора с учетом увеличения частоты вращения на холостом ходу.

**10.6.2.2** Ручные регуляторы напряжения должны быть изготовлены таким образом, чтобы поворот их органов управления по часовой стрелке вызывал повышение напряжения.

**10.6.2.3** Если напряжение генератора с параллельной обмоткой возбуждения (или с параллельной и легкой последовательной обмоткой возбуждения) установлено на номинальное значение при полной нагрузке, то при снижении нагрузки генератора до холостого хода напряжение генератора не должно повышаться более чем на 15 % номинального значения.

**10.6.2.4** Указанные в [10.6.2.1](#) устройства для регулирования напряжения должны иметь точность регулирования до  $\pm 1$  % для генераторов мощностью до 100 кВт и до  $\pm 0,5$  % для генераторов мощностью выше 100 кВт. Указанная точность регулирования этих независимых устройств должна поддерживаться в холодном и нагретом состоянии, а также при любой нагрузке в пределах рабочих нагрузок генератора.

**10.6.2.5** Агрегаты постоянного тока с генераторами смешанного возбуждения должны иметь такие внешние характеристики, чтобы напряжение нагретого генератора, установленное на номинальное значение с точностью до  $\pm 1$  % при 20 %-ной нагрузке, не изменялось при полной нагрузке более чем на  $\pm 1,5$  % для генераторов мощностью 50 кВт и более и более чем на  $\pm 2,5$  % для генераторов меньшей мощности.

**10.6.2.6** Изменение напряжения между 20 и 100 % номинальной нагрузки генератора смешанного возбуждения не должно превышать следующих значений:

- .1**  $\pm 3$  % – для генераторов мощностью 50 кВт и более;
- .2**  $\pm 4$  % – для генераторов мощностью более 15 кВт, но менее 50 кВт;
- .3**  $\pm 5$  % – для генераторов мощностью 15 кВт и менее.

**10.6.2.7** Агрегаты постоянного тока с генераторами параллельного возбуждения должны иметь такие внешние характеристики генераторов и автоматические регуляторы напряжения, чтобы при изменении нагрузки от холостого хода до номинальной напряжение поддерживалось с точностью  $\pm 2,5$  % номинального.

## 10.7 ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ

**10.7.1** Электрические двигатели должны быть такой конструкции, чтобы они могли развивать без остановки или внезапного изменения частоты вращения увеличенные моменты, указанные в [табл. 10.7.1](#).

Таблица 10.7.1

| №<br>п/п | Тип двигателя                                                    | Превышение момента, % | Продолжительность,<br>с |
|----------|------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------|
| 1        | Синхронные и асинхронные с<br>$I_{start} = 4,5 I_{rated}$        | 50                    | 15                      |
| 2        | Асинхронные для длительной и<br>повторно- кратковременной работы | 60                    | 15                      |
| 3        | Асинхронные кратковременной работы с<br>переменной нагрузкой     | 100                   | 15                      |
| 4        | Постоянного тока                                                 | 50                    | 15                      |

**10.7.2** В электрических двигателях с кратковременными или повторно-кратковременными режимами работы рекомендуется предусматривать встроенные датчики температуры.

**10.7.3** В электрических двигателях привода якорных и швартовых механизмов рекомендуется применять защиту от перегрузок в виде встроенных датчиков температуры, подобранных таким образом, чтобы система защиты отключала электрический двигатель при превышении температуры, допустимой для изоляции обмоток машины, не более чем на 30 %. Выводы от датчиков должны располагаться в легкодоступном месте.

## **10.8 ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ТОРМОЗА**

**10.8.1** Срабатывание тормоза (торможение) должно происходить при исчезновении напряжения на катушке тормоза.

**10.8.2** Понижение напряжения на 30 % от номинального при нагретом состоянии тормоза не должно вызывать затормаживания.

**10.8.3** Электромагнитные тормоза должны допускать возможность ручного растормаживания.

**10.8.4** Электромагнитные тормоза должны иметь, по крайней мере, две нажимные пружины.

**10.8.5** Обмотки параллельного возбуждения электромагнитного тормоза со смешанным возбуждением должны быть такими, чтобы они могли удерживать тормоз в расторможенном состоянии даже тогда, когда через последовательную обмотку не протекает ток.

**10.8.6** Обмотки параллельного возбуждения тормозов должны быть изготовлены или защищены таким образом, чтобы они не могли повреждаться при перенапряжениях, возникающих во время их выключения (см. также [5.4.3](#)).

## **11 ТРАНСФОРМАТОРЫ**

### **11.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

**11.1.1** Требования настоящего раздела распространяются на силовые трансформаторы, указанные в [3.3](#).

Дополнительные требования для трансформаторов на напряжение свыше 1000 В указаны в [разд. 18](#).

**11.1.2** На ПБУ или МСП допускается применение как сухих, так и погруженных в жидкость (трансформаторное масло) трансформаторов. Если трансформаторы устанавливаются внутри помещений, то они должны быть сухого, естественно охлаждаемого типа.

**11.1.3** Трансформаторы, используемые для работы с полупроводниковыми преобразователями, должны быть сконструированы с учетом возможных искажений как по частоте питания, так и по синусоидальности напряжения.

**11.1.4** Обмотки трансформаторов первичных и вторичных напряжений должны быть электрически разделены.

**11.1.5** При применении трансформаторов, погруженных в трансформаторное масло, должно учитываться следующее:

- .1** трансформаторы должны быть герметичного исполнения; или
- .2** трансформаторы должны быть изготовлены так, чтобы исключалась возможность перелива, или утечки жидкости при всех условиях эксплуатации платформы, в том числе при максимальных ее кренах и дифферентах;
- .3** компенсационные устройства охлаждающей жидкости трансформаторов должны быть выполнены так, чтобы исключалась возможность выхода охлаждающей жидкости наружу при любых температурных колебаниях;
- .4** охлаждающая жидкость должна быть не токсичной и не поддерживающей горение;
- .5** должна быть предусмотрена аварийно-предупредительная сигнализация по максимальной температуре охлаждающей жидкости и защита по наличию в охлаждающей жидкости газа.

**11.1.6** При использовании принудительного охлаждения трансформаторов должна быть предусмотрена возможность их работы на пониженной мощности в случае выхода из строя охлаждающих насосов или вентиляторов. При этом должна предусматриваться также аварийно-предупредительная сигнализация.

## **11.2 ПЕРЕГРУЗКА, ИЗМЕНЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ И ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ РАБОТА**

**11.2.1** Трансформаторы должны выдерживать 10 %-ную перегрузку в течение 1 ч, а также 50 %-ную перегрузку в течение 5 мин.

**11.2.2** Изменение напряжения в пределах между холостым ходом и номинальной нагрузкой при активной нагрузке не должно превышать 5 % для трансформаторов мощностью до 6,3 кВ·А на фазу и 2,5 % – для трансформаторов большей мощности.

**11.2.3** Трансформаторы, предназначенные для параллельной работы, должны иметь одинаковые группы соединения обмоток, одинаковые коэффициенты трансформации, а их напряжения короткого замыкания должны быть такими, чтобы нагрузка любого трансформатора не отклонялась от значения, соответствующего пропорциональной доли мощности каждого трансформатора, более чем на 10 % номинального тока данного трансформатора.

**11.2.4** Номинальные мощности трансформаторов, предназначенных для параллельной работы, не должны отличаться друг от друга более чем в 2 раза.

## **12 СИЛОВЫЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ УСТРОЙСТВА**

### **12.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

**12.1.1** В силовых полупроводниковых устройствах должны применяться полупроводниковые элементы кремниевого типа.

**12.1.2** Для предотвращения образования конденсата в устройствах на полупроводниковых приборах, рассеиваемая мощность которых более 500 Вт, должен быть предусмотрен обогрев для поддержания температуры по крайней мере на 3 °С выше температуры окружающего воздуха.

**12.1.3** Силовые полупроводниковые устройства должны иметь естественное или принудительное охлаждение.

**12.1.4** Для силовых полупроводниковых устройств с принудительным охлаждением должна быть предусмотрена защита, снижающая или отключающая нагрузку при отключении охлаждения.

До срабатывания защиты должна быть предусмотрена звуковая и световая сигнализация о превышении максимально допустимой температуры охлаждающей среды на выходе системы.

## 12.2 ДОПУСТИМЫЕ ПАРАМЕТРЫ ИСКАЖЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ

**12.2.1** Коэффициент гармонических искажений  $K_U$  судовой сети, обусловленный работой силовых полупроводниковых устройств, не должен превышать 10 %.

Коэффициент гармонических искажений должен определяться по формуле, приведенной в [2.2.1.3](#).

**12.2.2** Коэффициент максимального относительного отклонения мгновенного значения напряжения от значения 1-й гармоники не должен превышать 30 %.

Коэффициент  $\Delta U_w$  должен определяться по формуле

$$\Delta U_w = \Delta U_m / (\sqrt{2} U_1), \quad (12.2.2)$$

где  $\Delta U_m$  – максимальное значение отклонения;  
 $U_1$  – действующее значение 1-й гармоники напряжения.

### **12.3 СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И СИГНАЛИЗАЦИЯ**

**12.3.1** Силовые полупроводниковые устройства должны иметь световую сигнализацию о включенном и выключенном состоянии силовых цепей и цепей управления.

**12.3.2** Силовая часть полупроводниковых устройств должна быть электрически изолирована от системы управления.

**12.3.3** Длительное отклонение токов в параллельных ветвях силовых полупроводниковых устройств не должно превышать 10 % значения среднего тока.

**12.3.4** Работа силовых полупроводниковых устройств не должна нарушаться при выходе из строя отдельных полупроводниковых элементов. Если нагрузка на отдельные полупроводниковые элементы превышает допустимые значения, она должна быть автоматически снижена.

При выходе из строя полупроводниковых элементов должна срабатывать световая и звуковая сигнализация.

## **12.4 ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ**

**12.4.1** Силовые полупроводниковые устройства должны быть оборудованы измерительными приборами для измерения основных входных и выходных параметров устройства.

**12.4.2** На шкалах приборов должны быть отмечены номинальные значения параметров. На шкале термометра охлаждающего воздуха, при принудительном охлаждении преобразователя, должна быть отмечена максимально допустимая температура.

## **13 АККУМУЛЯТОРЫ**

### **13.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

**13.1.1** Аккумуляторы должны быть изготовлены так, чтобы у полностью заряженных аккумуляторов после 28 сут. нахождения без нагрузки при температуре  $(25 \pm 5) ^\circ\text{C}$  потеря емкости вследствие саморазряда не превышала 30 % от номинальной емкости для кислотных и 25 % от номинальной емкости для щелочных аккумуляторов.

**13.1.2** Сосуды аккумуляторов и закрытия для отверстий должны быть сконструированы таким образом, чтобы при наклоне сосуда от вертикали в любом направлении на угол  $40^\circ$  электролит не выливался и не разбрызгивался.

Закрытия должны изготавливаться из материала прочного и стойкого к воздействию электролита. Конструкция закрытий не должна допускать возникновения чрезмерного давления газов в аккумуляторе.

**13.1.3** Применяемые мастики не должны менять своих свойств и повреждаться при изменениях температуры окружающей среды от  $-30$  до  $+60 ^\circ\text{C}$ .

**13.1.4** Материалы, применяемые для изготовления аккумуляторных ящиков, должны быть стойкими к воздействию электролита. Отдельные элементы, размещенные в ящиках, должны быть закреплены таким образом, чтобы их взаимное перемещение было невозможным.

**13.1.5** Для батарей, предназначенных к использованию в качестве источника энергии ответственных и аварийных потребителей, должен быть предусмотрен журнал контроля состояния батареи и ее обслуживания. Этот журнал должен содержать, как минимум, следующую информацию об аккумуляторной батарее:

- тип батареи и ее наименование;
- напряжение и емкость;
- размещение;
- наименование оборудования и/или систем, для которых батарея предназначена;
- данные по плановому периодическому обслуживанию или замене;
- данные по последнему обслуживанию или замене;
- данные изготовителя батареи и допустимый срок ее хранения – для батарей, предназначенных для замены и хранящихся отдельно.

**13.1.6** На судне должна быть предусмотрена инструкция по замене батарей, в которой должно быть указано, что новая батарея должна иметь эквивалентные (идентичные) характеристики.

**13.1.7** В случае замены герметичной аккумуляторной батареи на вентилируемую, в помещении, где устанавливается батарея, должна быть обеспечена соответствующая вентиляция, как указано в [13.4](#).

**13.1.8** Основные данные журнала обслуживания аккумуляторных батарей должны быть включены в судовые документы системы безопасного обслуживания, под лежащие контролю со стороны Регистра.

### **13.2 РАЗМЕЩЕНИЕ АККУМУЛЯТОРОВ**

**13.2.1** Батареи на напряжение выше безопасного, а также батареи зарядной мощностью более 2 кВт, рассчитанной по наибольшему зарядному току и номинальному напряжению, должны располагаться в специальных аккумуляторных помещениях, доступных с палубы, или в специальных ящиках, оборудованных подогревом и вентиляцией и установленных на палубе.

Батареи зарядной мощностью от 0,2 до 2 кВт могут устанавливаться в ящиках или шкафах, расположенных внутри специальных помещений ПБУ или МСП.

Аккумуляторные батареи, предназначенные для электростартерного пуска двигателей внутреннего сгорания, кроме аварийных агрегатов, допускается устанавливать в машинных помещениях в специальных ящиках или шкафах с достаточной вентиляцией.

Батареи зарядной мощностью менее 0,2 кВт, а также необслуживаемые герметичные батареи без ограничения зарядной мощности допускается устанавливать в любом помещении, за исключением жилых, при условии, что они будут иметь защиту от прикосновения к токонесущим частям, от воздействия воды и механических повреждений и не будут вредно влиять на окружающее оборудование.

**13.2.2** Кислотные и щелочные аккумуляторы не должны располагаться в одном помещении или в одном ящике. Сосуды и приборы, предназначенные для батарей с разными электролитами, должны устанавливаться отдельно.

**13.2.3** Внутренняя часть помещений или ящиков для аккумуляторов, а также все конструктивные части, которые могут подвергаться вредному воздействию электролита или газа, должны быть соответственно защищены.

**13.2.4** Аккумуляторные батареи, а также отдельные элементы должны быть надежно закреплены. При установке их на стеллажах в два или более яруса все стеллажи должны иметь спереди и сзади зазор не менее 50 мм для циркуляции воздуха, а расстояние от палубы до пробок элементов верхнего яруса не должно превышать 1500 мм.

**13.2.5** При установке аккумуляторных батарей или отдельных аккумуляторов (элементов) должны быть предусмотрены подкладки и распорки между ними, обеспечивающие зазор не менее 15 мм со всех сторон для циркуляции воздуха.

**13.2.6** На входных дверях в аккумуляторное помещение или около них, а также на ящиках с аккумуляторами должны быть предостерегающие надписи об опасности взрыва.

### **13.3 ОБОГРЕВ**

**13.3.1** Аккумуляторные помещения и ящики, в которых во время эксплуатации температура может опускаться ниже 5 °С, должны иметь систему обогрева. Обогрев допускается осуществлять за счет тепла смежных помещений, а также водяными или паровыми радиаторами, расположенными внутри аккумуляторных помещений или ящиков.

**13.3.2** Клапаны системы обогрева должны находиться вне аккумуляторных помещений.

**13.3.3** Для обогрева аккумуляторных помещений общая система кондиционирования ПБУ или МСП не должна применяться в качестве основной.

### **13.4 ВЕНТИЛЯЦИЯ**

**13.4.1** Помещения и ящики для аккумуляторов должны иметь достаточную вентиляцию, исключающую возможность образования и скопления взрывчатых смесей.

**13.4.2** Аккумуляторные помещения, снабженные искусственной вентиляцией, должны иметь устройства, предотвращающие возможность включения аккумуляторов на зарядку до включения вентиляции.

Зарядка должна автоматически выключаться в случае остановки вентиляторов.

### **13.5 ЗАРЯДКА АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ**

**13.5.1** Для зарядки аккумуляторных батарей ответственных потребителей должно быть предусмотрено зарядное устройство, рассчитанное на зарядку батарей в течение 8 ч. В случае применения дополнительной батареи, заменяющей находящуюся на зарядке, время зарядки может превышать 8 ч.

**13.5.2** Зарядное устройство должно предусматривать возможность измерения напряжения на клеммах батарей и зарядного тока, а для переходных аварийных источников энергии – также разрядного тока.

**13.5.3** Должны быть предусмотрены устройства для зарядки аккумуляторов переносных аккумуляторных фонарей и аккумуляторных запасных сигнально-отличительных фонарей.

### **13.6 УСТАНОВКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ В АККУМУЛЯТОРНЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ**

**13.6.1** Кроме светильников взрывозащищенного исполнения, а также кабелей, подведенных к аккумуляторам и светильникам, установка в аккумуляторных помещениях другого электрического оборудования не допускается.

**13.6.2** Кабели, подводимые к аккумуляторам и светильникам, допускается прокладывать открыто при условии, что они имеют металлическую броню или оплетку, покрытую неметаллической оболочкой, и эта броня или оплетка надежно заземлена на обоих концах.

### **13.7 ЭЛЕКТРОСТАРТЕРНЫЙ ПУСК ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ**

#### **13.7.1 Количество стартерных батарей.**

**13.7.1.1** Для электростартерного пуска двигателей внутреннего сгорания (ДВС), независимо от количества двигателей, должно быть стационарно установлено:

не менее чем по две стартерные батареи для каждого двух ДВС с возможностью переключения каждой батареи для старта обоих ДВС;

либо не менее чем две общие стартерные батареи для пуска всех двигателей. При этом должна быть предусмотрена постоянная система коммутации, обеспечивающая возможность использования любой из батарей для пуска любого двигателя из группы, обслуживаемой этой батареей.

#### **13.7.2 Характеристики батарей.**

**13.7.2.1** Каждая стартерная батарея должна быть рассчитана на разрядный ток в стартерном режиме, соответствующий максимальному току наиболее мощного стартерного электрического двигателя.

**13.7.2.2** Емкость каждой батареи должна обеспечивать не менее шести пусков двигателя внутреннего сгорания в подготовленном к пуску состоянии, а для двух двигателей и более – не менее трех пусков каждого двигателя.

**13.7.2.3** При расчете емкости батарей следует предусмотреть продолжительность каждого пуска не менее 5 с.

#### **13.7.3 Зарядные устройства.**

**13.7.3.1** Питание зарядного устройства стартерных батарей должно осуществляться по отдельному фидеру от ГРЩ, если даже предусмотрена зарядка батарей от навешенного на ДВС генератора.

## **14 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ И УСТАНОВОЧНАЯ АРМАТУРА**

### **14.1 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ**

#### **14.1.1 Общие требования.**

**14.1.1.1** Конструкция выключателей со сменными контактами должна быть такой, чтобы замена контактов могла выполняться обычными инструментами без демонтажа выключателя или его основных узлов.

**14.1.1.2** Все разъединители и выключатели, кроме каютных, должны быть снабжены механическими или электрическими индикаторами положения контактов (включено-выключено), находящимися в месте, с которого аппарат приводится в действие оператором.

**14.1.1.3** Положения барабанов контроллера и командоконтроллера должны четко фиксироваться механически; при этом нулевое положение должно фиксироваться более отчетливо, чем другие.

Барабаны контроллера и командоконтроллера должны снабжаться шкалой и указателем, показывающим положение включения.

**14.1.1.4** Пускорегулирующие аппараты, за исключением применяемых для непрерывного плавного регулирования, должны быть изготовлены таким образом, чтобы конечные и промежуточные фиксированные положения на отдельных ступенях управления были легко ощутимы, а движение за конечные положения было бы невозможным.

#### **14.1.2 Аппараты с ручным приводом.**

**14.1.2.1** Направление движения ручных органов управления коммутационных или пускорегулирующих аппаратов должно быть таким, чтобы вращение рукоятки (маховика) по часовой стрелке или перемещение рукоятки (рычага) вверх или вперед соответствовало включению аппарата, пуску электрического двигателя, увеличению частоты вращения, повышению напряжения и т.п.

При управлении подъемниками или опускающими устройствами вращение рукоятки (маховика) по часовой стрелке или движения рукоятки (рычага) на себя должно соответствовать подъему, а вращение против часовой стрелки или движение от себя – опусканию.

**14.1.2.2** Кнопки выключателей должны быть изготовлены таким образом, чтобы они не могли быть случайно приведены в действие.

#### **14.1.3 Аппараты с электрическим приводом.**

**14.1.3.1** Приводной механизм автоматических и других выключателей должен быть сконструирован так, чтобы в случае исчезновения энергии, приводящей в движение машинный привод, контакты выключателя оставались только во включенном или выключенном положении.

**14.1.3.2** Электрический привод должен обеспечивать надежное включение аппарата при напряжении питания, равном 85 – 110 % номинального значения, а при переменном токе – при отклонениях частоты в пределах +5 % от номинальной при температуре окружающей среды 45 °С и при нагретой обмотке привода.

**14.1.3.3** Работа привода при 110 % номинального напряжения не должна вызывать повреждений выключателя или чрезмерного воздействия на контакты, влияющего на коммутационную способность аппарата. По отношению к электромагнитным контакторам указанное выше требование должно быть выполнено при замыкании контактора при температуре окружающей среды – 10 °С и при нагретой обмотке катушки.

**14.1.3.4** Снижение напряжения до 70 % номинального напряжения питания привода не должно вызывать размыкания главных и вспомогательных контактов или уменьшения контактного нажима при температуре окружающей среды 45 °С и нагретой обмотке привода.

**14.1.3.5** Конструкцией должна быть предусмотрена возможность ручного управления выключателем, имеющим электрический привод.

**14.1.4 Катушки.**

**14.1.4.1** Крепление провода или наконечника к обмотке катушки должно быть выполнено таким образом, чтобы усилия от присоединенного провода не передавались на витки катушки. Отводы катушек напряжения должны изготавливаться из многопроволочного гибкого провода, за исключением тех случаев, когда контактные зажимы закреплены непосредственно на корпусе катушки.

**14.1.4.2** Катушки электромагнитных аппаратов должны иметь обозначения их характеристик.

**14.1.5 Предохранители.**

**14.1.5.1** Корпуса плавких вставок предохранителей должны быть полностью закрытого типа. Расплавление плавкой вставки не должно вызывать выброса дуги наружу, искрения или другого вредного воздействия на близлежащие части электрооборудования.

**14.1.6 Резисторы.**

**14.1.6.1** Элементы резисторов должны легко заменяться посекционно или в целом.

**14.1.6.2** Блоки балластных резисторов должны быть расположены и вентилироваться таким образом, чтобы они не нагревали другие устройства до недопустимых пределов.

**14.1.6.3** Дополнительные требования к резисторам цепей заземления сетей с напряжением выше 1000 В указаны в [разд. 18](#).

## **14.2 УСТАНОВОЧНАЯ АРМАТУРА**

### **14.2.1 Общие требования.**

**14.2.1.1** Корпуса арматуры должны изготавливаться из коррозионно-стойкого или соответственно защищенного от коррозии и, по крайней мере, трудновоспламеняющегося материала с соответствующей механической прочностью. Корпуса арматуры, предназначенной для установки на открытой палубе, в охлаждаемых помещениях и сырых местах, должны изготавливаться из латуни, бронзы или равноценного материала или из пластмасс соответствующего качества. Если применяется сталь или сплавы алюминия, то необходимо применять соответствующую антикоррозионную защиту.

В изделиях из сплава алюминия не рекомендуется производить резьбовых и посадочных соединений деталей.

**14.2.1.2** Изоляционные детали, к которым крепятся токоведущие части, должны изготавливаться из материалов, не выделяющих воспламеняющихся от электрической искры газов при температуре до 500 °C включительно.

**14.2.1.3** Осветительная арматура, предназначенная для установки на горючих материалах или вблизи них, должна быть изготовлена таким образом, чтобы она не нагревалась выше 60 °C (см. также [6.5.8](#)).

### **14.2.2 Патроны.**

**14.2.2.1** Конструкция осветительных патронов с винтовым цоколем должна обеспечивать надежное удержание ламп от самоотвинчивания.

**14.2.2.2** В патронах не допускается установка выключателей.

**14.2.2.3** Каждый осветительный патрон должен иметь обозначенные номинальное напряжение, а также наибольший допустимый ток или мощность.

### **14.2.3 Штепсельные соединения.**

**14.2.3.1** Контактные гнезда штепсельных розеток должны быть такой конструкции, которая обеспечивает постоянный нажим в контакте со штырем штепсельной вилки.

**14.2.3.2** Не допускается применение штепсельных вилок с разрезными штырями. Штыри штепсельных вилок для тока более 10 А должны быть цилиндрическими сплошными или полыми.

**14.2.3.3** Штепсельные розетки и вилки для напряжения выше безопасного должны иметь контакты для подключения заземляющих жил кабеля присоединяемых потребителей.

**14.2.3.4** Штепсельные розетки должны быть изготовлены таким образом, чтобы обеспечивалась соответствующая степень защиты независимо от того, находится вилка в розетке или нет.

**14.2.3.5** У штепсельных розеток с номинальным током более 16 А должны быть предусмотрены встроенные выключатели. Следует также предусмотреть у этих розеток блокировку, исключающую возможность присоединения или отсоединения вилки, если выключатель розетки находится в положении «включено».

**14.2.3.6** В штепсельных розетках без блокировки расстояния между контактами по воздуху и по изоляционному материалу должны быть такими, чтобы не могло возникнуть короткого замыкания вследствие перекрытия дуги при отсоединении вилки, нагруженной током на 50 % больше номинального при номинальном напряжении.

**14.2.3.7** Штепсельные розетки и вилки должны иметь такую конструкцию, чтобы нельзя было вставить токоведущие штыри в гнездо заземления, а конструкция розеток, предназначенных для подключения двигателей (устройств), направление вращения которых зависит от изменения очередности фаз или полюсов, должна дополнительно исключать возможность изменения этого порядка. При соединении вилки со штепсельной розеткой заземляющая часть вилки должна входить в контакт с заземляющей частью штепсельной розетки до соединения токоведущих штырей.

**14.2.3.8** В штепсельных розетках и вилках не допускается устанавливать предохранители.

**14.2.3.9** Конструкция штепсельных розеток должна исключать возможность подключения к ним вилок потребителей, рассчитанных на более низкое напряжение.

**14.2.3.10** Штепсельные розетки на открытых палубах, должны быть установлены штепсельным разъемом вниз, а подключаемый к ним кабель не должен проходить через комингсы дверей или другие закрываемые отверстия, ограничивающие взрывоопасные помещения и пространства.

## 15 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ НАГРЕВАТЕЛЬНЫЕ И ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

### 15.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

**15.1.1** Допускается применение электронагревательных устройств только стационарного типа.

**15.1.2** Питание электронагревательных устройств должно осуществляться от ГРЩ или групповых щитов, предназначенных для этой цели, а также от распределительных щитов освещения с учетом требований [6.2.1](#).

**15.1.3** Несущие части конструкции электронагревательных устройств, а также внутренние поверхности кожухов должны быть изготовлены из негорючих материалов.

**15.1.4** Допускаемый ток утечки в нагретом состоянии должен быть не более 1 мА на 1 кВт номинальной мощности для любого отдельно включаемого нагревательного элемента и не больше 10 мА для всего прибора.

**15.1.5** Электронагревательные устройства должны быть такой конструкции, чтобы температура их частей, которыми должен пользоваться персонал или с которыми возможно соприкосновение, не превышала значений, указанных в [табл. 15.1.5](#).

Таблица 15.1.5

| №<br>п/п | Части приборов                                                                                   | Допускаемые<br>температуры, °С |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| 1        | Рукоятки управления длительного использования:                                                   |                                |
|          | металлические                                                                                    | 55                             |
|          | неметаллические                                                                                  | 65                             |
| 2        | То же, но кратковременного использования                                                         |                                |
|          | металлические                                                                                    | 60                             |
|          | неметаллические                                                                                  | 70                             |
| 3        | Оболочки электрических отопительных приборов помещений при температуре окружающего воздуха 20 °С | 80                             |
| 4        | Воздух, выходящий из отопительных приборов в обогреваемое помещение                              | 110                            |

## **15.2 ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ**

**15.2.1** Электрические отопительные приборы, предназначенные для помещений, должны быть стационарными. Они должны быть оборудованы устройствами, отключающими питание в случае недопустимого повышения температуры корпуса прибора.

**15.2.2** Отопительные приборы должны быть установлены согласно требованиям 2.1.13 части VI «Противопожарная защита».

**15.2.3** Если на отопительных и нагревательных приборах не предусматриваются встроенные отключающие устройства, то такие устройства должны быть установлены в помещении в непосредственной близости от корпусов нагревательных приборов.

Выключатели должны отключать питание во всех полюсах или фазах.

**15.2.4** Конструкция кожухов электрических отопительных приборов должна исключать возможность размещения на них каких-либо предметов.

**15.2.5** Стационарные отопительные приборы на напряжение 380 В, допускаемые в соответствии с [табл. 4.1.5](#), должны иметь защитное исполнение, исключающее возможность доступа к частям под напряжением без применения специального инструмента. Кожухи должны быть снабжены надписями, указывающими напряжение.

**15.2.6** Камбузные электрические нагревательные приборы должны изготавливаться таким образом, чтобы исключить возможность соприкосновения посуды с частями, находящимися под напряжением, и чтобы утечка жидкостей не вызывала короткого замыкания или повреждения изоляции.

### **15.3 НАГРЕВАТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ**

**15.3.1** Подогрев нефтепродуктов (топлива и масел) с температурой вспышки выше 60 °С допускается осуществлять электрическими подогревателями при выполнении требований [15.3.2](#) и [15.3.3](#).

**15.3.2** Нагревательные устройства на трубопроводах выполненные кабелями нагрева, должны быть оборудованы средствами регулировки температуры, световой сигнализацией о режимах работы, а также световой и звуковой сигнализацией о неисправностях и повышении температуры сверх допустимой.

**15.3.3** Нагревательные устройства в танках должны быть косвенного нагрева и быть оборудованы средствами регулировки температуры нагреваемой среды, датчиками температуры поверхности нагревательных элементов, датчиками минимального уровня и средствами отключения питания нагревателей при превышении допустимого верхнего предела температуры и при уменьшении уровня ниже минимального.

**15.3.4** Независимо от типа электрического устройства регулирования температуры нагреваемой среды следует предусмотреть устройство отключения питающего напряжения с ручной разблокировкой при достижении температуры поверхности нагревательного элемента 220 °С.

**15.3.5** Кабели нагрева и поверхностные электрические нагреватели должны получать питание по отдельным фидерам с номинальным током, не превышающим 63 А.

**15.3.6** Для кабелей нагрева и поверхностных нагревателей должна быть предусмотрена соответствующая защита от механических повреждений. Должны быть предусмотрены соответствующие надписи, предупреждающие персонал о недопустимости механических воздействий на трубопроводы, снабженные кабелями нагрева.

**15.3.7** Применение кабелей нагрева и поверхностных нагревателей во взрывоопасных зонах и пространствах допускается только при соответствующем виде взрывозащиты, подтвержденном сертификатами от компетентных органов.

#### **15.4 СИСТЕМЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ КАБЕЛЕЙ НАГРЕВА**

**15.4.1** Системы с применением кабелей нагрева для удаления льда и предотвращения обледенения оборудования и пространств, предназначаются для:

выполнения установкой своего основного функционального назначения (технологическое оборудование);

сохранения управляемости;

сохранения остойчивости;

безопасности экипажа (технологические площадки, трапы, леера, плоты, шлюпки и т.п.).

**15.4.2** Теплопроизводительность таких систем должна быть не менее:

300 Вт/м<sup>2</sup> для пространств открытых палуб, вертолетных площадок, трапов и переходных мостиков;

200 Вт/м<sup>2</sup> для надстроек;

50 Вт/м<sup>2</sup> для леерного ограждения с внутренним обогревом.

Теплопроизводительность для иных зон и пространств подлежит в каждом случае специальному рассмотрению Регистром.

**15.4.3** В системах с применением кабелей нагрева должно быть особо обращено внимание на теплопередачу между кабелем и обогреваемым оборудованием (пространством) для эффективного обогрева.

**15.4.4** Распределительный щит для указанных систем должен быть оборудован:

ваттметром или амперметром для индикации общей нагрузки;

отличительной табличкой с указанием расчетной нагрузки каждой цепи, а также щита в целом;

устройством контроля замыкания на землю по каждой цепи с предупредительной сигнализацией;

сигнальными лампами о включении нагрузки по каждой цепи.

**15.4.5** Двухпроводниковые кабели нагрева должны быть защищены от перегрузки на 125 % номинального тока цепи. Для кабелей саморегулируемого типа защита от перегрузки может не применяться.

## **16 КАБЕЛИ И ПРОВОДА**

### **16.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

**16.1.1** Требования настоящего раздела распространяются на силовые кабели и провода на напряжение до 1000 В и кабели управления и сигнализации. Дополнительные требования к кабелям и условиям их прокладки на напряжение свыше 1000 В указаны в [разд. 18](#).

## 16.2 ЖИЛЫ

**16.2.1** Жилы кабелей, предназначенных для питания ответственных потребителей, должны быть многопроволочными и изготовлены из электролитической меди (см. также [16.8.1.2](#)). В [табл. 16.2.1](#) приведены сведения о номинальном числе проволок в жиле. Однопроволочные жилы допускаются только для кабелей с минеральной изоляцией и для кабелей с площадью сечения жил не превышающей 2,5 мм<sup>2</sup> и напряжением до 250 В, прокладываемых в жилых помещениях.

Таблица 16.2.1

| Номинальная площадь сечения жилы, мм <sup>2</sup> | Наименьшее число проволок в жиле |                                            |
|---------------------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------|
|                                                   | круглые неуплотненные проводники | уплотненные секторные и круглые проводники |
| 0,5 – 6                                           | 7                                | –                                          |
| 10 – 16                                           | 7                                | 6                                          |
| 25 – 35                                           | 19                               | 6                                          |
| 50 – 70                                           | 19                               | 15                                         |
| 95                                                | 37                               | 15                                         |
| 120 – 185                                         | 37                               | 30                                         |
| 240 – 300                                         | 61                               | 30                                         |

Примечание. Соотношение номинальных диаметров любых двух проволок в жиле кабелей, уплотненных механически, не должно превышать значения 1:1,3, а для жил, сформированных геометрически, но не уплотненных – 1:1,8.

**16.2.2** Соединения отдельных проволок жилы должны быть смещены по отношению друг к другу по длине жилы на расстоянии не менее 500 мм.

Такие соединения не должны ухудшать механических и электрических свойств проволоки, не должны изменять площадь сечения проволоки и целой жилы.

**16.2.3** Отдельные проволоки медных жил с резиновой изоляцией должны быть покрыты полудой или другим соответствующим сплавом.

Может быть допущено отсутствие полуды или другого устойчивого против коррозии покрытие наружного повива или всех проволок жилы с резиновой изоляцией, если изготовителем предусмотрены меры, гарантирующие, что резиновая изоляция не будет оказывать вредного воздействия на металл жилы.

Для жил, имеющих другие виды изоляции, лужения не требуется.

### 16.3 ИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

**16.3.1** Для изоляции жил кабелей и проводов могут быть применены изоляционные материалы, указанные в [табл. 16.3.1](#).

Таблица 16.3.1

| Обозначение изоляции | Нормативные типы изоляционных материалов | Допустимая рабочая температура провода для расчета допустимой длительной нагрузки кабеля, °С |
|----------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| PVC/A                | Поливинилхлорид обычный                  | 60                                                                                           |
| PVC/D                | Поливинилхлорид теплостойкий             | 75                                                                                           |
| EPR                  | Этиленпропиленовая резина                | 85                                                                                           |
| XLPE                 | Полиэтилен сетчатой структуры            | 85                                                                                           |
| S95                  | Кремнийорганическая резина               | 95                                                                                           |

## 16.4 ОБОЛОЧКИ

**16.4.1** Защитные оболочки кабелей и проводов могут изготавливаться из неметаллических материалов, указанных в [табл. 16.4.1](#), свинца и меди.

Таблица 16.4.1

| Обозначение оболочки | Тип неметаллической защитной оболочки | Максимально допустимая температура жил кабеля, °C |
|----------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------|
| SV1                  | Поливинилхлорид                       | 60                                                |
| SV2                  | То же, но теплостойкий                | 85                                                |
| SP1                  | Резина полихлорпреновая               | 85                                                |
| SH1                  | Хлорсульфонируемый полиэтилен         | 85                                                |

**16.4.2** Защитные оболочки должны быть одинаковой толщины, в пределах допустимых отклонений, по всей производственной длине кабеля и облежать жилы кабеля концентрически. Оболочки должны образовывать непроницаемое покрытие, плотно прилегающее к защищаемым изолированным жилам.

**16.4.3** Свинцовые оболочки кабелей следует изготавливать из соответствующих сплавов, регламентируемых национальными стандартами.

Оболочки из чистого свинца можно применять только тогда, когда свинцовая оболочка будет покрыта дополнительной защитной оболочкой.

**16.4.4** Оболочки электрических кабелей и проводов должны быть, как минимум, не распространяющие горения, в процессе эксплуатации не должны терять свойств, обеспечивающих нераспространение горения.

## **16.5 ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ**

**16.5.1** Экранирующая оплетка должна изготавливаться из медной луженой проволоки. Если применяется медная нелуженая проволока, она должна быть защищена соответствующей оболочкой. Не экранирующие оплетки могут изготавливаться из стальной оцинкованной проволоки. Оплетка должна быть равномерной, и ее плотность должна быть такой, чтобы ее масса была, по крайней мере, равна 90 % массы трубки того же диаметра, изготовленной из такого же материала и с толщиной стенки, равной диаметру проволоки оплетки.

**16.5.2** Металлическая броня должна изготавливаться из отожженной и оцинкованной стальной проволоки или ленты, намотанной спирально с соответствующим шагом спуска на оболочку кабеля или на дополнительную подушку на оболочке таким образом, чтобы образовался непрерывный цилиндрический слой, обеспечивающий защиту и гибкость готового кабеля. По особому требованию броня может быть изготовлена вышеуказанным методом из немагнитных металлов.

**16.5.3** Броня или оплетка кабелей, изготовленных из стальной ленты или проволоки, должна быть надежно защищена от коррозии.

**16.5.4** Подушка под броню должна изготавливаться из влагостойких материалов.

## **16.6 МАРКИРОВКА**

**16.6.1** Кабели с изоляцией из резины или из поливинилхлорида для предельных температур на жиле выше 60 °С следует обозначать способом, позволяющим их идентифицировать.

**16.6.2** Жилы кабеля должны быть маркированы способом, обеспечивающим достаточную сохранность маркировки.

У многожильных кабелей с жилами, расположенными в нескольких концентрических слоях, по крайней мере, две смежные жилы в каждом слое следует маркировать разными цветами.

## **16.7 МОНТАЖНЫЕ ПРОВОДА**

**16.7.1** Для внутренних соединений в распределительных щитах и электрических устройствах должны применяться одножильные изолированные провода (см. также [табл. 16.3.1](#)).

**16.7.2** Для внутреннего монтажа электрических устройств допускается применять неизолированные провода и шины. Внешний монтаж неизолированными проводами или шинами допускается при условии надежного их ограждения.

## **16.8 КАБЕЛЬНАЯ СЕТЬ**

### **16.8.1 Общие требования.**

**16.8.1.1** Должны применяться огнестойкие и не распространяющие горение кабели и провода с медными жилами, изготовленные и испытанные в соответствии с требованиями настоящей части Правил ПБУ/МСП, национальных стандартов и стандартов МЭК: 60092-350:2020, 60092-350:2005, 60092-353:2016, 60092-354:2020, 60092-360:2014, 60092-370:2019, 60092-376:2017 и МЭК 61892-4:2019. Кабели должны быть испытаны на нераспространение пламени в соответствии с требованиями стандартов МЭК 60332-1-2:2004+AMD:2015 и МЭК 60332-3-22:2018.

Кабели, изготовленные и испытанные в соответствии со стандартами иными, чем указано выше, могут быть допущены к использованию при условии, что они отвечают требованиям международных или национальных стандартов и по уровню безопасности являются эквивалентными или превосходят стандарты, указанные выше.

Применение гибких кабелей, оптико-волоконных и т.п., используемых для специальных целей, может быть допущено при условии, что они изготовлены и испытаны в соответствии с одобренными стандартами.

В отношении испытания кабелей на огнестойкость должны применяться стандарты МЭК 60331-1:2018 — для кабелей с внешним диаметром более 20 мм, МЭК 60331-2:2018 — для кабелей с внешним диаметром 20 мм и меньше, МЭК 60331-23:1999 — для кабелей передачи данных и МЭК 60331-25:1999 — для оптико-волоконных кабелей.

**16.8.1.2** Должны применяться кабели и провода с многопроволочными жилами и площадью поперечного сечения жилы не менее:

- .1** 1,0 мм<sup>2</sup> — в цепях питания, управления и сигнализации ответственных устройств и в цепях питания других устройств;
- .2** 0,5 мм<sup>2</sup> — в цепях управления и сигнализации;
- .3** 0,5 мм<sup>2</sup> — в цепях контрольно-измерительных и внутренней связи с числом жил в кабеле не менее четырех.

Для питания неответственных устройств допускается применение кабелей с однопроволочной жилой площадью сечения 1,5 мм<sup>2</sup> и менее. Число жил силовых кабелей должно соответствовать фазности или полярности сети распределения.

В цепях передачи данных могут применяться высокочастотные кабели с диаметром жилы 0,4 — 0,8 мм соответствующие требованиям стандарта МЭК 61156-5:2020 с учетом механической прочности таких кабелей в соответствии с МЭК 60092-370:2019.

**16.8.1.3** В сетях с большими индуктивными и емкостными нагрузками должны применяться кабели, рассчитанные на рабочее напряжение, равное приблизительно удвоенному номинальному напряжению сети.

**16.8.1.4** Наибольшая допустимая температура для изоляции жилы устанавливаемого кабеля или провода должна быть, по крайней мере, на 10 °С выше предусматриваемой температуры окружающей среды.

**16.8.1.5** В местах, подверженных воздействию нефтепродуктов или другой агрессивной среды, должны применяться кабели, имеющие оболочку, стойкую к воздействию данной среды. Кабели, не обладающие этими свойствами, допускается прокладывать в таких местах только в металлических трубах (см. 16.8.8).

**16.8.1.6** В местах, где кабели могут подвергаться механическим повреждениям, должны прокладываться кабели, имеющие соответствующую броню, а кабели других типов должны в таких местах иметь соответствующую защиту или прокладываться в трубах (см. [16.8.8](#)).

**16.8.1.7** Кабели, питающие электрические приводы спринклерной системы и пожарного насоса от аварийного источника электрической энергии, проложенные через шахты машинных помещений категории А, камбузы, сушильные и другие подобные помещения высокой пожарной опасности, должны быть негорючими или защищенными от воздействия

пламени. Вышеуказанные требования касаются также кабелей дистанционного управления этих устройств.

Кабели должны прокладываться таким образом, чтобы они не были повреждены из-за нагрева переборок, который может произойти из-за пожара в соседнем помещении.

**16.8.1.8** Кабели ответственных и аварийных устройств, а также кабели устройств, требуемых для работы в условиях пожара, включая кабели их питания, не должны прокладываться в трассах, проходящих через помещения с высокой пожарной опасностью (см. [16.8.1.9](#)) за исключением случаев, когда сами устройства размещены в этих помещениях.

В случае необходимости такой прокладки кабели должны быть огнестойкими.

**16.8.1.9** К помещениям с высокой пожарной опасностью относятся:

- машинные помещения категории А;
- помещения, содержащие оборудование для подготовки топлива и других легко воспламеняющихся веществ;
- камбузы и их вспомогательные помещения, содержащие оборудование для приготовления пищи;
- прачечные, содержащие оборудование для сушки;
- жилые помещения повышенной пожароопасности;
- малярные, кладовые и подобные помещения для хранения воспламеняющихся жидкостей;

закрытые и полужакрытые взрывоопасные помещения, для которых требуется установка электрического оборудования взрывозащищенного исполнения.

**16.8.1.10** Кабели, распределительные устройства, коммутационные и защитные аппараты, установочная аппаратура, относящиеся к этим устройствам, должны быть такой конструкции или устанавливаться таким образом, чтобы свести к минимуму выход из строя этих устройств из-за пожара в любом одном из таких помещений или зон.

**16.8.1.11** К устройствам, требуемым для работы в условиях пожара относятся:

- авральная сигнализация;
- системы пожаротушения;
- сигнализация обнаружения пожара;
- сигнализация предупреждения о пуске систем пожаротушения;
- устройства управления противопожарными дверями с указателями их положения;
- устройства управления водонепроницаемыми дверями с указателями их положения и предупредительной сигнализацией;
- аварийное освещение;
- командно-трансляционное устройство;
- низкорасположенное освещение;
- дистанционное аварийное отключение систем, работа которых может поддерживать распространение пожара и/или взрыва.

**16.8.1.12** Кабели устройств, указанных в [16.8.1.11](#), при прокладке через помещения с высокой пожарной опасностью, должны быть огнестойкими от панели управления этих устройств до ближайшего распределительного щита, установленного в помещении или зоне, обслуживающей эти устройства.

**16.8.1.13** Кабели питания устройств, указанных в [16.8.1.10](#), при прокладке через помещения с высокой пожарной опасностью, должны быть огнестойкими от аварийного источника питания до ближайшего распределительного щита, установленного в помещении или зоне, обслуживающей эти устройства.

**16.8.1.14** Кабели устройств, требуемых для работы в условиях пожара, включая кабели их питания, должны быть огнестойкими, если они проходят через машинные помещения категории А, котельные помещения, камбузы и другие выгороженные помещения с высокой пожарной опасностью, а также через их шахты, противопожарные зоны или палубы другие, чем те, в которых они установлены. К таким устройствам относятся:

авральная сигнализация и сигнализация обнаружения пожара;  
системы пожаротушения и сигнализация о пуске средств пожаротушения;  
устройства управления противопожарными дверями с указателями их положения;  
устройства управления водонепроницаемыми дверями с указателями их положения и предупредительной сигнализацией;  
аварийное освещение;  
служебная связь и командно-трансляционное устройство;  
низкорасположенное освещение.

### **16.8.2 Выбор кабелей и проводов по нагрузкам.**

**16.8.2.1** Расчет допустимых токовых нагрузок должен выполняться на основе стандартов или расчетных методов, одобренных Регистром. Длительные допустимые токовые нагрузки для одножильных кабелей и проводов с различными изоляционными материалами при температуре окружающей среды 45 °С, должны соответствовать указанным в [табл. 16.8.2.1](#).

Таблица 16.8.2.1

| Номинальное сечение жилы, мм <sup>2</sup> | Изоляционный материал                                          |                               |                  |                                                          |                                                                       |                                             |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
|                                           | Поливинил-хлорид                                               | Поливинил-хлорид теплостойкий | Бутиловая резина | Этиленпропиленовая резина, полиэтилен сетчатой структуры | Этиленпропиленовая резина, полиэтилен и полиолефин сетчатой структуры | Силиконовая резина или минеральная изоляция |
|                                           | Максимально допустимая рабочая допустимая температура жилы, °С |                               |                  |                                                          |                                                                       |                                             |
|                                           | 60                                                             | 75                            | 80               | 85                                                       | 90                                                                    | 95                                          |
| 1                                         | 8                                                              | 13                            | 15               | 16                                                       | 18                                                                    | 20                                          |
| 1,5                                       | 12                                                             | 17                            | 19               | 20                                                       | 23                                                                    | 26                                          |
| 2,5                                       | 17                                                             | 24                            | 26               | 28                                                       | 30                                                                    | 32                                          |
| 4                                         | 22                                                             | 32                            | 35               | 38                                                       | 40                                                                    | 43                                          |
| 6                                         | 29                                                             | 41                            | 45               | 48                                                       | 52                                                                    | 55                                          |
| 10                                        | 40                                                             | 57                            | 63               | 67                                                       | 72                                                                    | 76                                          |
| 16                                        | 54                                                             | 76                            | 84               | 90                                                       | 96                                                                    | 102                                         |
| 25                                        | 71                                                             | 100                           | 110              | 120                                                      | 127                                                                   | 135                                         |
| 35                                        | 87                                                             | 125                           | 140              | 145                                                      | 157                                                                   | 166                                         |
| 50                                        | 105                                                            | 150                           | 165              | 180                                                      | 196                                                                   | 208                                         |
| 70                                        | 135                                                            | 190                           | 215              | 225                                                      | 242                                                                   | 256                                         |
| 95                                        | 165                                                            | 230                           | 260              | 275                                                      | 293                                                                   | 310                                         |
| 120                                       | 190                                                            | 270                           | 300              | 320                                                      | 339                                                                   | 359                                         |
| 150                                       | 220                                                            | 310                           | 340              | 365                                                      | 389                                                                   | 412                                         |
| 185                                       | 250                                                            | 350                           | 390              | 415                                                      | 444                                                                   | 470                                         |
| 240                                       | 290                                                            | 415                           | 460              | 490                                                      | 552                                                                   | 553                                         |
| 300                                       | 335                                                            | 475                           | 530              | 560                                                      | 601                                                                   | 636                                         |

Приведенные в этой таблице токовые нагрузки относятся к следующим прокладкам кабелей:

**.1** прокладке не более шести кабелей в одном пучке или в один ряд с плотным прилеганием друг к другу;

**.2** прокладке кабелей в два ряда, независимо от количества кабелей в ряду, при условии, что между группой или пучком из шести кабелей имеется свободное пространство для циркуляции воздуха.

При прокладке более шести кабелей в пучке, которые могут быть одновременно нагружены номинальным током, или при отсутствии свободного пространства между ними для циркуляции воздуха допустимые таблицей токовые нагрузки для данного сечения должны быть снижены на 15 % (коэффициент 0,85).

**16.8.2.2** Значение номинальных токовых нагрузок в амперах для сечений, приведенных в [табл. 16.8.2.1](#), а также для любых сечений рассчитываются по формуле

$$I = \alpha S^{0,625} \quad (16.8.2.2)$$

где  $\alpha$  – коэффициент, соответствующий максимально допустимой рабочей температуре жилы, который определяется по [табл. 16.8.2.2](#);  
 $S$  – номинальная площадь сечения жилы, мм<sup>2</sup>.

**Таблица 16.8.2.2**

| Максимально допустимая<br>рабочая температура жилы, °C | Коэффициент $\alpha$ для номинальной площади сечения $S$ , мм <sup>2</sup> |         |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------|
|                                                        | $\geq 2,5$                                                                 | $< 2,5$ |
| 60                                                     | 9,5                                                                        | 8       |
| 65                                                     | 11                                                                         | 10      |
| 70                                                     | 12                                                                         | 11,5    |
| 75                                                     | 13,5                                                                       | 13      |
| 80                                                     | 15                                                                         | 15      |
| 85                                                     | 16                                                                         | 16      |
| 90                                                     | 17                                                                         | 18      |
| 95                                                     | 18                                                                         | 20      |

**16.8.2.3** Допустимые токовые нагрузки для двух-, трех- и четырехжильных кабелей должны определяться путем снижения нагрузки, указанной в [табл. 16.8.2.1](#) для данного сечения, при помощи следующих поправочных коэффициентов:

0,85 – для двухжильных кабелей;

0,70 – для трех- и четырехжильных кабелей.

**16.8.2.4** Допустимые токовые нагрузки кабелей и проводов, установленных в цепях с повторно-кратковременной или кратковременной нагрузкой, должны определяться умножением длительных нагрузок кабелей, указанных в [табл. 16.8.2.1](#) или выбранных по [16.8.2.2](#), на поправочные коэффициенты, указанные в [табл. 16.8.2.4](#).

**Таблица 16.8.2.4**

**Поправочные коэффициенты для кабелей и проводов с металлической и без металлической оболочки**

| Номинальное сечение жилы, мм <sup>2</sup> | Повторно-кратковременный режим ПВ 40 % |                             | Кратковременная работа 30 мин |                             | Кратковременная работа 60 мин |                             |
|-------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
|                                           | Кабели и провода                       |                             |                               |                             |                               |                             |
|                                           | с металличе-скими оболочками           | без металли-ческих оболочек | с металличе-скими оболочками  | без металли-ческих оболочек | с металличе-скими оболочками  | без металли-ческих оболочек |
| 1,09                                      | 1,24                                   | 1,09                        | 1,06                          | 1,06                        | 1,06                          | 1,06                        |
| 1,5                                       | 1,26                                   | 1,09                        | 1,06                          | 1,06                        | 1,06                          | 1,06                        |
| 2,5                                       | 1,27                                   | 1,10                        | 1,06                          | 1,06                        | 1,06                          | 1,06                        |
| 4                                         | 1,30                                   | 1,14                        | 1,06                          | 1,06                        | 1,06                          | 1,06                        |
| 6                                         | 1,33                                   | 1,17                        | 1,06                          | 1,06                        | 1,06                          | 1,06                        |
| 10                                        | 1,36                                   | 1,21                        | 1,08                          | 1,06                        | 1,06                          | 1,06                        |
| 16                                        | 1,40                                   | 1,26                        | 1,09                          | 1,06                        | 1,06                          | 1,06                        |
| 25                                        | 1,42                                   | 1,30                        | 1,12                          | 1,07                        | 1,06                          | 1,06                        |
| 35                                        | 1,44                                   | 1,33                        | 1,14                          | 1,07                        | 1,07                          | 1,06                        |

| Номинальное сечение жилы, мм <sup>2</sup> | Повторно-кратковременный режим ПВ 40 % |                             | Кратковременная работа 30 мин |                             | Кратковременная работа 60 мин |                             |
|-------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
|                                           | Кабели и провода                       |                             |                               |                             |                               |                             |
|                                           | с металличе-скими оболочками           | без металли-ческих оболочек | с металличе-скими оболочками  | без металли-ческих оболочек | с металличе-скими оболочками  | без металли-ческих оболочек |
| 50                                        | 1,46                                   | 1,37                        | 1,17                          | 1,08                        | 1,08                          | 1,06                        |
| 70                                        | 1,47                                   | 1,40                        | 1,21                          | 1,09                        | 1,09                          | 1,06                        |
| 95                                        | 1,49                                   | 1,42                        | 1,25                          | 1,12                        | 1,11                          | 1,07                        |
| 120                                       | 1,50                                   | 1,44                        | 1,28                          | 1,14                        | 1,12                          | 1,07                        |
| 150                                       | 1,51                                   | 1,45                        | 1,32                          | 1,17                        | 1,14                          | 1,08                        |
| 185                                       | —                                      | —                           | 1,36                          | 1,20                        | 1,16                          | 1,09                        |
| 240                                       | —                                      | —                           | 1,41                          | 1,24                        | 1,18                          | 1,10                        |
| 300                                       | —                                      | —                           | 1,46                          | 1,28                        | 1,20                          | 1,12                        |

**16.8.2.5** Допустимые токовые нагрузки, указанные в [табл. 16.8.2.1](#), приведены для температуры окружающей среды, равной 45 °С.

Поправочные коэффициенты для пересчета допустимых нагрузок, которые должны вводиться в зависимости от температуры окружающей среды, приведены в [табл. 16.8.2.5](#).

Таблица 16.8.2.5

| Предельная температура жилы °С | Температура окружающей среды, °С |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------------------------|----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                | 35                               | 40   | 45   | 50   | 55   | 60   | 65   | 70   | 75   | 80   | 85   |
| 60                             | 1,29                             | 1,15 | 1,00 | 0,82 | —    | —    | —    | —    | —    | —    | —    |
| 65                             | 1,22                             | 1,12 | 1,00 | 0,87 | 0,71 | —    | —    | —    | —    | —    | —    |
| 70                             | 1,18                             | 1,10 | 1,00 | 0,89 | 0,77 | 0,63 | —    | —    | —    | —    | —    |
| 75                             | 1,15                             | 1,08 | 1,00 | 0,91 | 0,82 | 0,71 | 0,58 | —    | —    | —    | —    |
| 80                             | 1,13                             | 1,07 | 1,00 | 0,93 | 0,85 | 0,76 | 0,65 | 0,53 | —    | —    | —    |
| 85                             | 1,12                             | 1,06 | 1,00 | 0,94 | 0,87 | 0,79 | 0,71 | 0,61 | 0,50 | —    | —    |
| 90                             | 1,10                             | 1,05 | 1,00 | 0,94 | 0,88 | 0,82 | 0,74 | 0,67 | 0,58 | 0,47 | —    |
| 95                             | 1,10                             | 1,05 | 1,00 | 0,95 | 0,89 | 0,84 | 0,77 | 0,71 | 0,63 | 0,55 | 0,45 |

**16.8.2.6** При выборе кабелей для конечных цепей освещения или нагревательных приборов не должны применяться никакие поправочные коэффициенты токовой нагрузки и одновременности.

**16.8.2.7** Кабели должны быть рассчитаны таким образом, чтобы они могли выдержать максимальный ток короткого замыкания с учетом токовременной характеристики защитных устройств и пикового значения ожидаемого тока короткого замыкания в первом полупериоде.

**16.8.2.8** Кабели, прокладываемые параллельно для одной и той же фазы или полюса, должны быть одного типа, прокладываться совместно и иметь одинаковые сечения не менее 10 мм<sup>2</sup> и одинаковую длину.

### **16.8.3 Выбор площади сечения кабелей на допустимое падение напряжения.**

**16.8.3.1** Падение напряжения на кабеле, соединяющем генераторы с ГРЩ или АРЩ, не должно превышать 1 %.

**16.8.3.2** Падение напряжения между сборными шинами ГРЩ или АРЩ и любыми точками установки при нормальных условиях работы не должно превышать 6 % номинального напряжения, а для потребителей, питаемых от аккумуляторной батареи с номинальным напряжением до 50 В, это значение может быть увеличено до 10 %. В переходных процессах, например, при пуске электрических двигателей, могут быть допущены кратковременные провалы напряжения, превышающие 10 %.

Для цепей сигнально-отличительных фонарей может быть потребовано ограничение падения напряжения на меньшее значение для обеспечения требуемых световых характеристик.

**16.8.3.3** Кабели, служащие для питания электрических двигателей переменного тока с прямым пуском, должны быть рассчитаны так, чтобы падение напряжения на клеммах двигателя в момент пуска не превышало 25 % номинального напряжения.

**16.8.4 Прокладка кабелей.**

**16.8.4.1** Кабели должны быть проложены по возможности по прямым и доступным трассам таким образом, чтобы исключалось их скручивание и другие механические воздействия, способные привести к их повреждению. Кабельные трассы должны проходить через места, в которых кабели не будут подвергаться продолжительному воздействию масла, топлива, воды и чрезмерного внешнего нагрева. Трассы должны находиться на расстоянии не менее 100 мм от источников тепла.

**16.8.4.2** На расстоянии не менее 50 мм от двойного дна и от цистерн нефтепродуктов не должны прокладываться никакие кабели.

От наружной обшивки, а также от противопожарных, водонепроницаемых и газонепроницаемых переборок и палуб кабели должны находиться на расстоянии не менее 20 мм.

**16.8.4.3** При прокладке кабельных пучков, не испытанных на распространение пламени, должны быть предусмотрены следующие меры:

**.1** должны быть применены огнезадерживающие конструкции, по крайней мере, типа В-0 (см. также 2.1.2.9 части VI «Противопожарная защита» Правил классификации и постройки морских судов) на входах кабельных пучков в ГРЩ, АРЩ, центральные посты управления, щиты централизованного управления силовой установкой и механизмов ответственного назначения, а также на каждом конце полностью закрытых трасс (см. [рис. 16.8.4.3.1](#));

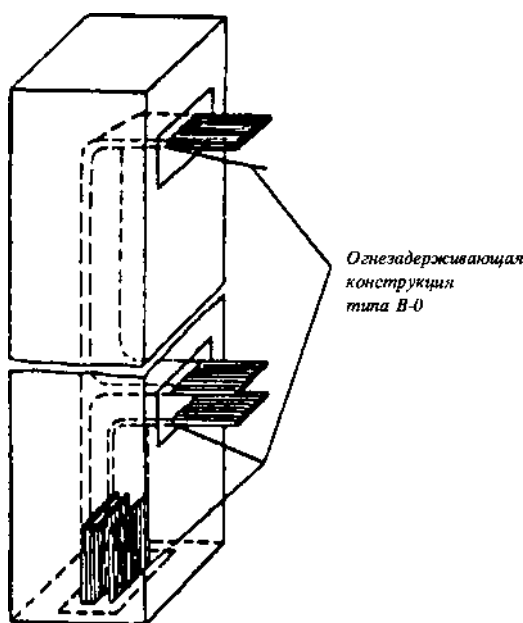


Рис. 16.8.4.3.1

Защита кабельной трассы полностью закрытой конструкцией В-0

**.2** в закрытых и полужакрытых помещениях и пространствах кабельные пучки, уложенные в полужакрытых и открытых трассах, должны быть защищены:

огнестойкой массой, наложенной по всей длине для вертикальных трасс и участками длиной 1 м с интервалами 14 м – для горизонтальных трасс (см. [рис. 16.8.4.3.2-1](#)); или

путем применения огнезадерживающих конструкций типа В-0, по крайней мере, на каждой второй палубе или через каждые 6 м для вертикальных трасс и через каждые 14 м для горизонтальных трасс (см. [рис. 16.8.4.3.2-2](#)). Огнезадерживающие конструкции должны выполняться из стальных листов толщиной не менее 3 мм и размерами, указанными на [рис. 16.8.4.3.2-2](#).

**16.8.4.4** Кабели с наружной металлической оболочкой допускается прокладывать на конструкциях из легкого металла или крепить с помощью скоб из легкого металла только в случае применения надежной антикоррозионной защиты.

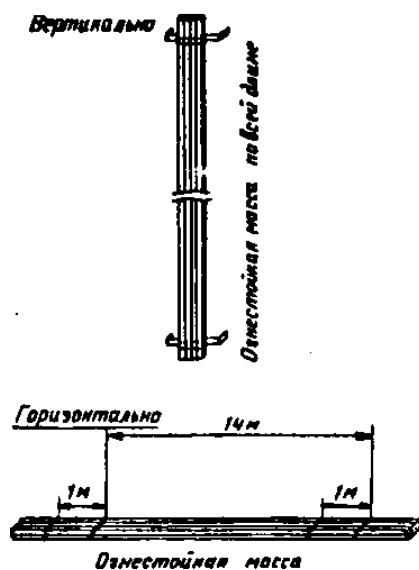


Рис. 16.8.4.3.2-1

Защита кабельной трассы огнестойкой массой

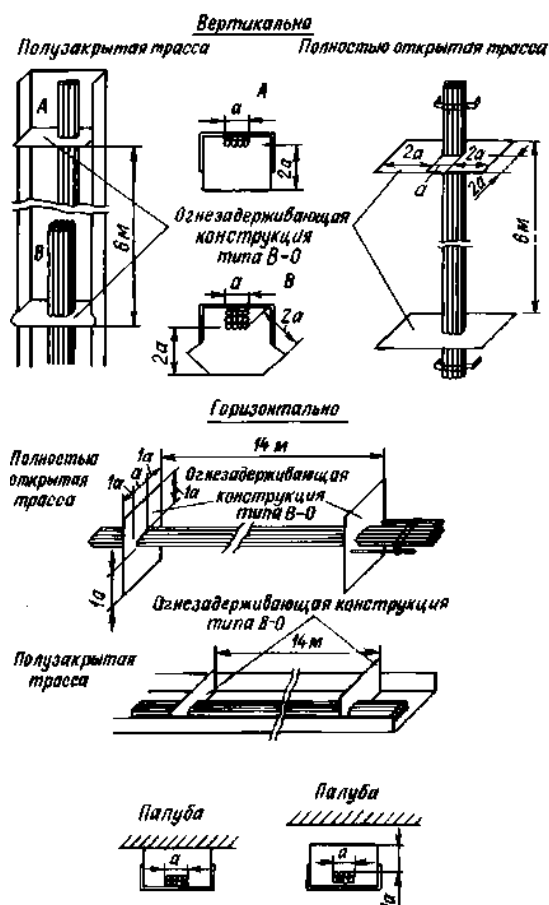


Рис. 16.8.4.3.2-2

Защита кабельных трасс огнезадерживающими конструкциями типа В-0

**16.8.4.5** Прокладывать кабели под настилом машинных помещений обычным способом не допускается. Если такая прокладка необходима, то кабели должны прокладываться в металлических трубах или в закрытых каналах (см. [16.8.8](#)).

**16.8.4.6** У кабелей, прокладываемых через расширительные соединения корпуса, должны быть предусмотрены компенсационные петли радиусом, достаточным для такого соединения. Внутренний диаметр петли должен быть не менее 12 наружных диаметров кабеля.

**16.8.4.7** Прокладка кабелей с изоляцией на разные допустимые температуры в общих кабельных трассах должна осуществляться таким образом, чтобы кабели не нагревались выше допустимой температуры кабелей с меньшей допустимой температурой.

**16.8.4.8** Кабели с разными защитными оболочками, из которых менее стойкие могут подвергаться повреждению, не должны прокладываться в общей трубе, общем желобе или другим способом совместной незакрепленной прокладки.

**16.8.4.9** Жилы многожильных кабелей не должны использоваться для питания и управления не связанных друг с другом ответственных устройств.

В многожильном кабеле не допускается применение одновременно безопасного напряжения и рабочих напряжений, превышающих безопасные.

**16.8.4.10** При питании устройств по двум отдельным фидерам они должны прокладываться разными трассами, по возможности на максимальном расстоянии друг от друга в горизонтальном и вертикальном направлениях.

**16.8.4.11** При прокладке кабелей в каналах и других конструкциях, изготовленных из горючих материалов, районы прокладки кабелей должны быть защищены от возгорания с помощью огнезащитных средств таких, как облицовка, покрытия или пропитка.

**16.8.4.12** Прокладываемые кабели не должны быть утоплены в тепловую или звуковую изоляцию, если она изготовлена из горючих материалов. От такой изоляции кабели должны быть отделены облицовкой из негорючего материала или расположены на расстоянии не менее 20 мм от нее.

При прокладке в тепловой или звуковой изоляции, изготовленной из негорючих материалов, кабели должны быть рассчитаны с соответствующим снижением нагрузки.

**16.8.4.13** Кабели, прокладываемые в охлаждаемых помещениях, должны иметь защитную оболочку из металла, полихлоропропеновой резины или из другого материала, стойкого к влиянию холодильного агента.

Если кабели имеют броню, то она должна быть надлежащим образом защищена от коррозии.

**16.8.4.14** Кабель в охлаждаемых помещениях должен прокладываться на перфорированных панелях или мостах и крепиться таким способом, чтобы сохранилось свободное пространство между кабелем и стенками помещения. Панели, мосты и крепежные скобы должны быть защищены от коррозии.

Если кабели пересекают тепловую изоляцию охлаждаемого помещения, то они должны проходить через нее под прямым углом в соответствующей втулке, уплотненной с обеих сторон.

**16.8.4.15** При прокладке кабелей должны быть выдержаны минимальные внутренние радиусы изгибов кабелей в соответствии с [табл. 16.8.4.15](#).

Таблица 16.8.4.15

| Тип кабеля                                                        |                                                        | Внешний диаметр<br>кабеля, мм | Минимальный радиус<br>изгиба кабеля |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| Материал изоляции<br>кабеля                                       | Вид защитной оболочки<br>кабеля                        |                               |                                     |
| Резина или<br>поливинилхлорид                                     | Бронирование<br>металлической лентой<br>или проволокой | Любой                         | 10d                                 |
|                                                                   | Металлическая оплетка                                  | Любой                         | 6d                                  |
|                                                                   | Сплав свинца и броня                                   | Любой                         | 6d                                  |
|                                                                   | Другие оболочки                                        | До 9,5                        | 3d                                  |
|                                                                   |                                                        | От 0,95 до 25,4               | 4d                                  |
|                                                                   |                                                        | Свыше 25,4                    | 6d                                  |
| Лакоткань                                                         | Любая                                                  | Любой                         | 8d                                  |
| Минеральная изоляция                                              | Металлическая                                          | До 7                          | 2d                                  |
|                                                                   |                                                        | От 7 до 12,7                  | 3d                                  |
|                                                                   |                                                        | Свыше 12,7                    | 4d                                  |
| Этиленпропиленовая<br>резина или полиэтилен<br>сетчатой структуры | Полупроводящая и/или<br>металлическая                  | 25 и более                    | 10d                                 |

**16.8.4.16** Кабели и заземляющие перемычки оборудования, установленного на амортизаторах, должны быть подведены таким образом, чтобы они не повреждались в условиях эксплуатации.

**16.8.4.17** Кабели, прокладываемые на открытых палубах, мачтах и т.п., должны быть защищены от прямого воздействия солнечной радиации.

#### **16.8.5 Крепление кабелей.**

**16.8.5.1** Кабели должны быть соответственно закреплены с помощью скоб, зажимов, обойм и т.п., изготовленных из металла, либо негорючего или трудновоспламеняющегося материала.

Поверхность крепления должна быть достаточно широкой и не иметь острых краев. Крепления должны быть подобраны таким образом, чтобы кабели крепились прочно без повреждения их защитных оболочек.

**16.8.5.2** Расстояния между креплениями кабелей при горизонтальной прокладке не должны превышать приведенных в [табл. 16.8.5.2](#). При вертикальной прокладке кабелей эти расстояния могут быть увеличены на 25 %.

Таблица 16.8.5.2

| Внешний диаметр кабеля, мм |    | Расстояние между креплениями, мм, для кабелей |          |                         |
|----------------------------|----|-----------------------------------------------|----------|-------------------------|
| свыше                      | до | без брони                                     | с броней | с минеральной изоляцией |
| —                          | 8  | 200                                           | 250      | 300                     |
| 8                          | 13 | 250                                           | 300      | 370                     |
| 13                         | 20 | 300                                           | 350      | 450                     |
| 20                         | 30 | 350                                           | 400      | 450                     |
| 30                         | —  | 400                                           | 450      | 450                     |

**16.8.5.3** Крепление кабелей должно быть выполнено таким образом, чтобы механические усилия, возникающие в кабелях, не передавались на их вводы и присоединения.

**16.8.5.4** Кабельные трассы и кабели, прокладываемые параллельно обшивке корпуса ПБУ или МСП, должны крепиться к набору корпуса, а не к обшивке.

На водонепроницаемых переборках и мачтах кабели должны крепиться на специальных конструкциях (кассетах, мостах, подушках и т.п.).

**16.8.5.5** Кабели, идущие параллельно переборкам, подверженным отпотеванию, должны прокладываться на мостиках или на перфорированных панелях таким образом, чтобы сохранилось пространство между кабелями и переборками.

**16.8.5.6** Кабельные трассы должны прокладываться с минимальным количеством пересечений. В местах пересечения кабелей должны применяться мостики. Между мостиком и перекрещивающейся с ним кабельной трассой должен оставаться воздушный зазор не менее 5 мм.

#### **16.8.6 Проходы кабелей через палубы и переборки.**

**16.8.6.1** Проходы кабелей через водонепроницаемые, газонепроницаемые и противопожарные переборки и палубы должны быть уплотнены соответствующими конструкциями.

Уплотнения в местах проходов кабелей через указанные переборки и палубы не должны снижать их непроницаемость, причем на кабели не должны передаваться усилия, возникающие от упругих деформаций корпуса.

**16.8.6.2** При прокладке кабеля через проницаемые переборки или элементы набора толщиной менее 6 мм в отверстия для прохода кабелей должны устанавливаться облицовки и втулки, предохраняющие кабель от повреждений.

При толщине переборок или набора 6 мм и более устанавливать облицовку или втулку не требуется, но кромки отверстия должны быть закруглены.

**16.8.6.3** Прокладка кабелей через водонепроницаемые палубы должна быть выполнена одним из следующих способов:

**.1** в металлических трубах (стояках), выступающих над палубой на высоту не менее 900 мм, в местах, где возможны механические повреждения кабеля, и на высоту не менее высоты комингса дверей для данного помещения, где такая возможность отсутствует;

**.2** в общих металлических стаканах или в коробках с дополнительной защитой кабелей кожухами высотой, указанной в [16.8.6.3.1](#).

Коробки должны быть уплотнены уплотнительными массами, а трубы должны иметь сальники или быть уплотнены кабельной массой.

**16.8.6.4** Проходы кабелей должны быть испытаны на непроницаемость в соответствии с требованиями приложения 1 к разд. 4 части IV «Техническое наблюдение за изготовлением изделий» Правил технического наблюдения за постройкой судов и изготовлением материалов и изделий для судов.

**16.8.7 Уплотнительные массы.**

**16.8.7.1** Для заполнения кабельных коробок в водонепроницаемых переборках и палубах должны применяться уплотнительные массы, обладающие хорошим сцеплением с внутренними поверхностями кабельных коробок и оболочками кабелей, стойкими к воздействию воды и нефтепродуктов, не дающими усадок и нарушений герметичности при длительной эксплуатации в условиях, указанных в [2.1.1](#) и [2.1.2](#).

**16.8.7.2** Уплотнения кабельных проходов через противопожарные переборки должны быть такими, чтобы они выдержали стандартное испытание огнестойкости, предусмотренное для переборки данного типа в 2.1.2.6 части VI «Противопожарная защита» Правил классификации и постройки морских судов.

**16.8.8 Прокладка кабелей в трубах и кабельных каналах.**

**16.8.8.1** Металлические трубы и каналы, в которых прокладываются кабели, должны быть защищены от коррозии с внутренней и наружной стороны. Внутренняя поверхность труб и каналов должна быть ровной и гладкой. Концы труб и каналов должны быть обработаны или защищены таким образом, чтобы при втягивании кабели не подвергались повреждению.

Кабели с оболочкой из свинца, не имеющие дополнительного защитного покрытия, не должны прокладываться в трубах и каналах.

**16.8.8.2** Радиус изгиба трубы и канала должен быть не меньше допустимого для проложенного в ней кабеля самого большого диаметра (см. [16.8.4.15](#)).

**16.8.8.3** Суммарная площадь поперечных сечений всех кабелей, определенная по их внешним диаметрам, не должна превышать 40 % площади внутреннего поперечного сечения трубы и канала.

**16.8.8.4** Трубы и каналы должны быть механически и электрически непрерывными и быть надежно заземлены, если это заземление не осуществлено при монтаже труб и каналов.

**16.8.8.5** Трубы и каналы должны прокладываться так, чтобы в них не могла скапливаться вода. При необходимости в трубах и каналах должны предусматриваться вентиляционные отверстия по возможности в самых высоких и низких точках так, чтобы обеспечивалась циркуляция воздуха и предотвращалась конденсация паров. Отверстия в трубах и каналах допускаются только в местах, где это не увеличивает опасности взрыва или пожара.

**16.8.8.6** Трубы и каналы для прокладки кабелей, которые проложены вдоль корпуса платформы и в которых могут возникать повреждения, вызванные деформацией корпуса, должны иметь компенсационные устройства.

**16.8.8.7** Если в соответствии с [16.8.1.1](#) разрешено применение кабелей с горючей оболочкой, то их прокладка должна производиться в металлических трубах.

**16.8.8.8** Кабели, проложенные в трубах и каналах по вертикали, должны быть закреплены так, чтобы они не повреждались от растяжения из-за собственной массы.

**16.8.9 Специальные требования к прокладке одножильных кабелей переменного тока.**

**16.8.9.1** Рекомендуется не применять одножильные кабели для переменного тока. Если прокладка таких кабелей необходима, то кабели на номинальную силу тока, превышающую 20 А, должны удовлетворять следующим требованиям:

**.1** кабели не должны иметь покрытий из магнитного материала;

**.2** кабели, относящиеся к одной цепи, должны прокладываться в одной трассе или в одной трубе. Прокладка таких кабелей в разных трубах допускается только при применении труб из немагнитных материалов;

**.3** кабельные крепления, за исключением изготовленных из немагнитных материалов, должны охватывать все одножильные кабели одной цепи;

**.4** расстояние между кабелями должно быть не более одного диаметра кабеля.

**16.8.9.2** Кабели, относящиеся к одной цепи, должны прокладываться в одной трассе или в одной металлической трубе и иметь минимально возможную длину. Допускается прокладка таких кабелей каждого в своем немагнитном экране (трубе), заземленном в одной точке и изолированном от экранов других кабелей и корпуса.

**16.8.9.3** Если одножильные кабели с номинальным током более 250 А прокладываются параллельно стальным конструкциям, то расстояние между кабелями и этими конструкциями должно быть не менее 50 мм.

**16.8.9.4** При прокладке одножильных кабелей площадью сечения более 185 мм<sup>2</sup> должно применяться кроссирование кабелей через промежутки не более 15 м. При длине кабелей до 30 м кроссирование не требуется.

**16.8.9.5** Многожильные кабели с параллельно соединенными жилами должны прокладываться как одножильные и на них должны распространяться все требования для одножильных кабелей.

#### **16.8.10 Подключение и соединение кабелей.**

**16.8.10.1** Концы кабеля с резиновой изоляцией, вводимые в машины, аппараты, распределительные устройства и другое оборудование, должны иметь контактное, защитное и уплотнительное оконцевания, обеспечивающие надежный электрический контакт и не допускающие проникновения влаги внутрь кабеля, а также защищающие изоляцию жил кабеля от механических повреждений, воздействия воздуха и масляных паров.

**16.8.10.2** В местах подключения жилы кабеля с резиновой изоляцией должны иметь защиту изоляции от повреждения (перетирания и т.п.). Кабельные оконцевания и соединения их жил должны быть выполнены таким образом, чтобы после монтажа и в процессе эксплуатации сохранялись их электрические, механические и прочие характеристики.

**16.8.10.3** Защитная оболочка кабеля, вводимого в устройство, должна входить внутрь устройства не менее чем на 10 мм.

**16.8.10.4** Соединение кабелей в местах их разветвления должно производиться в разветвительных коробках с помощью стандартных зажимов.

**16.8.10.5** Если при прокладке кабелей требуются добавочные соединения, они должны осуществляться в соответствующих соединительных коробках, снабженных зажимами. Соединение в целом должно быть защищено от влияния внешних условий. Допускаются другие способы соединения кабелей по технологии, одобренной Регистром.

## **17 ГРЕБНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ САМОХОДНЫХ ПБУ**

### **17.1 ОБЛАСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ И ЗНАК В СИМВОЛЕ КЛАССА**

**17.1.1** Требования настоящего раздела распространяются на гребные электрические установки (ГЭУ) и их компоненты, а также на изготовление, монтаж и испытания, в том числе: генераторы и их первичные двигатели; распределительные щиты; трансформаторы/реакторы; полупроводниковые преобразователи частоты (ППЧ) (конвертеры); гребные электрические двигатели (ГЭД); системы возбуждения; системы управления ГЭУ, системы контроля (АПС, индикация и регистрация параметров ГЭУ), а также системы защиты;

системы силовых шинопроводов, кабельных трасс и кабельной сети системы управления.

**17.1.2** Требования настоящего раздела распространяются также на носовые и кормовые подруливающие устройства, являющиеся устройствами управления и динамического позиционирования ПБУ.

**17.1.3** Выполнение требований настоящего раздела и применимых требований других разделов настоящей части обязательно для самоходных ПБУ, где к основному символу класса добавляется знак EPP (Electric Propulsion Plant), в соответствии с 2.4.5 части I «Классификация».

**17.1.4** Электрическое оборудование ГЭУ должно отвечать требованиям других разделов и глав настоящей части, если отсутствуют другие указания.

**17.1.5** В электрических системах ГЭУ допускается применение напряжений, не превышающих указанных в [18.1.2](#).

**17.1.6** Комплект документации как на систему ГЭУ в целом, так и на все основные ее компоненты (генераторы, трансформаторы, ГЭД, системы управления и т.п.) должен быть представлен на рассмотрение Регистру.

**17.1.7** Каждый изготовитель компонентов системы должен представить документированное подтверждение, что его компонент ГЭУ изготовлен в соответствии с требованиями международных или национальных стандартов, а также соответствует требованиям правил РС.

## **17.2 ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ПОЯСНЕНИЯ**

**17.2.1** В настоящем разделе приняты следующие определения и пояснения.

Азимутальный привод – привод, обеспечивающий поворот пропульсивного блока вокруг вертикальной оси.

Генератор ГЭУ – генератор, предназначенный для обеспечения питания главной пропульсивной установки.

Главный пост управления ГЭУ – пост управления главной пропульсивной установкой, на котором имеется вахта в условиях хода в море или при позиционировании.

Гребной электрический двигатель – электрический двигатель, предназначенный для передачи пропульсивной энергии ПБУ.

Дублированный датчик – датчик с двумя чувствительными элементами в одном корпусе.

Местный пост управления – располагающийся в месте установки системы пост управления, предназначенный для образования и введения в систему задающих параметров для ППЧ, независимых от заданных параметров системы дистанционного управления и других внешних ограничений.

Привод в гондоле – пропульсивная система, в которой ГЭД установлен в специально предназначенной для него погружной гондоле ПБУ.

Распределительный щит ГЭУ – распределительный щит, предназначенный для распределения электроэнергии главной пропульсивной установки.

Резервированный датчик – два отдельных датчика в отдельных корпусах, установленных для контроля одного и того же параметра.

Система дистанционного управления – система для образования задающих параметров для ППЧ и выбора соответствующего поста управления, а также для ввода необходимых ограничений от других систем, если это необходимо, в нормальных эксплуатационных условиях.

Система управления главной электроэнергетической установкой – система, предназначенная для пуска и остановки первичных двигателей генераторов в зависимости от требуемой мощности, включения и распределения нагрузки между работающими генераторами и т.д.

### **17.3 СТРУКТУРА ГЭУ**

#### **17.3.1 Типовые системы.**

**17.3.1.1** Современная ГЭУ проектируется, как правило, с полупроводниковыми преобразователями

частоты и должна состоять как минимум из следующих компонентов:

главные генераторы ГЭУ – 2 шт.;

ГРЩ, разделенный на две части межсекционным автоматическим выключателем или разъединителем – 1 шт.;

силовые трансформаторы для преобразования напряжения ГРЩ в напряжение полупроводниковых преобразователей – 2 шт.;

силовые полупроводниковые преобразователи для питания ГЭД – 2 шт.;

ГЭД;

микропроцессорная (компьютерная) система управления.

**17.3.1.2** Для одновальных ГЭУ синхронные и асинхронные ГЭД должны иметь две системы статорных обмоток, которые могли бы независимо отключаться от соответствующего ППЧ. Каждый ППЧ должен быть рассчитан, по крайней мере, на 50 % номинальной мощности ГЭУ.

Гребные двигатели постоянного тока должны быть двухъякорными (двухколлекторными), причем каждая якорная обмотка должна быть рассчитана, по крайней мере, на 50 % номинальной мощности установки. Каждая якорная обмотка должна получать питание от своего независимого преобразователя. Любая единичная неисправность в преобразователе не должна приводить к полной потере хода.

**17.3.1.3** Для гребного вала должны быть предусмотрены тормозные или блокирующие устройства, не позволяющие произвольно вращаться отключенному гребному двигателю (валу) при любых погодных условиях или в процессе буксировки ПБУ.

**17.3.1.4** В основу проектирования должен быть положен принцип локализации одной неисправности, т.е. в случае появления неисправности в любом из компонентов системы ГЭУ ход ПБУ должен сохраняться хотя бы с частичной мощностью.

При появлении любой неисправности в системе ГЭУ на всех действующих постах управления должен быть предусмотрен аварийно-предупредительный сигнал.

Для всех вспомогательных механизмов и устройств ответственного назначения должны предусматриваться местные посты управления, на которые переводится управление в случае неисправности любого компонента дистанционной компьютерной системы управления ГЭУ.

**17.3.1.5** При создании ГЭУ, компоненты которой, изготавливаемые разными предприятиями, будут частью системы, должно быть предусмотрено одно ведущее предприятие, ответственное за интеграцию всего комплекта ГЭУ.

Это предприятие должно распределять приоритеты всех автоматизированных и автоматических функций, исходя из принципа обеспечения

безопасности ПБУ в целом, как это предусматривается программным обеспечением компьютерных систем управления и контроля.

Это предприятие должно иметь необходимый опыт и ресурсы, обеспечивающие управляемый интеграционный процесс создания ГЭУ.

#### **17.3.2 Крутильные колебания.**

**17.3.2.1** При проектировании должно предусматриваться необходимое согласование моментов инерции механических компонентов и их констант упругости с электрическими характеристиками в системе для предотвращения недопустимых механических напряжений при чрезмерных амплитудах крутильных колебаний комплекса. Колебательная система в целом включает в себя не только первичные двигатели, генераторы, электродвигатели, муфты, редукторы, валы и винты, но и трансформаторы, конвертеры и возбудители.

**17.3.2.2** Изготовители этих компонентов должны представить всю необходимую информацию по этому вопросу ответственному за всю систему предприятию, как указано в [17.3.1.5](#).

Наивысший пик крутильного момента может ожидаться в случае двухфазного короткого замыкания на клеммах гребного двигателя. Наивысший пик неменяющегося, постоянного момента может ожидаться в случае трехфазного короткого замыкания на клеммах гребного двигателя. Эти возможные ситуации с колебаниями нагрузки должны находиться под контролем системы управления ГЭУ. Реальная ситуация с крутильными колебаниями установки должна быть подтверждена расчетом крутильных колебаний.

### **17.3.3 Устойчивость функционирования ГЭУ**

Система ГЭУ должна устойчиво функционировать при любых погодных условиях хода в море и в условиях маневрирования (позиционирования).

Любые другие системы на борту, ни система общих информационных шин, ни общие программные средства не должны отрицательно влиять на управление движением и маневрированием в случае создания интегрированной системы контроля и управления.

Необходимые меры должны быть приняты для исключения электромагнитных помех, как указано в [2.2 «Электромагнитная совместимость»](#).

Все устройства управления первичными двигателями, переключателями электрических цепей, контакторами, выключателями в системах возбуждения, и т.д. должны иметь необходимые блокирующие устройства для предотвращения ошибочных операций, которые могут привести к повреждениям двигателей.

### **17.3.4 Защита против влаги и конденсата**

**17.3.4.1** В корпусах ГЭД, генераторов, полупроводниковых преобразователей, других компонентов

ГЭУ должны предусматриваться устройства, препятствующие образованию и скоплению влаги и конденсата, особенно в периоды длительных стоянок. Этими устройствами могут быть электрические нагреватели, осушители воздуха и т.п.

**17.3.4.2** В помещениях электрических машин, распределительных щитов и пультов управления рекомендуется предусматривать электрическое отопление.

**17.3.4.3** Под генераторами и двигателями ГЭУ должно быть установлено стационарное освещение.

**17.3.4.4** Части гребных электрических машин (двигателей и генераторов), установленные под настилом, должны иметь степень защиты не ниже, чем IP56.

Если они помещаются в сухом отсеке или защищены от попадания воды водонепроницаемым фундаментом, и если, кроме того, имеется сигнализация, срабатывающая при попадании воды в этот отсек, то может быть допущена степень защиты IP23.

### **17.3.5 Системы возбуждения электрических машин ГЭУ.**

#### **17.3.5.1 Общие требования.**

**17.3.5.1.1** Каждая система возбуждения должна получать питание по отдельному фидеру. Предельный ток и напряжение системы возбуждения, а также их источник питания должны в полной мере удовлетворять требованиям для всех режимов ГЭУ, в частности, при маневрировании, в режимах перегрузки и при коротком замыкании, а также в условиях опрокидывающего момента.

**17.3.5.1.2** Цепи питания систем возбуждения должны иметь защитные устройства только от коротких замыканий, поскольку потребителями являются обмотки возбуждения, имеющие строго регламентируемые и неизменные электрические характеристики. Срабатывание электромагнитного расцепителя при коротком замыкании должно сопровождаться сигналом АПС на постах управления.

**17.3.5.1.3** Если установленный в систему питания возбуждения автоматический выключатель отключил систему возбуждения, то автоматический выключатель генератора

или, соответственно, гребного двигателя должен также отключить электрическую машину от системы питания.

**17.3.5.1.4** Если питание системы возбуждения снабжено независимыми устройствами защиты против снижения частоты и перенапряжения или устройствами пропорционального регулирования «напряжение/частота», то они должны быть отрегулированы таким образом, чтобы система защиты реагировала при достижении недопустимых режимов.

**17.3.5.1.5** Цепи возбуждения должны быть оборудованы устройствами для снижения (подавления) всплеска напряжения при размыкании выключателя возбуждения (система гашения поля).

**17.3.5.1.6** Должны быть предусмотрены средства (фильтры и т.п.) для ограничения гармонических искажений и снижения коэффициента мощности.

**17.3.5.2** Возбуждение генераторов.

**17.3.5.2.1** Установленные и переходные режимы процесса регулирования системы возбуждения, включая автоматический регулятор напряжения, должны соответствовать требованиям МЭК 60092-301.

**17.3.5.2.2** Системы возбуждения должны получать питание со стороны генератора, который должен быть самовозбуждающимся. Напряжение должно подниматься автоматически без дополнительных внешних источников.

**17.3.5.2.3** Для управляющих цепей возбудителя, а также и для начального возбуждения может быть применен внешний источник энергии, если он резервирован.

Этот внешний источник должен получать питание от ГРЩ, АРЩ и дополнительно от резервной аккумуляторной батареи. Как минимум для всех генераторов должны быть предусмотрены два внешних источника энергии.

**17.3.5.3** Возбуждение ГЭД.

**17.3.5.3.1** Питание возбудителя должно осуществляться непосредственно от той секции ГРЩ, от которой получает питание статорная обмотка двигателя.

**17.3.5.3.2** Системы возбуждения и системы автоматического регулирования должны быть выполнены таким образом, чтобы ГЭД были защищены от чрезмерного повышения частоты вращения при поломке или оголении гребного винта.

#### **17.4 ШИНОПРОВОДЫ ГЭУ**

**17.4.1** Системы шинопроводов для передачи электрической энергии должны быть сертифицированы на предмет их функционирования без обслуживания, или все механические и электрические соединения должны быть доступными для периодического контроля и обслуживания.

## **17.5 ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ ГЭУ**

### **17.5.1 Общие требования.**

ГЭУ должна без сбоев и отказов функционировать в условиях воздействия электромагнитных помех, т.е. соответствовать критерию «А» стандарта МЭК 61000 и требованиям, изложенным в [2.2 «Электромагнитная совместимость»](#).

### **17.5.2 Суммарные (общие) гармонические искажения.**

**17.5.2.1** Оборудование, создающее всплески напряжения, частоты и тока, не должно быть причиной отказов и выходов из строя другого оборудования на борту из-за помех, передающихся кондуктивно, индуктивно или радиационно.

**17.5.2.2** При проектировании и изготовлении должен учитываться тот факт, что силовые полупроводниковые преобразователи ГЭУ создают электромагнитные помехи внутри сети. Если сеть пропульсивной установки и электроэнергетическая сеть соединены электрически или через трансформаторы, то суммарные гармонические искажения не должны превышать 10 % номинальной величины напряжения.

**17.5.2.3** Если величина гармонических искажений превышает 10 % в рабочем состоянии ГЭУ, то ответственное за проектирование ГЭУ предприятие должно обеспечить соответствующую фильтрацию и функционирование без помех любых подключаемых потребителей.

### **17.5.3 Радиочастотные помехи.**

Если полупроводниковые преобразователи ГЭУ размещены в отдельных специальных помещениях или шкафах, то максимальные величины излучений (контролируются) измеряются только вне этих помещений или шкафов.

Требования к помехоустойчивости для самих преобразователей ГЭУ должны быть не ниже требований, относящихся к любому другому оборудованию на ПБУ.

Кондуктивные и излучаемые помехи, исходящие из шкафов или помещений полупроводниковых преобразователей, должны быть снижены до приемлемого (допустимого) уровня.

## **17.6 ПЕРВИЧНЫЕ ДВИГАТЕЛИ ГЕНЕРАТОРОВ ГЭУ**

### **17.6.1 Общие требования.**

Первичные двигатели генераторов ГЭУ, как правило, являются главными двигателями электроэнергетической установки ПБУ.

**Примечание.** Главные двигатели должны соответствовать требованиям, предъявляемым к ним соответствующими частями Правил ПБУ/МСП.

### **17.6.2 Допустимые отклонения частоты вращения.**

**17.6.2.1** Если генераторы ГЭУ также используются для питания сети ПБУ, то статические (длительные) и динамические (кратковременные) отклонения частоты генераторов (при соответствующих изменениях нагрузки) должны соответствовать требованиям, предъявляемым к судовой сети в 2.11.3 части IX «Механизмы» Правил классификации и постройки морских судов.

**17.6.2.2** Если система управления частотой вращения гребного винта требует изменений частоты вращения первичных двигателей генераторов ГЭУ, то регуляторы частоты вращения первичных двигателей должны иметь устройства как местного, так и дистанционного управления частотой вращения.

**17.6.2.3** Поминальная мощность, а также перегрузочная способность первичных двигателей должны выбираться с учетом обеспечения мощности, требуемой в процессе переменных нагрузок общего электрического оборудования, изменений нагрузок ГЭУ при маневрировании, ходе в море, в тяжелых (штормовых) погодных условиях.

### **17.6.3 Параллельная работа.**

При параллельной работе генераторов применяемые системы регулирования должны обеспечивать стабильное пропорциональное распределение нагрузок во всем оперативном диапазоне мощностей первичных двигателей, как указано в [3.2.2](#).

### **17.6.4 Мощность реверсирования.**

**17.6.4.1** При экстренном маневре с полного переднего хода на полный ход назад первичные двигатели должны быть способны поглотить (абсорбировать) соответствующую часть рекуперированной энергии без срабатывания защиты от разноса или от обратной мощности.

**17.6.4.2** Для абсорбирования соответствующей части рекуперированной энергии и торможения ГЭД при реверсе допускается применение «резисторов торможения», обеспечивающих необходимое ограничение частоты вращения первичных двигателей и электрических машин в допустимых пределах. Величина рекуперированной энергии должна ограничиваться автоматизированной системой управления ГЭУ.

## **17.7 ГЕНЕРАТОРЫ ГЭУ**

### **17.7.1 Общие требования.**

**17.7.1.1** Генераторы должны быть спроектированы и изготовлены в соответствии с требованиями стандартов МЭК 60034 и МЭК 60092-301 или равнозначных национальных стандартов.

**17.7.1.2** Генераторы, работающие с полупроводниковыми преобразователями, должны быть рассчитаны на наличие ожидаемого уровня гармонических составляющих в системе.

С этой целью должен предусматриваться существенный резерв мощности, компенсирующий повышение температуры генератора по сравнению с обычной синусоидальной нагрузкой.

**17.7.1.3** Статорные обмотки генераторов номинальной мощностью выше 500 кВА должны быть снабжены датчиками температуры.

**17.7.1.4** Генераторы номинальной мощностью выше 500 кВА должны быть оборудованы электрическими подогревателями, обеспечивающими поддержание температуры внутри корпуса генератора ориентировочно на 3 °C выше температуры окружающей среды.

**17.7.1.5** Генераторы ГЭУ должны быть оборудованы фильтрами очистки охлаждающего воздуха при открытой и замкнутой системах вентиляции. Вентиляционные каналы должны быть устроены так, чтобы вода не попадала внутрь машины.

**17.7.1.6** Допускается использовать генераторы ГЭУ для питания вспомогательных электрических механизмов и устройств, при условии обеспечения стабильности напряжения и частоты во всех режимах, в том числе маневровых в соответствии с требованиями [2.1.3](#).

**17.7.1.7** В цепях возбуждения генераторов не должны устанавливаться автоматические выключатели, за исключением тех, которые действуют на снятие возбуждения с машин при коротких замыканиях или повреждениях в цепи главного тока.

### **17.7.2 Подшипники генераторов и смазка.**

**17.7.2.1** Вкладыши подшипников скольжения должны быть легко заменяемыми. Должны быть предусмотрены средства контроля смазки подшипников. Надежная смазка должна быть обеспечена также и при возможном максимальном дифференте. Должны быть предусмотрены соответствующие уплотнения, препятствующие попаданию смазочного масла внутрь генератора.

**17.7.2.2** Если применяются подшипники с принудительной смазкой (под давлением), то на постах ГЭУ должны быть предусмотрены как минимум следующие аварийно-предупредительные сигналы:

неисправность системы смазки (отказ насоса смазки, потеря давления в трубопроводе смазки и т.п.);

максимальная температура каждого из подшипников.

**17.7.2.3** Все подшипники должны быть оборудованы индикаторами (измерительными приборами) температуры. Подшипники, состоящие из двух половин, должны быть оборудованы термометрами для измерения температуры нижней половины вкладыша подшипника, насколько это возможно.

**17.7.2.4** Генераторы должны быть оборудованы резервными (аварийными) устройствами смазки подшипников, обеспечивающими достаточную смазку подшипников в течение времени до остановки машины, в случае возникновения неисправности, или аварии основной системы смазки.

**17.7.2.5** Во избежание повреждения подшипников должны быть приняты меры, препятствующие возможному протеканию электрических токов между подшипником и валом машины, для чего один из подшипников должен быть гальванически изолирован от корпуса машины.

### **17.7.3 Охлаждение генераторов.**

**17.7.3.1** Температура охлаждающего воздуха генераторов, оборудованных принудительной вентиляцией, должна постоянно контролироваться в воздушных каналах, воздушных фильтрах и водяных теплообменных аппаратах (охладителях) термометрами, установленными вне электрической машины.

**17.7.3.2** Кроме термометров должны быть предусмотрены датчики температуры охлаждающего воздуха, которые должны подавать аварийно-предупредительный сигнал при превышении допустимой температуры.

**17.7.3.3** Для машин с замкнутой системой охлаждения и теплообменным аппаратом должен контролироваться поток первичного и вторичного охлаждающего агента. При исчезновении потока должен подаваться аварийно-предупредительный сигнал.

**17.7.3.4** Протечки воды и конденсат не должны попадать на обмотки машины. Должна быть предусмотрена сигнализация, контролирующая возникновение протечек.

**17.7.4 Защита генераторов.**

Устройства защиты должны соответствовать требованиям, изложенным в МЭК 60092-202, или соответствующим национальным стандартам.

Должны выполняться требования, изложенные также в [8.2](#) и [18.2.4](#) (оборудование с напряжением выше 1000 В).

## **17.8 РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ЩИТЫ ГЭУ**

**17.8.1** Распределительные щиты ГЭУ должны соответствовать требованиям [4.5](#) (щиты с напряжением до 1000 В) и [18.6](#) (щиты с рабочим напряжением выше 1000 В) и проектироваться как ГРЩ.

Разделение шин, как минимум на две части, должно быть выполнено автоматическим выключателем или разъединителем.

**17.8.2** При проектировании щита, выборе сечения шин и т.п. должно учитываться наличие в системе гармонических составляющих помех из-за имеющихся в составе ГЭУ полупроводниковых преобразователей, увеличивающих нагрев.

**17.8.3** Если требуется обеспечить определенную последовательность операций по коммутации, должна быть предусмотрена надежная блокировка, исключающая неправильные переключения.

**17.8.4** Переключатели, предназначенные для оперативных переключений в цепях ГЭУ при снятом напряжении, должны иметь блокировочное устройство, не допускающее отключения их под током или ошибочного включения.

## **17.9 СИЛОВЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ ГЭУ**

### **17.9.1 Общие требования.**

**17.9.1.1** Трансформаторы и реакторы должны соответствовать требованиям, изложенным в [разд. 11](#), а также [18.4](#) (высоковольтные трансформаторы).

**17.9.1.2** При выборе трансформаторов должно учитываться наличие в системе гармонических составляющих, связанных с применением силовых полупроводниковых преобразователей.

**17.9.1.3** Для ГЭУ должно быть предусмотрено не менее двух независимых силовых трансформаторов.

Должны использоваться трансформаторы только с отдельными обмотками. Автотрансформаторы допускаются только для запуска двигателей.

**17.9.1.4** Температура обмоток трансформаторов, применяемых для ГЭУ, должна контролироваться системой датчиков и сигнализаторов.

### **17.9.2 Охлаждение.**

#### **17.9.2.1 Жидкостно-охлаждаемые трансформаторы.**

Обмотки жидкостно-охлаждаемых трансформаторов должны быть полностью погружены в жидкость, в том числе при наклонах в любую сторону на угол 22,5° включительно.

Трансформаторы должны быть оборудованы необходимыми устройствами для сбора и накопления утечек охлаждающей жидкости.

В районе установки трансформатора должны быть установлены устройства обнаружения пожара и устройства пожаротушения. Допускаются устройства пожаротушения с ручным управлением.

Трансформаторы должны быть оборудованы системой защиты, действующей при появлении газов в охлаждающей жидкости.

Температура охлаждающей жидкости должна контролироваться системой датчиков. Должен быть предусмотрен аварийно-предупредительный сигнал по превышению температуры охлаждающей жидкости, а также от отдельного датчика должна быть предусмотрена защита, отключающая трансформатор, если температура жидкости превысит предельно допустимую.

Уровень охлаждающей жидкости должен контролироваться двумя датчиками, один из которых должен приводить в действие аварийнопредупредительный сигнал, а второй, установленный на предельно допустимый уровень, должен отключить трансформатор.

#### **17.9.2.2 Трансформаторы, охлаждаемые воздухом.**

Работа вентиляторов для охлаждения трансформаторов, а также температура охлаждающего воздуха должны контролироваться системой датчиков.

При превышении температуры или выходе из строя вентиляторов должен подаваться аварийно-предупредительный сигнал.

**17.9.2.3** Трансформаторы, охлаждаемые замкнутой воздушной системой с водяным воздухоохладителем.

При применении замкнутой воздушной системы охлаждения с воздухоохладителем, дополнительно к требованиям, изложенным в [17.9.2.2](#), должны контролироваться:

минимальный поток первичного и вторичного контура охлаждающих сред (воздуха и воды),

при протечках теплообменного аппарата должен срабатывать аварийно-предупредительный сигнал.

Теплообменный аппарат должен устанавливаться таким образом, чтобы протечки воды и конденсат не могли попасть на обмотки.

### **17.9.3 Измерительные приборы трансформаторов.**

Для трансформаторов ГЭУ на ГРЩ должны быть предусмотрены амперметры на первичной стороне в каждой фазе.

#### **17.9.4 Защита трансформаторов.**

Для каждого трансформатора ГЭУ должна быть предусмотрена защита от перегрузки и от короткого замыкания на первичной и вторичной стороне.

Защита на вторичной стороне может быть реализована полупроводниковым преобразователем ГЭУ.

## **17.10 ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ГЭУ**

### **17.10.1 Общие требования.**

**17.10.1.1** Преобразователи должны быть спроектированы и изготовлены в соответствии с требованиями серии стандартов МЭК 60146 и [разд. 12](#).

**17.10.1.2** Для ГЭУ должно предусматриваться не менее двух полностью независимых, отдельно установленных полупроводниковых преобразователя.

**17.10.1.3** Одна общая система управления преобразователями не допускается. Это означает, что если для системы управления требуется тахогенератор в качестве датчика, то должны предусматриваться два отдельных или один удвоенный тахогенератор для двух преобразователей.

**17.10.1.4** Для каждой системы управления должны предусматриваться два гальванически изолированных датчика скорости. Допускается общий корпус для обоих датчиков.

**17.10.1.5** Если преобразователь подает питание на ГЭД с постоянным возбуждением, то в главной цепи «двигатель – преобразователь» должен быть предусмотрен выключатель-разъединитель, который автоматически должен разрывать главную цепь в случае неисправности инвертора (выпрямителя). Должны быть предусмотрены устройства диагностики, обнаруживающие появление таких неисправностей.

### **17.10.2 Проектирование полупроводниковых преобразователей.**

**17.10.2.1** Полупроводниковые преобразователи, а также аппаратура цепей главного тока должны выдерживать перегрузки по току не менее чем максимальные допустимые перегрузки по току гребных электрических двигателей в течение установленного для них времени.

**17.10.2.2** Преобразователи для ГЭУ должны быть рассчитаны на номинальный момент привода (номинальный момент на гребном валу). При этом необходимо учесть, чтобы кратковременные перегрузки и изменения (провалы) частоты вращения, вызванные перегрузкой, не приводили к срабатыванию защиты преобразователей и выходу из строя системы управления.

**17.10.2.3** Шкафы полупроводниковых преобразователей должны соответствовать требованиям тех же стандартов и правил, что и для ГРЩ.

**17.10.2.4** Конструкция шкафов полупроводниковых преобразователей должна предусматривать возможность быстрой замены силовых компонентов. Это может быть достигнуто путем применения модульной конструкции отдельных тиристоров, субмодульной конструкцией тиристоров одной фазы или иным способом.

### **17.10.3 Охлаждение полупроводниковых преобразователей.**

**17.10.3.1** Если преобразователи оборудованы принудительной системой охлаждения, то должен быть предусмотрен контроль ее состояния. В случае выхода из строя системы охлаждения должны быть предусмотрены меры, предотвращающие перегрев и выход из строя преобразователя.

**17.10.3.2** Для систем охлаждения должна быть предусмотрена система АПС. Сигнал АПС может производиться при исчезновении потока охлаждающей среды, либо при высокой температуре полупроводников.

**17.10.3.3** Единичные неисправности в системе охлаждения преобразователей не должны приводить к отключению всех преобразователей ГЭУ.

### **17.10.4 Защита полупроводниковых преобразователей.**

**17.10.4.1** Эксплуатационные перенапряжения в системе питания преобразователей должны быть ограничены соответствующими устройствами, не допускающими повреждений (пробоев) силовых полупроводниковых элементов (тириستоров или транзисторов).

**17.10.4.2** Система управления должна обеспечивать ограничение тока до номинального его значения полупроводниковых элементов при всех эксплуатационных условиях, в том числе и наиболее тяжелых.

**17.10.4.3** Силовые полупроводники должны выдерживать короткое замыкание на клеммах преобразователя без каких-либо повреждений. Допускается защита от токов короткого замыкания предохранителями. Соответствующие обратные связи преобразователя должны контролировать (ограничивать) ток таким образом, чтобы ни один компонент не был поврежден, даже если преобразователь включен на двигатель с заторможенным ротором.

### **17.11 ФИЛЬТРАЦИЯ ГАРМОНИЧЕСКИХ СОСТАВЛЯЮЩИХ**

**17.11.1** Должны применяться линейные фильтры, ограничивающие до допустимого уровня искажения синусоидальности напряжения на шинах ГРЩ при любых режимах работы ГЭУ.

**17.11.2** Цепи каждого фильтра должны иметь защиту от сверхтоков и токов короткого замыкания. Целостность предохранителей в цепях фильтров должна контролироваться. При перегорании любого предохранителя должен быть сигнал АПС.

**17.11.3** При конструировании и использовании линейных фильтров следует учитывать возможность их подключения в любой конфигурации. В частности, авторезонанс должен быть исключен при любых условиях нагрузки и сочетании работающих генераторов.

**17.11.4** В случае наличия нескольких параллельных цепей фильтра должна контролироваться симметричность токов. Несимметричное распределение токов в цепях отдельного фильтра, а также неисправность самого фильтра должны приводить к срабатыванию сигнализации (АПС).

## **17.12 ГРЕБНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ДВИГАТЕЛИ**

### **17.12.1 Общие требования.**

**17.12.1.1** Гребные электрические двигатели (ГЭД) должны соответствовать требованиям стандартов МЭК 60034 и МЭК 60092-301 или равноценных национальных стандартов.

**17.12.1.2** Обмотки статоров двигателей переменного тока, а также главные и дополнительные полюса и компенсационные обмотки двигателей постоянного тока, электрических машин мощностью выше 500 кВА должны быть оборудованы датчиками температуры.

**17.12.1.3** Двигатели, работающие с полупроводниковыми преобразователями, должны конструироваться с учетом ожидаемых гармонических составляющих системы. Должен быть предусмотрен достаточный резерв мощности для компенсации повышенной температуры в сравнении с нагревом машины при синусоидальной нагрузке.

**17.12.1.4** Гребные двигатели должны быть оборудованы электрическими подогревателями, поддерживающими температуру внутри корпуса машины на 3 °С выше температуры окружающей среды.

### **17.12.2 Подшипники и смазка.**

**17.12.2.1** Вкладыши подшипников скольжения должны быть легко заменяемыми. Должны быть предусмотрены средства контроля смазки подшипников. Надежная смазка должна быть обеспечена и при возможном максимальном дифференте судна. Должны быть предусмотрены соответствующие уплотнения, препятствующие попаданию смазочного масла внутрь двигателя.

**17.12.2.2** Если применяются подшипники с принудительной смазкой (под давлением), то должны быть предусмотрены аварийно-предупредительные сигналы:

неисправность системы смазки (отказ насоса смазки, потеря давления в трубопроводе смазки и т.п.);

максимальная температура каждого из подшипников.

**17.12.2.3** Система циркуляционной смазки подшипников под давлением должна быть оборудована двумя насосами смазочного масла, каждый из которых должен иметь подачу, достаточную для обеспечения работы ГЭД в нормальных условиях.

**17.12.2.4** Все подшипники должны быть оборудованы индикаторами (измерительными приборами) температуры. Подшипники, состоящие из двух половин, должны быть оборудованы термометрами, измеряющими температуру нижней половины вкладыша подшипника, насколько это возможно.

**17.12.2.5** Гребные двигатели должны быть оборудованы резервными (аварийными) устройствами смазки подшипников, обеспечивающими достаточную смазку подшипников до остановки машины в случае возникновения неисправности или аварии нормальной системы смазки.

**17.12.2.6** Во избежание повреждения подшипников должны быть приняты меры, препятствующие протеканию вредных электрических токов между подшипником и валом машины.

### **17.12.3 Охлаждение ГЭД.**

**17.12.3.1** Система охлаждения должна обеспечить достаточное охлаждение гребного двигателя при любых его нагрузках и при любых скоростях вращения.

**17.12.3.2** Температура охлаждающего воздуха электрических машин, оборудованных принудительной вентиляцией, должна постоянно контролироваться в воздушных каналах, воздушных фильтрах и водяных охладителях термометрами, установленными вне электрической машины.

**17.12.3.3** ГЭД должны быть оборудованы встроенными датчиками температуры, которые должны подавать аварийно-предупредительный сигнал при превышении допустимой температуры.

**17.12.3.4** В машинах с замкнутой системой охлаждения и теплообменным аппаратом должен контролироваться также поток первичного и вторичного охлаждающего агента.

**17.12.3.5** Должна быть предусмотрена сигнализация, контролирующая возникновение протечек.

Расположение теплообменного аппарата должно быть таким, чтобы протечки воды и конденсата не попадали на обмотки.

**17.12.3.6** В случае выхода из строя системы охлаждения гребного двигателя должен быть предусмотрен аварийный режим работы для обеспечения маневрирования ПБУ в сложных навигационных условиях. При этом допускается вмешательство оператора для принудительного открытия аварийных воздушных заслонок охлаждения.

**17.12.3.7** ГЭД с воздушным охлаждением должны быть оборудованы двумя вентиляторами принудительной вентиляции, каждый из которых имеет подачу, достаточную для обеспечения нормальных условий работы электрического двигателя. Должна быть предусмотрена световая сигнализация о работе и АПС об остановке вентиляторов.

**17.12.3.8** Система жидкостного охлаждения для многоякорных машин должна быть автономной для каждого якоря.

#### **17.12.4 Защита ГЭД.**

**17.12.4.1** Защита от перегрузки в главных цепях и цепях возбуждения должна быть настроена таким образом, чтобы исключить ее срабатывание при перегрузках, вызванных маневрированием ПБУ, или при ходе в штормовых условиях.

**17.12.4.2** Защита от коротких замыканий и перегрузки двигателя может обеспечиваться преобразователем. При этом должны быть приняты во внимание различия в конструкциях гребных электрических машин (машина постоянного тока, синхронная машина, асинхронная машина или машина с возбуждением от постоянных магнитов).

**17.12.4.3** Должно быть предусмотрено независимое устройство защиты от чрезмерной частоты вращения (разноса), как это требуется в 2.11 части IX «Механизмы» Правил классификации и постройки морских судов.

ГЭД должен выдерживать чрезмерную частоту вращения в пределах рабочих характеристик защитного устройства, настроенного на срабатывание при заданной чрезмерной частоте вращения.

**17.12.4.4** Двигатель должен выдерживать без повреждений токи внезапного короткого замыкания на его клеммах при номинальной нагрузке.

Установившийся ток короткого замыкания двигателя, имеющего постоянное возбуждение, не должен приводить к термическим повреждениям обмоток и его токонесущих компонентов, токосъемных колец, кабелей, фидеров или шинопроводов.

#### **17.12.5 Доступность и возможность для ремонта на месте.**

**17.12.5.1** С целью осмотра, проверки и ремонта должна быть обеспечена возможность доступа к обмоткам статора и ротора, а также для демонтажа и замены катушек возбуждения.

**17.12.5.2** Должна быть обеспечена возможность поддержки (вывешивания) вала с целью проверки состояния, демонтажа и замены подшипников.

**17.12.5.3** Соответствующий доступ должен быть обеспечен для проточки коллекторов и токосъемных колец, а также для замены и притирки щеток, выпрямителей (диодов) на роторе и устройств (датчиков) защиты, если они установлены.

### **17.13 СПЕЦИАЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПОГРУЖНЫМ ПОВОРОТНЫМ ГРЕБНЫМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ДВИГАТЕЛЯМ**

#### **17.13.1 Общие требования.**

**17.13.1.1** Если в рабочем состоянии пространство, где установлена электрическая машина и другое оборудование, недоступно и имеет особые окружающие условия (высокую температуру, влажность и т.п.), должны быть предусмотрены специальные меры, такие как применение особо надежных материалов и комплектующих, соответствующее количество датчиков контроля, а также специальные средства для защиты погружных поворотных электрических двигателей (ППГЭД) от затопления и повреждений.

Комплектующие элементы, элементы управления, датчики, токосъемные кольца, кабельные соединения и вспомогательные приводы должны без повреждений выдерживать вибрационные нагрузки с ускорением, по крайней мере, 4g в диапазоне частот 3 – 100 Гц.

#### **17.13.2 Датчики.**

**17.13.2.1** Изготовитель должен подготовить перечень всех датчиков с указанием типа, мест их установки, функционального назначения и величин настроек (диапазоны измерения и уставки).

**17.13.2.2** Измеренные параметры от установленных в недоступных местах датчиков, ответственных за поддержание привода и его системы управления в нормальном рабочем состоянии, должны регистрироваться, сравниваться с допустимыми и представляться оператору системой АПС и индикации.

**17.13.2.3** Зарегистрированные результаты должны контролироваться на достоверность. Недостоверные входные сигналы должны вызывать срабатывание АПС. Должны применяться только датчики, имеющие систему самоконтроля.

**17.13.2.4** Датчики, которые могут быть заменены только при доковании, должны быть сконструированы как дублированные, т.е. с двумя чувствительными элементами в одном корпусе.

#### **17.13.3 Подшипники.**

**17.13.3.1** Уровни наполнения масла в корпусах подшипников должны контролироваться датчиками, как на стоянке, так и при работе. Любые утечки масла должны вызывать срабатывание АПС.

Это требование применимо также к циркуляционным системам смазки. Такие системы должны дополнительно быть оборудованы контролем потока смазочного масла. АПС по снижению потока смазочного масла должна быть независимой от системы управления ГЭУ.

**17.13.3.2** Подшипники вала должны контролироваться на недопустимые изменения в процессе работы путем анализа таких параметров, как температура, вибрация, качество смазочного масла.

Температура подшипников вала должна контролироваться системой АПС и системой защиты, действующих в два этапа. Этап 1-й – сигнал АПС, этап 2-й – остановка двигателя. Система защиты должна быть независимой от системы индикации температуры подшипников и АПС.

#### **17.13.4 Колодцы в гондолах ППГЭД.**

**17.13.4.1** Уровень воды в колодцах должен контролироваться датчиками уровня. В дополнение к традиционным работающим на АПС датчикам уровня воды в колодцах (Макс, уровень, НЛ) должны быть предусмотрены независимые, так называемые интеллектуальные датчики, исключающие ложные срабатывания для контроля максимального аварийного уровня (ННЛ), которые дают сигнал в систему автоматической остановки ППГЭД, защищая его от последующих повреждений при затоплении.

**17.13.4.2** Если связующим компонентом между гондолой ГЭД и корпусом ПБУ служит отдельное помещение, не связанное с колодцами машинного помещения, то в этом помещении также должен контролироваться уровень возможного поступления воды.

**17.13.4.3** Система уплотнений гребного вала должна контролироваться таким образом, чтобы поступление забортной воды обнаруживалось до того, как появится опасность затопления. Должна быть предусмотрена система аварийного уплотнения гребного вала. Все функции активизации аварийной системы уплотнения должны быть проверяемыми, например, если применяется система со сжатым воздухом, то до последнего клапана.

**17.13.5 Система обнаружения пожара в гондоле ГЭД.**

Должна быть предусмотрена эффективная система пожарообнаружения, предусматривающая необходимое количество и типы датчиков. Общие требования к таким системам изложены в [7.5](#).

**17.13.6 Доступные пространства в гондоле ГЭД.**

Должна предусматриваться система освещения и временной вентиляции в доступных пространствах гондолы, где проводятся регулярные профилактические работы и осмотры оборудования. Входы в такие пространства должны быть постоянно закрыты на замок, и доступ должен быть возможным только в случаях, когда исключается опасность для обслуживающего персонала от установленного там электрического и механического оборудования.

**17.13.7 Защита ППГЭД.**

**17.13.7.1** Двигатели мощностью более 1 МВт и все двигатели с постоянным возбуждением должны иметь защиту от внутренних повреждений, которая также защищает линию главного тока между полупроводниковым преобразователем и двигателем. Отключение поврежденного (неисправного) оборудования должно быть выполнено с соответствующей выдержкой времени и подачей аварийно-предупредительного сигнала.

**17.13.7.2** Влажность воздуха в двигателях с замкнутой системой воздушного охлаждения должна контролироваться. При превышении допустимого уровня влажности должен быть предусмотрен сигнал АПС.

**17.13.8 Цепи главного тока питания двигателя.**

**17.13.8.1** Кабели питания, имеющие высокую допустимую рабочую температуру, должны прокладываться отдельно от других кабелей. Если необходимо должны предусматриваться разделяющие устройства, препятствующие контактам внешних оболочек кабелей.

**17.13.8.2** Если в главной цепи применяются шины с повышенной плотностью тока или кабели с высокой допустимой рабочей температурой, то шины или кабели должны быть испытаны на нагрев с оформлением соответствующих протоколов.

**17.13.8.3** Максимальная температура в районе контактных соединений главных цепей ГЭУ не должна превышать допустимую, что должно быть подтверждено в процессе ходовых испытаний и при испытании на нагрев.

**17.13.8.4** Степень защиты оболочек (IP) для всех контактных соединений, оконцеваний кабелей и шинных соединений должна быть такой же, как и степень защиты оболочки двигателя, но не менее чем IP44. Эти требования распространяются также на кабели управления.

**17.13.9 Токосъемные кольца.**

**17.13.9.1** При проектировании должен приниматься во внимание тот факт, что механические и электрические характеристики токосъемных колец могут ухудшаться под воздействием паров масел, угольной пыли и воздуха, содержащего соленый туман, или из-за окисления. В связи с этим должен предусматриваться необходимый запас по допустимому коммутлируемому току и рабочему напряжению.

**17.13.9.2** Испытание токосъемных колец должно выполняться в рамках типового одобрения. Должна проверяться возможность применения используемых материалов на максимально допустимую для них температуру.

**17.13.9.3** Соединительные кабели токосъемных колец должны выбираться таким образом, чтобы предотвратить превышение максимально допустимой температуры на их жилах. В процессе ходовых испытаний при испытании на нагрев должно быть подтверждено,

что максимальная температура всех компонентов токосъемных колец не превышает допустимую.

**17.13.9.4** Если данные от датчиков обратных связей, контролируемых параметров и т.п. передаются через систему информационных шин, то система шин должна быть дублированной. Выход из строя любой из систем шин должен вызывать срабатывание АПС.

**17.13.9.5** Блок токосъемных колец, оборудованный внешней принудительной системой охлаждения, должен быть способен работать без системы охлаждения определенный период времени. Выход из строя системы охлаждения должен вызывать срабатывание АПС.

**17.13.10 Азимутальный привод.**

**17.13.10.1** Азимутальный привод должен соответствовать требованиям, предъявляемым к приводам рулевых устройств, изложенным в [5.10](#). Для всех электрических и гидравлических компонентов системы должен действовать принцип локализации единичной неисправности (исключения ее влияния на функционирование). Безопасное функционирование привода должно обеспечиваться независимо от углового положения руля и скорости ПБУ, в любой момент выявления неисправности. Проектант должен разработать и представить на согласование «Анализ влияния видов неисправностей» (FMEA).

**17.13.10.2** Положение угла разворота азимутального привода должно указываться механическим индикатором на шкале в месте установки привода (румпельное отделение).

**17.13.10.3** Для каждой азимутальной пропульсивной установки должно быть предусмотрено, как минимум два независимых электрических привода для разворота. Один из этих приводов должен получать питание от ГРЩ, а другой от АРЩ.

**17.13.10.4** Азимутальные электрические приводы должны иметь защиту от короткого замыкания и могут иметь защиту от перегрузки, которая осуществляется только системой управления полупроводниковым преобразователем. Они должны обеспечивать 160 % номинального момента, необходимого для обеспечения номинальной скорости разворота за 60 с, как указано в 6.2.2 части IX «Механизмы» Правил классификации и постройки морских судов.

Азимутальные приводы иной конструкции, например гидравлические, должны также соответствовать изложенным выше требованиям.

**17.13.10.5** Азимутальный угол упора должен быть ограничен до  $\pm 35^\circ$ . При небольшой пропульсивной мощности и, следовательно, при небольшой скорости ПБУ или при аварийном «Стоп – маневре» это ограничение может быть снято системой управления.

**17.13.10.6** Азимутальный угол упора должен ограничиваться в зависимости от ступеней задаваемой скорости ПБУ для того, чтобы не подвергать ПБУ опасности (из-за чрезмерного упора во время поворота). Система таких ограничений (блокировок) должна обеспечиваться необходимым резервированием и должна действовать независимо от системы управления азимутальным углом (разворотом гондолы ГЭД).

**17.13.10.7** Достижение или превышение допустимых величин ограничений азимутального угла должно вызывать срабатывание АПС. После срабатывания ограничения угла разворота возвращение привода к допустимым углам должно быть возможным без ручного возврата.

**17.13.10.8** Оборудование, обеспечивающее функционирование и индикацию азимутального привода, должно быть изготовлено таким образом, чтобы обеспечивалась четкая и понятная индикация положения задаваемого направления упора гребного винта или направления движения ПБУ. Оператору должно быть абсолютно понятно, какое из двух заданий было выбрано: направление движения ПБУ или направление упора гребного винта ГЭУ.

**17.13.10.9** Местный пост управления для азимутальной установки должен быть оборудован следующим приборами:

- амперметрами для каждой системы питания каждого компонента нагрузки;
- индикаторами азимутальных углов (углов разворота) для каждого привода;
- индикаторами готовности системы питания для каждого привода;

индикаторами нарушения (неготовности) системы питания для каждого привода;

и предусматривает:

ограничение мощности (от преобразователя);

управление из ЦПУ;

управление с ходового мостика;

управление с местного поста управления;

индикация «в работе» для соответствующего привода гребного винта.

Местный пост управления может быть активирован (введен в действие) на месте в любое время и должен иметь высший приоритет (доминирование).

## 17.14 СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ГЭУ

Компьютерные системы управления ГЭУ должны быть спроектированы, изготовлены и испытаны в соответствии с требованиями разд. 5 части XIV «Автоматизация».

### **17.14.1 Системы управления электроэнергетической установкой (электростанцией).**

**17.14.1.1** Для систем питания ГЭУ с генераторами, работающими параллельно, должна предусматриваться автоматизированная компьютерная система управления электростанцией, обеспечивающая адекватное генерирование электроэнергии в соответствии с потребностями конкретных режимов работы ГЭУ, в том числе при ходе в море и маневрировании. Автоматическое отключение генераторов по сигналу достаточности или избыточности мощности в режиме маневрирования ПБУ не допускается.

**17.14.1.2** В случае снижения частоты на шинах ГРЩ, перегрузки по току или перегрузке и реверсе мощности, передаваемая на гребную электрическую установку мощность должна автоматически ограничиваться (во избежание обесточивания шин ГРЩ).

**17.14.1.3** Если генераторы работали параллельно, и один из них был отключен системой защиты, то автоматизированная система управления электростанцией должна автоматически снизить мощность ГЭУ с тем, чтобы оставшиеся генераторы были защищены от неприемлемых перегрузок и продолжали бы работать при допустимых нагрузках. Это же требование должно применяться к разделительным автоматическим выключателям на шинах ГРЩ.

**17.14.1.4** Срабатывание автоматического разделительного выключателя шин ГРЩ не должно приводить к неисправности в системе. При этом не требуется, чтобы система управления электростанцией оставалась в автоматическом режиме, если система питания разделена. Любая потеря автоматических функций системы управления должна приводить к срабатыванию АПС.

### **17.14.2 Типовая конфигурация ГЭУ и посты системы управления.**

**17.14.2.1** Минимальная конфигурация должна состоять из следующих компонентов:

- один пост управления на ходовом мостике;
- один центральный блок процессоров (микроконтроллеров) в машинном помещении;
- два полупроводниковых преобразователя;
- один гребной электрический двигатель, (с двумя независимыми обмотками статора);
- одна местная панель управления (с двумя независимыми входными каналами);
- один пост машинного телеграфа.

**17.14.2.2** Дополнительно могут быть предусмотрены посты управления на крыльях мостика и пост управления в ЦПУ (с постом машинного телеграфа).

При выходе из строя системы управления с мостика должна оставаться в работе система местного управления, устанавливаемая в непосредственной близости от блоков преобразователей и непосредственно связанная цепями управления с ними.

Там же должен быть предусмотрен местный пост машинного телеграфа.

### **17.14.3 Посты управления ГЭУ.**

**17.14.3.1** Посты управления ГЭУ могут быть установлены в любом удобном месте в соответствии с назначением ГГБУ.

Если предусматриваются посты управления вне машинного помещения, т. е. на мостике или других местах, то должны также предусматриваться посты управления в машинном помещении, или в ЦПУ.

**17.14.3.2** Местный пост управления является доминирующим и должен располагаться в непосредственной близости от привода или полупроводниковых преобразователей. Изменения режимов ГЭУ, задаваемые с этого поста должны индигироваться системой, показывающей заданную и выполненную команды.

При наличии нескольких постов управления должен быть предусмотрен переключатель постов, установленный в помещении доминирующего поста управления. Такой переключатель должен обеспечивать включение любого, но только одного поста управления (центральный и бортовые посты на ходовом мостике рассматриваются как один пост).

**17.14.3.3** Каждый пост управления должен быть оборудован устройством аварийной остановки ГЭД, независимым от системы управления и активным (включенным) постом управления.

**17.14.4 Главный и местный посты управления.**

**17.14.4.1** Должны предусматриваться как минимум два независимых друг от друга поста управления ГЭУ – главный пост и местный пост управления.

**17.14.4.2** В случае повреждения, неисправности или потери питания системы управления на главном посту должно быть предусмотрено управление преобразователями ГЭУ с местного поста управления.

**17.14.4.3** Главный пост управления ГЭУ должен быть выполнен таким образом, чтобы система управления разворотом (изменением азимута упора) действовала независимо от системы управления частотой вращения и реверсом ГЭД гребной электрической установки.

**17.14.4.4** Срабатывание АПС по всем параметрам ГЭУ должно квитироваться на местном посту управления. Предупредительные сигналы, которые не требуют срочного последующего вмешательства персонала, могут квитироваться на главном посту управления (на ходовом мостике) с обязательным последующим квитированием на местном посту.

**17.14.4.5** Должна предусматриваться возможность повторного старта (пуска) ГЭУ с обоих постов управления (местного и главного) в зависимости от того, какой пост был заранее выбран. После обесточивания ГРЩ повторный пуск (рестарт) ГЭУ должен выполняться с главного поста управления.

**17.14.4.6** Если управление ГЭУ осуществляется с применением электрического, пневматического или гидравлического локального привода, то выход из строя этого привода не должен сопровождаться отключением ГЭУ, а каждый из постов на щите или пульте должен быть немедленно готов к управлению вручную.

**17.14.4.7** Допускается применение механически связанных постов, установленных в ходовой рубке (на мостике), для их синхронной работы.

**17.14.4.8** Система управления ГЭУ должна иметь такую конструкцию, чтобы не требовалось выдержки времени со стороны персонала при переключении рукоятки управления на посту управления.

**17.14.4.9** Система управления ГЭУ должна иметь блокировку, исключающую возможность приведения в действие установки при включенных валоповоротных устройствах.

**17.14.4.10** Каждый пост управления должен иметь световую сигнализацию о наличии напряжения в цепи управления.

**17.14.5 Измерительное, индицирующее и контролирующее оборудование в системах управления.**

**17.14.5.1** Неисправности в устройствах измерения, контроля и индикации не должны приводить к неисправностям в системе управления ГЭУ. Так, например, неисправность датчика действительной величины частоты вращения или датчика величины опорного сигнала частоты вращения не должна приводить к неуправляемому увеличению частоты вращения гребного винта.

**17.14.5.2** На местном (доминирующем) посту управления должны быть предусмотрены: амперметры для каждой линии питания каждого силового компонента установки (ток статора каждой обмотки и т.п.), а также в цепи возбуждения (для систем с регулируемым возбуждением);

вольтметры для каждой линии питания каждого силового компонента установки, а также для питания системы возбуждения (для систем с регулируемым возбуждением);

индикатор частоты вращения каждого гребного вала;

индикатор «Электростанция готова к работе ГЭУ»;  
индикатор «Электростанция не готова к работе ГЭУ»;  
индикатор «Ограничение мощности ГЭУ» (от конвертера);  
индикатор «Управление из ЦПУ»;  
индикатор «Управление с ходового мостика»;  
индикатор «Управление с местного поста управления».

**17.14.5.3** На главном посту управления (на ходовом мостике) должны быть предусмотрены:

индикаторы частоты вращения каждого гребного вала;  
приборы измерения мощности каждого вала;  
индикатор «Электростанция готова к включению» (дополнительных генераторов);  
индикатор «Электростанция готова к работе ГЭУ»;  
индикатор «Электростанция не готова к работе ГЭУ»;  
индикатор «Ограничение мощности ГЭУ»;  
индикатор «Требуется снизить мощность» – если не включена система автоматического управления или включена кнопка «override» (отмена автоматического управления электростанцией);

индикатор «Управление из ЦПУ»;  
индикатор «Управление с ходового мостика»;  
индикатор «Управление с местного поста»;  
индикация генераторов, работающих на ГЭУ;  
индикатор мощности, остающейся в резерве (рекомендуется).

**17.14.5.4** Если установлено два или более постов управления для изменения скорости и угла разворота лопастей ВРШ, то на каждом из этих постов должны быть предусмотрены индикаторы, как изменения скорости, так и угла разворота лопастей ВРШ.

**17.14.5.5** На посту управления в ЦПУ должны быть предусмотрены:

индикаторы частоты вращения каждого гребного вала;  
приборы измерения мощности каждого вала;  
индикатор «Электростанция готова к включению» (дополнительных генераторов);  
индикатор «Электростанция готова к работе ГЭУ»;  
индикатор «Электростанция не готова к работе ГЭУ»;  
индикатор «Ограничение мощности ГЭУ»;  
индикатор «Требуется снизить мощность» – если не включена система автоматического управления или включена кнопка «override» (отмена автоматического управления электростанцией);

индикатор «Управление из ЦПУ»;  
индикатор «Управление с местного поста»;  
индикатор «Управление с ходового мостика»;  
индикация генераторов, работающих на ГЭУ.

Перечень контролируемых параметров системы АПС указан в приложении.

#### **17.14.6 Готовность (отказоустойчивость) ГЭУ**

**17.14.6.1** Потеря питания или неисправность любых других систем управления и контроля не должны приводить к потере управления ГЭУ и азимутального привода ППГЭД, т.е. к потере хода и управляемости ПБУ.

**17.14.6.2** Гребная электрическая установка, азимутальные приводы и их системы управления должны иметь систему самоконтроля и АПС для быстрого обнаружения неисправностей.

**17.14.6.3** Большинство возможных неисправностей таких, как потеря питания, обрыв или короткое замыкание в кабелях и проводах, должны приводить к наименее критическому из всех возможных новых состояний ПБУ (выход из строя в безопасную сторону).

## 18 ТРЕБОВАНИЯ К ЭЛЕКТРИЧЕСКОМУ ОБОРУДОВАНИЮ НА НАПРЯЖЕНИЕ СВЫШЕ 1000 В ДО 15000 В

### 18.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

#### 18.1.1 Область распространения.

Настоящие требования применимы к трехфазным системам переменного тока с номинальным напряжением, превышающим 1 кВ, где под номинальным напряжением понимается напряжение между фазами.

Требования к конструкции и установке для низковольтного электрического оборудования (до 1000 В), изложенные в настоящем разделе, применимы также и для высоковольтного электрического оборудования, если в настоящем разделе не указано иное.

Дополнительные требования к электрическому оборудованию на напряжение свыше 15 кВ изложены в разд. 19 части XI «Электрическое оборудование» Правил классификации и постройки морских судов.

**18.1.2.1** Номинальные напряжения систем распределения электрической энергии не должны превышать значений, указанных в [табл. 18.1.2.1](#)

Таблица 18.1.2.1

| Номинальные межфазные напряжения, кВ | Номинальная частота, Гц |
|--------------------------------------|-------------------------|
| 3 (3,3)                              | 50 (60)                 |
| 6 (6,6)                              | 50 (60)                 |
| 10(11)                               | 50 (60)                 |
| 15                                   | 50 (60)                 |

Примечание. Номинальное напряжение выше 15 кВ может быть допущено, если это необходимо для специального применения.

#### 18.1.3 Разделение высоковольтного и низковольтного оборудования.

**18.1.3.1** Электрическое оборудование на напряжение свыше 1000 В не должно устанавливаться в те же корпуса (оболочки), где установлено низковольтное оборудование, если не обеспечено соответствующее разделение или не приняты соответствующие меры, обеспечивающие безопасный доступ для обслуживания низковольтного оборудования.

**18.1.3.2** Изоляционные материалы, применяемые для электрического оборудования, должны обеспечивать во время длительной эксплуатации установки сопротивление изоляции 1500 Ом на 1 В номинального напряжения, но не менее 2 МОм.

**18.1.3.3** У входа в специальные электрические помещения должны находиться предостерегающие надписи, указывающие величину напряжения. Корпуса электрического оборудования, установленного вне специальных электрических помещений, должны снабжаться предостерегающими надписями, указывающими величину напряжения.

## **18.2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ**

### **18.2.1 Системы распределения.**

Для высоковольтных установок переменного трехфазного тока допускается применение следующих систем распределения электрической энергии:

трехпроводной изолированной системы;

трехпроводной системы с нейтралью, соединенной с корпусом ПБУ или МСП через высокоомный резистор или реактор;

четырёхпроводной системы с глухо заземленной нейтралью.

#### **18.2.1.1 Конфигурация сети для обеспечения бесперебойности питания.**

Конструкция ГРЩ должна предусматривать возможность его разделения, как минимум, на две независимых половины секций посредством межсекционного автоматического выключателя или разъединителя.

К каждой половине секций должен быть подключен, как минимум, один генератор.

Если предусматриваются два независимых ГРЩ, соединяемых между собой кабельными перемычками, то автоматические выключатели должны быть предусмотрены на обеих ее сторонах. Все дублированные электрические приводы должны получать питание от различных ГРЩ или его разделенных секций.

#### **18.2.1.2 Системы с заземленной нейтралью.**

**18.2.1.2.1** Нулевые точки генераторов, включаемых на параллельную работу, допускается подключать на общую шину перед заземляющим резистором или реактором, установленным в распределительном щите или непосредственно у генераторов.

**18.2.1.2.2** В случае замыкания на корпус, ток утечки не должен превышать номинального тока наибольшего генератора или суммарного номинального тока соответствующей секции ГРЩ, и не должен быть меньше, чем трехкратный минимальный ток, требуемый для срабатывания защиты от замыкания на корпус.

**18.2.1.2.3** Должно быть обеспечено, чтобы как минимум одно устройство заземления нейтрали было в действии, когда система находится под напряжением.

Электрическое оборудование, работающее в системах с глухо заземленной нейтралью или с нейтралью, соединенной с корпусом через высокоомный резистор или реактор, должно выдерживать без повреждения токи однофазного замыкания на корпус в течение времени, необходимого для срабатывания устройства защиты.

#### **18.2.1.3 Отключение нейтрали.**

В нулевом проводе каждого генератора должен быть предусмотрен разъединитель, которым можно отключать нейтраль от заземления для производства замеров сопротивления изоляции и обслуживания генератора.

#### **18.2.1.4 Соединение с корпусом заземляющего импеданса.**

**18.2.1.4.1** Все заземляемые импедансы (полные сопротивления) нулевых точек должны быть соединены с корпусом. Соединение должно быть выполнено таким образом, чтобы любые циркулирующие токи заземляющих соединений не влияли на радиооборудование, радары, а также на цепи внутренней связи и системы управления.

**18.2.1.4.2** Допускается присоединение всех резисторов или реакторов к общей заземляющей шине, которая, по крайней мере, в двух местах должна быть соединена с корпусом.

#### **18.2.1.5 Разделяемые системы.**

В разделяемых системах с заземленной нейтралью соединения нейтрали с корпусом должны быть предусмотрены для каждой разделенной группы секций ГРЩ.

### **18.2.2 Степени защиты оболочек.**

#### **18.2.2.1 Общие требования.**

Каждая часть электрооборудования должна быть изготовлена в оболочках, защитное исполнение которых должно соответствовать расположению оборудования и влиянию

окружающих условий. Требования стандарта МЭК 60092-201 могут рассматриваться как минимальные.

**18.2.2.2 Электрические машины.**

Степень защиты оболочек электрических машин должна быть не ниже, чем IP23. Степень защиты клеммных коробок машин должна быть не ниже, чем IP44.

Для двигателей, устанавливаемых в помещениях, доступных для некомпетентного персонала, степень защиты оболочки должна быть не ниже, чем IP4X для исключения прикосновения к токонесущим или вращающимся деталям.

**18.2.2.3 Трансформаторы.**

Степень защиты оболочек трансформаторов должна быть не ниже, чем IP23.

Для трансформаторов, устанавливаемых в помещениях, доступных для некомпетентного персонала, степень защиты оболочки должна быть не ниже, чем IP4X.

Для трансформаторов, не заключенных в оболочку, распространяются требования [18.7.1](#).

**18.2.2.4 Распределительные устройства, щиты управления и конверторы.**

Степень защиты металлических оболочек распределительных щитов, щитов управления, шкафов статических преобразователей должна быть не ниже, чем IP32. Для щитов, устанавливаемых в помещениях, доступных неквалифицированному персоналу, степень защитной оболочки должна предусматриваться не ниже, чем IP4X.

**18.2.3 Изоляционные расстояния.**

**18.2.3.1 Изоляционные расстояния по воздуху.**

Изоляционные расстояния по воздуху между частями, находящимися под напряжением с разными потенциалами, или между частями под напряжением и заземленными металлическими частями, или наружным кожухом должны быть не менее указанных в [табл. 18.2.3.1](#).

Таблица 18.2.3.1

| Номинальное напряжение, кВ | Минимальное расстояние по воздуху, мм |
|----------------------------|---------------------------------------|
| 3 (3,3)                    | 55                                    |
| 6 (6,6)                    | 90                                    |
| 10(11)                     | 120                                   |
| 15                         | 160                                   |

Минимальные расстояния для промежуточных значений рабочих напряжений выбираются как для следующего большего значения стандартного напряжения.

При выборе меньших расстояний должны быть предусмотрены специальные импульсные высоковольтные испытания, подтверждающие допустимость такого выбора.

**18.2.3.2 Изоляционные расстояния по материалу.**

Изоляционные расстояния по поверхности материалов между частями под разными потенциалами и между частями под напряжением и корпусом должны выбираться на основе национальных или международных стандартов.

Для не стандартизованных частей оборудования, включающих секции шин в распределительных устройствах, минимальные расстояния по поверхности материала должны быть рассчитаны из соотношения 25 мм на 1 кВ, а за токоограничивающими устройствами – 16 мм на 1 кВ.

**18.2.4 Устройства защиты.**

**18.2.4.1 Замыкание на стороне генератора.**

Кроме видов защиты, указанных в [8.2](#), генераторы должны быть снабжены устройствами защиты против междугазного короткого замыкания в кабеле, соединяющем генератор и ГРЩ, и против межвитковых замыканий внутри генератора.

При срабатывании этого устройства защиты генератор должен отключаться от ГРЩ и его возбуждение должно автоматически сниматься.

В распределительных системах с глухо заземленной нейтралью замыкание фазы генератора на корпус должно также приводить к срабатыванию защиты.

**18.2.4.2 Замыкание на корпус.**

**18.2.4.2.1** При любых замыканиях на корпус в системе (на панелях управления) должна срабатывать звуковая и световая сигнализация.

**18.2.4.2.2** В низкоимпедансных (глухо заземленных) системах при замыканиях на корпус должна срабатывать защита, автоматически отключающая поврежденную цепь.

**18.2.4.2.3** В высокоимпедансных заземленных системах (в системах с заземленной через высокоомный резистор нейтралью), если отходящие от ГРЩ фидеры не могут быть отключены в случае замыкания на корпус, изоляция электрооборудования, получающего питание от этих фидеров, должна быть рассчитана на линейное напряжение системы.

Примечания: 1. Система должна классифицироваться как эффективно заземленная (низкоимпедансная), если коэффициент заземления менее 0,8, и не эффективно заземленная (высокоимпедансная), если коэффициент заземления более 0,8.

2. Коэффициент заземления определяется как отношение между напряжением «фаза – корпус» в исправной, т.е. неповрежденной системе и линейным («фаза – фаза») напряжением.

**18.2.4.3 Силовые трансформаторы.**

Силовые трансформаторы должны быть защищены от короткого замыкания и от перегрузки автоматическими выключателями.

Если трансформаторы предназначены для параллельной работы, то срабатывание защиты на первичной стороне должно приводить к автоматическому отключению его также на вторичной стороне.

**18.2.4.4** Трансформаторы напряжения для систем управления и измерительных приборов.

Трансформаторы, предназначенные для питания цепей управления и приборов, должны быть защищены от перегрузки и короткого замыкания на вторичной стороне.

**18.2.4.5 Предохранители.**

Плавкие предохранители должны применяться для защиты от коротких замыканий.

Для защиты от перегрузки применение предохранителей не допускается.

**18.2.4.6 Низковольтные системы.**

Низковольтные системы распределения (до 1000 В), получающие питание от высоковольтных трансформаторов (систем), должны иметь защиту от перенапряжений, связанных с попаданием высокого напряжения на вторичную (низковольтную) сторону. Это может быть реализовано следующими мерами:

применением заземленной низковольтной системы;

соответствующими ограничителями напряжения нейтрали;

заземлением экрана между первичной и вторичной обмотками трансформатора.

**18.2.4.7 Защитные заземления.**

Металлические корпуса электрического оборудования должны быть наружными медными гибкими проводниками сечением, рассчитанным на ток однофазного короткого замыкания, но не менее 16 мм<sup>2</sup>. Заземляющие провода должны быть маркированы.

Заземляющие проводники могут соединяться сваркой или болтами диаметром не менее 10 мм.

### **18.3 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ (ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКЦИИ)**

#### **18.3.1 Обмотки статоров генераторов.**

Статорные обмотки генераторов должны иметь доступными как фазные выводы, так и нулевые для возможности установки дифференциальной защиты.

#### **18.3.2 Датчики температуры.**

Электрические машины должны быть оборудованы встроенными датчиками температуры статорных обмоток, обеспечивающими звуковую и световую сигнализацию при превышении температуры сверх допустимых пределов.

Для встроенных датчиков температуры должны быть предусмотрены средства (устройства) защиты от попадания высокого напряжения в измерительные цепи.

#### **18.3.3 Испытания.**

В дополнение к испытаниям, требуемым для всех электрических машин, должны быть предусмотрены испытания высокочастотным испытательным напряжением в соответствии со стандартом МЭК 60034-15 отдельных фазных обмоток (катушек) машины, подтверждающие достаточный уровень стойкости против межвитковых замыканий, вызываемых импульсными всплесками напряжения с высокой крутизной фронта.

#### **18.3.4 Конструкция.**

**18.3.4.1** Корпус машины, подшипниковые щиты, защитные ограждения воздухозаборных и выпускных отверстий должны быть изготовлены из стальных сплавов. Алюминиевые сплавы для указанных деталей машин не допускаются.

**18.3.4.2** Для отвода конденсата в нижней части корпуса машины должно быть предусмотрено легко доступное для обслуживания спусковое устройство.

На двигателях вертикального исполнения сверху должен быть предусмотрен жестко закрепляемый козырек, защищающий от попадания внутрь машины воды и посторонних предметов. Нижний торцевой щит должен иметь форму, предотвращающую скопление воды в районе подшипника.

**18.3.4.3** Клеммные коробки машин должны иметь такие размеры, чтобы обеспечивать: необходимые изоляционные расстояния между токоведущими частями и корпусом; необходимые изоляционные расстояния между фазами; достаточное пространство для размещения концевых заделок кабелей подключения и выводов обмоток; и возможность изменения расположения вводов питающих кабелей до четырех положений, под углом 90°.

Для измерительных трансформаторов тока, нагревательного антиконденсационного элемента, датчиков температуры и т.п. должна быть предусмотрена отдельная клеммная коробка.

**18.3.4.4** Выводы фаз статорной обмотки должны входить в отдельную, отличающуюся от коробок на низшие напряжения, клеммную коробку через уплотнительную прокладку.

Для нейтральных выводов может быть предусмотрена отдельная клеммная коробка.

Внутри клеммных коробок должны быть предусмотрены клеммы для заземляющих жил кабелей. При этом должно быть обеспечено надежное электрическое соединение между корпусом машины и корпусом коробки.

**18.3.4.5** Двигатели номинальной мощностью 1000 кВт и выше должны быть оборудованы устройствами дифференциальной защиты. Для этой цели на корпусе двигателя должна быть предусмотрена отдельная клеммная коробка, располагаемая с противоположной стороны от главной клеммной коробки, в которой должны быть предусмотрены установочные места для трех трансформаторов тока и выводов нейтральных концов обмоток.

**18.3.4.6** Температура подшипников двигателей мощностью 1000 кВт и более должна контролироваться местными индикаторами (приборами). Для каждого подшипника должны быть предусмотрены также датчики температуры для дистанционного контроля.

**18.3.4.7** Для предотвращения вредного влияния подшипниковых токов подшипник на стороне, противоположной приводу, должен быть электрически изолирован от корпуса. Должна быть предусмотрена возможность измерения сопротивления изоляции изолированного подшипника без его демонтажа.

**18.3.4.8** Конструкция подшипников скольжения должна предусматривать:  
местные указатели уровня смазочного масла;  
при принудительной циркуляционной смазке отдельный насос с локальным трубопроводом, емкостью, охладителем, фильтром и указателем расхода;  
возможность установки приборов вибрационного контроля, включая необходимые кабельные линии, а также приборов измерения износа подшипника;  
блокировку пуска двигателя при отсутствии смазки.

## **18.4 СИЛОВЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ**

### **18.4.1 Общие требования.**

**18.4.1.1** Сухие трансформаторы должны соответствовать требованиям стандарта МЭК 60076-11.

Применяемые сухие трансформаторы должны иметь заземленные экраны между обмотками высшего и низшего напряжений.

Трансформаторы с жидкостным охлаждением должны соответствовать требованиям стандарта МЭК 60076.

Трансформаторы, погруженные в охлаждающее масло, должны быть оборудованы, как минимум, устройствами АПС и защиты по следующим параметрам:

«Минимальный уровень жидкости» – АПС и автоматическое отключение;

«Максимальная температура жидкости» – АПС и автоматическое отключение, или снижение нагрузки;

«Высокое давление газа в оболочке» – автоматическое отключение.

**18.4.1.2** Трансформаторы, устанавливаемые в помещениях, доступных неквалифицированному персоналу, должны иметь степень защиты оболочки не ниже, чем IP4X.

**18.4.1.3** Если на стороне низкого напряжения трансформаторов имеется изолированная нулевая точка, то между нулевой точкой каждого трансформатора и корпусом платформы должен быть предусмотрен искроразрядный предохранитель. Предохранитель должен быть рассчитан на разряд при напряжении равном или меньше чем 80 % минимального испытательного напряжения потребителей, питаемых от данного трансформатора.

**18.4.1.4** К разряднику допускается параллельное присоединение аппаратуры для контроля состояния изоляции низковольтной стороны установки или для обнаружения места повреждения этой изоляции. Такая аппаратура не должна препятствовать надежному действию разрядника.

**18.4.1.5** Должны быть предусмотрены эффективные средства (например, подогрев) для предотвращения конденсации и накопления влаги внутри трансформаторов, когда они выключены.

**18.4.1.6** Допускается применение алюминия в качестве материала обмоток для трансформаторов при выполнении следующих условий:

**.1** обеспечение защиты обмоток и их выводов от коррозии при эксплуатации в морских условиях;

**.2** обеспечение защиты от гальванической коррозии при соединении обмоток с токоведущими частями из других материалов;

**.3** места соединений, указанных в [18.4.1.6.2](#), должны быть доступны для осмотра и защищены от ослабления.

## **18.5 КАБЕЛИ**

### **18.5.1 Общие требования.**

Кабели должны быть изготовлены в соответствии с требованиями стандартов МЭК 60092-353 и МЭК 60092-354 или иных международных или национальных стандартов, являющихся эквивалентными или превосходящими по уровню безопасности стандарты, указанные выше.

**18.5.1.1** Кабельная сеть трехфазного тока должна выполняться трехжильными кабелями с многопроволочными жилами. Площадь поперечного сечения жилы кабелей для силовых цепей должна быть не менее 10 мм<sup>2</sup>.

**18.5.1.2** Кабели для подводного использования в цепях питания ПБУ и МСП должны быть испытаны на устойчивость к воздействию морской воды с учетом величины гидростатического давления, соответствующей предельной глубине эксплуатации кабеля.

## 18.6 РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА И ЩИТЫ УПРАВЛЕНИЯ

### 18.6.1 Общие требования.

Распределительные щиты и щиты управления должны быть изготовлены в соответствии с требованиями МЭК 60298 и следующими дополнительными требованиями.

### 18.6.2 Конструкция.

#### 18.6.2.1 Механическая конструкция.

Распределительные щиты должны быть

изготовлены из металла, должны быть закрытого типа – в соответствии со стандартом МЭК 60298, или из изолирующих материалов, закрытого типа – в соответствии со стандартом МЭК 60466, или в соответствии с требованиями национальных стандартов.

**18.6.2.1.1** Распределительные щиты должны закрываться специальным ключом, отличным от ключей распределительных щитов и устройств низкого напряжения. Открывание дверей или выдвижение отдельных элементов должно быть возможно только после отключения от электрической сети данной панели или распределительного щита

**18.6.2.1.2** Вдоль распределительных щитов следует обеспечить проходы для осмотра щита и электрической аппаратуры шириной не менее 800 мм между перегородкой и щитом и 1000 мм между параллельно установленными секциями щита. Если такие проходы предназначены для обслуживания, их ширина должна быть увеличена до 1000 и 1200 мм соответственно.

Указанная ширина этих проходов требуется независимо от рода применяемых средств защиты от прикосновения, выполненных в виде дверей, сетки или изоляционных поручней.

Двери, сплошные перегородки и перегородки из сетки должны быть высотой не менее 1800 мм.

Перфорированные перегородки или перегородки из сетки должны обеспечивать степень защиты не менее IP2X.

Вдоль щита должно быть предусмотрено два ряда изоляционных поручней, на высоте 600 и 1200 мм.

**18.6.2.1.3** Части электрической установки, находящиеся под напряжением, должны быть расположены на расстоянии от защитных ограждений не менее указанного в [табл. 18.6.2.1.3](#).

Таблица 18.6.2.1.3

| Номинальное напряжение, кВ | Минимальная высота прохода, мм | Мин. расстояния электрических частей под напряжением от разных видов защитных ограждений, мм |                              |                      |
|----------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------|
|                            |                                | сплошные двери и перегородки                                                                 | сетчатые двери и перегородки | изоляционные поручни |
| 3 (3,3)                    | 2500                           | 100                                                                                          | 180                          | 600                  |
| 6 (6,6)                    | 2500                           | 120                                                                                          | 200                          | 600                  |
| 10(11)                     | 2500                           | 150                                                                                          | 220                          | 700                  |
| 15                         | 2500                           | 160                                                                                          | 240                          | 800                  |

#### 18.6.2.2 Блокировочные устройства.

Автоматические выдвижные выключатели, применяемые в распределительных щитах, должны иметь устройство, которое фиксирует их, как в рабочем, так и в выдвинутом положении. Для обеспечения безопасного обслуживания выдвижных выключателей и других аппаратов должны быть предусмотрены блокировочные ключи и блокируемые разъединители.

Выдвижные автоматические выключатели должны фиксироваться в рабочем положении таким образом, чтобы исключались относительные перемещения между подвижными и неподвижными частями.

#### 18.6.2.3 Шторки (заслонки).

Должно предусматриваться автоматическое закрытие неподвижных токоведущих контактов разъема при помощи изоляционных перегородок в выдвинутом положении автоматического выключателя.

**18.6.2.4** Устройства заземления и междупазного замыкания.

С целью обеспечения безопасного обслуживания высоковольтных распределительных устройств для сборных шин и отходящих фидеров должно быть предусмотрено определенное количество аппаратов, для принудительного замыкания шин между собой и на корпус.

Устройство должно быть рассчитано на максимальный ток короткого замыкания.

**18.6.3** **Вспомогательная система питания распределительных устройств.**

**18.6.3.1** Источник питания.

Если для привода механизмов автоматических и других выключателей, а также для устройств защиты требуется отдельный вспомогательный электрический или иной источник энергии, то кроме основного такого источника должен быть предусмотрен резервный источник, запас энергии которого должен быть достаточным для действия всех аппаратов по крайней мере два раза.

Однако, расцепители автоматических выключателей, срабатывающие от перегрузки, от короткого замыкания или от «нулевого» напряжения, должны быть независимыми от любых электрических источников энергии.

Это требование не запрещает применения шунтовых, т.е. срабатывающих при подаче оперативного напряжения, расцепителей при условии, что

будет обеспечен контроль целостности (непрерывности) отключающих цепей и их системы питания, т.е. в случае нарушения целостности цепей или при неисправности (исчезновении) их питания, на панелях управления будет срабатывать аварийно-предупредительная сигнализация.

**18.6.3.2** Количество источников питания.

Для разделенных ГРЩ (см. [18.2.1.1](#)) для приводов механизмов автоматических и других выключателей должен быть предусмотрен, кроме собственных источников энергии, получающих питание каждый от своей системы шин, по крайней мере один независимый резервный источник. При необходимости этим источником может быть аварийный источник электрической энергии, предназначенный для вывода механической установки из полностью обесточенного состояния или «мертвого» ("dead ship") состояния.

**18.6.4** **Высоковольтные испытания.**

Каждый главный и другие распределительные щиты должны быть испытаны высоким напряжением стандартной частоты. Процедура испытаний и величины испытательного напряжения должны соответствовать требованиям соответствующего национального стандарта или стандарта МЭК 60298.

## **18.7 РАЗМЕЩЕНИЕ (МОНТАЖ)**

### **18.7.1 Электрическое оборудование.**

**18.7.1.1** Если высоковольтное оборудование без защитной оболочки устанавливается в специальном помещении, фактически являющимся его оболочкой, то двери такого помещения должны иметь такую блокировку, чтобы их открытие было исключено, пока не будет отключено напряжение и токоведущие части оборудования не будут заземлены.

У входов в помещения или пространства, где расположено высоковольтное оборудование, должны быть предусмотрены предупреждающие надписи о наличии опасного высокого напряжения.

**18.7.1.2** В обоснованных случаях может быть допущена установка оборудования вне специальных электрических помещений при условии, что степень защиты его будет не ниже IP44 и доступ к токоведущим частям оборудования будет возможным только при снятом напряжении и при использовании специального инструмента.

**18.7.1.3** В специальном электрическом помещении должна находиться схема соединений и чертеж размещения электрического оборудования.

### **18.7.2 Кабели.**

#### **18.7.2.1 Прокладка кабельных трасс.**

Кабели не должны проходить через жилые помещения. Однако, если это требуется условиями технологического характера, то такая прокладка допустима в специальных закрытых транзитных системах (конструкциях).

#### **18.7.2.2 Разделение.**

Высоковольтные кабели должны прокладываться отдельно от кабелей на напряжение ниже 1000 В. В частности, высоковольтные кабели не должны прокладываться в одних и тех же трассах, или в одних и тех же каналах или трубах, или в одних и тех же коробах.

Если высоковольтные кабели различного номинального напряжения прокладываются в одних и тех же трассах, то изоляционные расстояния между кабелями должны быть не менее изоляционных расстояний, установленных для кабеля более высокого напряжения, как указано в [18.2.3.1](#).

Однако, высоковольтные кабели не должны прокладываться в одних и тех же трассах с кабелями с номинальным напряжением 1 кВ и ниже.

#### **18.7.2.3 Монтаж кабелей.**

Высоковольтные кабели должны прокладываться в металлических трубопроводах или в металлических коробах, или они должны быть защищены металлическими кожухами.

Открытая прокладка кабелей (на несущих штампованных панелях) допускается, если они имеют непрерывную металлическую броню, которая должна быть надежно (многократно) заземлена.

#### **18.7.2.4 Оконцевания кабелей.**

Оконцевания всех жил высоковольтных кабелей должны быть выполнены из соответствующего изоляционного материала. В соединительных коробках, если жилы кабеля не изолированы, фазы должны быть отделены от корпуса и друг от друга прочными перегородками из соответствующего изоляционного материала. Высоковольтные кабели, имеющие проводящий слой между фазами для контроля напряженности электрического поля изоляции кабеля, должны иметь выводы, предназначенные для такого контроля.

Материал изоляции выводов должен быть совместим с материалом изоляции и оболочки кабеля, и выводы должны быть оборудованы устройствами для заземления всех металлических экранирующих компонентов кабеля (металлических лент, проводов и т.п.).

#### **18.7.2.5 Маркировка.**

Высоковольтные кабели должны иметь легко читаемую идентификационную маркировку.

**18.7.2.6** Испытания после завершения монтажа.

Перед вводом в эксплуатацию новой высоковольтной кабельной сети или после ее модернизации (ремонта или установки дополнительных кабелей) все кабели по отдельности с их элементами (оконцевания, заземляющие выводы и т.п.) должны быть испытаны высоким напряжением.

Испытания должны проводиться после замера сопротивления изоляции.

Если испытания электрической прочности изоляции выполняются напряжением постоянного тока, то испытательное напряжение должно быть не ниже, чем:

$1,6 (2,5 U_0 + 2 kV)$  – для кабелей с номинальным напряжением  $U_0$ , равным 3,6 kV и менее;  
и

$4,2 U_0$  – для кабелей с номинальным напряжением выше 3,6 kV,

где  $U_0$  – номинальное напряжение переменного тока номинальной частоты, для которых кабель был разработан, прикладываемое между каждой жилой и заземлением, или металлическим его экраном.

Испытательное напряжение должно быть приложено на период времени не менее 15 мин.

После завершения испытаний жилы кабеля должны быть заземлены на определенный период времени, достаточный для удаления приобретенного электрического заряда.

После этого производится повторный замер сопротивления изоляции кабеля.

Если испытания электрической прочности изоляции высоковольтного кабеля выполняются испытательным напряжением переменного тока (в соответствии с рекомендациями завода-изготовителя), то величина испытательного напряжения должна быть не менее номинальной, а продолжительность прикладываемого напряжения должна быть не менее 24 ч.

**Примечание.** Испытания, выполняемые в соответствии с МЭК 60502, признаются Регистром равноценными изложенным.

## **19 ЗАПАСНЫЕ ЧАСТИ**

### **19.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

**19.1.1** На каждой ПБУ и МСП должны быть предусмотрены запасные части в количестве, достаточном для проведения ремонта в случае выхода из строя ответственных устройств.

**19.1.2** При определении норм запасных частей следует руководствоваться рекомендациями изготовителей конкретных видов оборудования.

**19.1.3** Запасные части должны быть такими, чтобы их применение не требовало дополнительной обработки или подгонки.

**19.1.4** Запасные части должны соответствовать требованиям настоящей части.

После изготовления запасные части должны подвергаться испытаниям.

**19.1.5** Запасные части должны быть закреплены в доступных местах, замаркированы и надежно защищены от воздействия окружающей среды.

**19.1.6** Установленное оборудование должно быть снабжено набором специального инструмента и приспособлений, необходимых для его разборки и сборки в эксплуатационных условиях.

**19.1.7** Запасные части не обязательны для электрических приводов механизмов, если такие механизмы установлены в двойном количестве, используются по прямому назначению и мощность (производительность) каждого из установленных механизмов является достаточной.

Для генераторов электростанции запасные части не обязательны, если установлены генераторы соответствующей мощности в количестве, превышающем требования настоящей части.

**19.1.8** Запасные части должны быть включены в ведомость запасных частей, указанную в 3.2.11.1.26 части I «Классификация» Правил классификации и постройки морских судов, которая должна быть согласована с Регистром, а количество запасных частей на борту должно, по крайней мере, соответствовать этой ведомости.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1  
Перечень контролируемых параметров ГЭУ с ГЭД переменного тока: синхронными, с  
постоянным возбуждением и асинхронными

| Контролируемый параметр                            | Предельное значение Макс./Мин.     | Применимо для: | Местный измерительный прибор | АПС, дисплей в ЦПУ | Снижение нагрузки | Автоматический стоп | ГПУ (мостик), ОАПС |
|----------------------------------------------------|------------------------------------|----------------|------------------------------|--------------------|-------------------|---------------------|--------------------|
| <b>ГЭД</b>                                         |                                    |                |                              |                    |                   |                     |                    |
| Система смазки                                     | Неисправность                      |                | Измерительное стекло         | X                  | X                 | X                   | X                  |
| Температура подшипников                            | Макс.                              |                | Термометр                    | X                  |                   |                     | X                  |
| Температура обмоток статора                        | Макс.                              |                |                              | X                  | X                 |                     | X                  |
| Токосъемные кольца                                 | Неисправность (Электрическая дуга) | Синхронный ГЭД | Смотровой люк                | X                  |                   |                     | X                  |
| Система охлаждения воды/воздуха                    | Неисправность                      |                |                              | X                  |                   |                     | X                  |
| Температура охлаждающего воздуха на входе          | Макс.                              |                | Термометр                    | X                  |                   |                     | X                  |
| Охлаждающая жидкость                               | Утечка                             |                |                              | X                  |                   |                     | X                  |
| Частота вращения                                   | Макс.                              |                |                              | X                  |                   | X                   | X                  |
| Регулирование напряжения                           | Выход из строя                     | Синхронный ГЭД |                              | X                  |                   | X                   | X                  |
| Сопротивление изоляции статора и фидера питания    | Мин.                               |                |                              | X                  |                   |                     | X                  |
| Сопротивление изоляции системы возбуждения, фидера | Мин.                               | Синхронный ГЭД |                              | X                  |                   |                     | X                  |
| <b>Трансформаторы</b>                              |                                    |                |                              |                    |                   |                     |                    |
| Температура обмоток                                | Макс.                              |                |                              | X                  | X                 |                     | X                  |
| Охлаждающая жидкость                               | Утечка                             |                |                              | X                  |                   |                     | X                  |
| Система охлаждения                                 | Неисправность                      |                |                              | X                  |                   |                     | X                  |
| <b>Преобразователи</b>                             |                                    |                |                              |                    |                   |                     |                    |
| Питающая сеть                                      | Неисправность                      |                |                              | X                  |                   | Пуск                | X                  |
| Система охлаждения                                 | Неисправность                      |                |                              | X                  | X                 |                     | X                  |
| Температура силовых секций                         | Макс.                              |                |                              | X                  |                   | X                   | X                  |
|                                                    |                                    |                |                              | Макс. 1            |                   | Макс. 2             |                    |
| Поток охладителя                                   | Мин.                               |                |                              | X                  |                   |                     | X                  |
| Охлаждающая жидкость                               | Утечка                             |                |                              | X                  |                   |                     | X                  |
| Предварительный сигнал                             |                                    |                |                              |                    |                   |                     | X                  |
| Авария, выход из строя                             |                                    |                |                              | X                  |                   | X                   | X                  |

*Правила классификации, постройки и оборудования плавучих буровых установок  
и морских стационарных платформ (часть X)*

193

| Контролируемый параметр                                | Предельное значение<br>Макс./Мин. | Применимо для: | Местный измерительный прибор | АПС, дисплей в ЦПУ | Снижение нагрузки | Автоматический стоп | ГПУ (мостик), ОАПС |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------|------------------------------|--------------------|-------------------|---------------------|--------------------|
| Датчик скорости и положения ротора                     | Неисправность                     | Синхронный ГЭД |                              | X                  |                   |                     | X                  |
| Аварийный стоп (конвертер отключен)                    |                                   |                |                              | X                  |                   | X                   | X                  |
| Предохранитель полупроводника                          | Неисправность                     |                |                              | X                  |                   | X                   | X                  |
| Температура полупроводника                             | Макс.                             |                |                              | X                  | Снижение момента  |                     | X                  |
| Напряжение (звено постоянного тока)                    | Макс.                             |                |                              | X                  |                   | X                   | X                  |
| Ток (звено постоянного тока)                           | Макс.                             |                |                              | X                  |                   | X                   | X                  |
| Ток на выходе конвертера                               | Макс.                             |                |                              | X                  |                   | X                   | X                  |
| <b>Сеть питания ГЭУ, судовая электрическая система</b> |                                   |                |                              |                    |                   |                     |                    |
| Фильтр гармонических составляющих                      | Авария, повреждение               |                |                              | X                  |                   |                     | X                  |

Таблица 2

**Перечень контролируемых параметров ГЭУ с ГЭД постоянного тока**

| Контролируемый параметр                                        | Предельное значение<br>Макс./Мин.  | Местный измерительный прибор | АПС, дисплей в ЦПУ | Снижение нагрузки | Автоматический стоп | ГПУ (мостик), ОАПС |
|----------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------|--------------------|-------------------|---------------------|--------------------|
| <b>ГЭД</b>                                                     |                                    |                              |                    |                   |                     |                    |
| Система смазки                                                 | Неисправность                      | Измерительное стекло         | X                  | X                 | X                   | X                  |
| Температура подшипников                                        | Макс.                              | Термометр                    | X                  |                   |                     | X                  |
| Температура главных полюсов                                    | Макс.                              |                              | X                  | X                 |                     | X                  |
| Температура дополнительных полюсов или компенсационных обмоток | Макс.                              |                              | X                  | X                 |                     | X                  |
| Система охлаждения воды/воздуха                                | Неисправность                      |                              | X                  |                   |                     | X                  |
| Температура охлаждающего воздуха на входе                      | Макс.                              | Термометр                    | X                  |                   |                     | X                  |
| Охлаждающая жидкость                                           | Утечка                             |                              | X                  |                   |                     | X                  |
| Частота вращения                                               | Макс.                              |                              | X                  |                   | X                   | X                  |
| Коллектор/щетki                                                | Неисправность (электрическая дуга) | Смотровой люк                | X                  |                   |                     | X                  |
| Ток якоря                                                      | Макс.                              |                              | X                  |                   | X                   | X                  |
| Сопротивление изоляции цепи якоря и фидера питания             | Мин. (замыкание на корпус)         |                              | X                  |                   |                     | X                  |
| <b>Трансформаторы</b>                                          |                                    |                              |                    |                   |                     |                    |
| Температура обмоток                                            | Макс.                              |                              | X                  | X                 |                     | X                  |
| Охлаждающая жидкость                                           | Утечка                             |                              | X                  |                   |                     | X                  |
| Система охлаждения                                             | Неисправность                      |                              | X                  |                   |                     | X                  |
| <b>Преобразователи</b>                                         |                                    |                              |                    |                   |                     |                    |
| Питающая сеть                                                  | Неисправность                      |                              | X                  |                   | Повторный пуск      | X                  |
| Система охлаждения                                             | Неисправность                      |                              | X                  | X                 |                     | X                  |
| Температура силовых секций                                     | Макс.                              |                              | X                  |                   | X                   | X                  |

*Правила классификации, постройки и оборудования плавучих буровых установок  
и морских стационарных платформ (часть X)*

194

| Контролируемый параметр                                | Предельное значение<br>Макс./Мин. | Местный измерительный прибор | АПС, дисплей в ЦПУ | Снижение нагрузки | Автоматический стоп | ГПУ (мостик), ОАПС |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|--------------------|-------------------|---------------------|--------------------|
|                                                        |                                   |                              | Макс. 1            |                   | Макс. 2             |                    |
| Поток охладителя (прямое охлаждение)                   | Мин.                              |                              | X                  |                   |                     | X                  |
| Охлаждающая жидкость                                   | Утечка                            |                              | X                  |                   |                     | X                  |
| Предварительный сигнал                                 |                                   |                              |                    |                   |                     | X                  |
| Авария, выход из строя                                 |                                   |                              | X                  |                   | X                   | X                  |
| Датчик скорости вращения якоря                         | Неисправность                     |                              | X                  |                   |                     | X                  |
| Аварийный стоп (конвертер отключен)                    |                                   |                              | X                  |                   | X                   | X                  |
| Предохранитель полупроводника                          | Неисправность                     |                              | X                  |                   | X                   | X                  |
| <b>Сеть питания ГЭУ, судовая электрическая система</b> |                                   |                              |                    |                   |                     |                    |
| Фильтр гармонических составляющих                      | Авария, повреждение               |                              | X                  |                   |                     | X                  |

Российский морской регистр судоходства

**Правила классификации, постройки и оборудования плавучих буровых установок и морских  
стационарных платформ**

**ЧАСТЬ X  
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ**

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